

# UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD

Evaluación del efecto del programa de activación física sobre la capacidad cardiorrespiratoria en académicos con factores de riesgo del síndrome metabólico de la Universidad de Sonora



TESIS

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias de la Salud

Presenta

**Melanie Valdez García**

Hermosillo, Sonora

Enero de 2020

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## FORMA DE APROBACIÓN

Los miembros del Jurado Calificador designado para revisar el trabajo de Tesis de **Melanie Valdez García**, lo han encontrado satisfactorio y recomiendan que sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ciencias de la Salud.



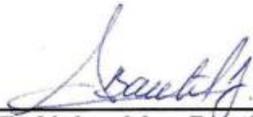
---

**Dra. María Elena Chávez Valenzuela**  
Director Académico



---

**Dra. Adriana Garibay Escobar**  
Secretaria



---

**M.M.E. Alejandrina Bautista Jacobo**  
Sinodal



---

**Dr. Francisco Ruiz Juan**  
Sinodal

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi directora Dra. María Elena Chávez Valenzuela, por creer en mí y en este proyecto, por apoyarme en este proceso de mi formación académica, por ser una guía, maestra y una amiga.

A mis sinodales, Dra. Adriana Garibay Escobar, Dr. Francisco Ruíz Juan, Maestra Alejandrina Bautista Jacobo y Dr. Rolando Giovanni Díaz Zavala, por sus orientaciones y correcciones, sus consejos y todo el apoyo para la realización de este proyecto.

A la Universidad de Sonora por facilitar el uso de las instalaciones deportivas para la realización de este proyecto.

A CONACYT por impulsar a los estudiantes a continuar su formación, creando grandes oportunidades y apoyos para la investigación.

Al posgrado por toda su orientación y apoyo para continuar mi preparación académica.

A mis futuros colegas, Allan y Dolores, quienes estuvieron apoyándome en cada sesión de entrenamiento comprometidos a salir adelante y aprender cada vez más.

A Dra. Graciela Hoyos Ruíz y al Maestro Carlos E. Ogarrío Perkins, por todas sus enseñanzas durante las distintas sesiones de trabajo, así como sus consejos profesionales y creer en este proyecto.

A Dra. Ilse Solano Cuevas y los pasantes de medicina, quienes sesión tras sesión estuvieron al pendiente de cada participante y su salud.

A mi hermano, Jesús Valdez García, por tu entusiasmo y por apoyarme en cada formato para agilizar la recolecta de datos sin importar el día o la hora.

A mi madre y hermana, por creer en mí y mis decisiones, por ayudarme a creer que todo lo puedo lograr y por impulsarme cada día.

A mis compañeras y amigas Yazmín y Alma, por hacer equipo durante estos dos años, por ayudarme en todas las dudas y por una bonita amistad.

A mi amiga y jefa Ariadna Vega, por apoyarme a crecer profesionalmente y aconsejarme siempre que lo necesito, gracias a ti y EBH por cubrirme en los entrenamientos y siempre tener un espacio para mí.

A mis amigos, quienes me vieron iniciar y me han acompañado en todo momento, viéndome crecer, desesperarme, festejar los logros obtenidos y siempre contar con su apoyo, Dam, Noe, Nabil, Sinaí, Guillermo, Lucía y Lupita. De igual manera a esas personas importantes que han llegado para aportar cosas nuevas y enriquecer mi vida, son parte de la culminación de este proyecto Martha, Andrea, Ivette, que me han apoyado, animado y alegrado mis días en cada momento.

## **DEDICATORIA**

A mi padre, Dr. José Eduardo Valdez Holguín, a quien no sólo le agradezco sino le dedico este trabajo. Fuiste la persona quien plantó en mí la inquietud de continuar mis estudios con un posgrado, fuiste el primero en creer en mí y en apoyarme en todo momento, darme tus consejos y ser mi mayor ejemplo a seguir. Sé lo orgulloso que estabas por verme cumplir esta meta, se la alegría que te causarías y la sonrisa que iba a sacar. No estás presente para ver la culminación de la semilla que plantaste, pero sé que lo verás al lado de mis abuelos. UN BESO DE AQUI AL CIELO MI VIEJITO TE AMO POR SIEMPRE.

## ÍNDICE

OBJETIVOS .....	ix
Objetivos Particulares .....	ix
RESUMEN .....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES .....	6
Resistencia Cardiorrespiratoria.....	11
Hipertensión Arterial .....	12
Obesidad .....	14
Diabetes .....	19
Dislipidemia .....	21
Justificación del Problema e Hipótesis de Investigación.....	22
Pregunta de Investigación .....	23
Hipótesis de investigación .....	23
MATERIALES Y MÉTODO .....	24
Tipo de estudio .....	24
Población .....	24
Muestra.....	24
Criterios .....	24
Instrumentos .....	25
Cuestionario Mundial sobre Actividad Física (GPAQ). .....	25
Test Rockport .....	25
Método de Karvonen .....	26

Antropometría.....	26
Estructura del Programa Propuesto.....	27
Recomendaciones para Personas con Dislipidemia y Obesidad .....	27
Recomendaciones para Personas con HTA.....	29
Recomendaciones para Personas con Diabetes.....	29
Procedimiento.....	34
Análisis Estadístico .....	36
Consideraciones Éticas .....	37
Confidencialidad .....	37
Beneficios para el Participante y la Sociedad .....	38
RESULTADOS.....	41
DISCUSIÓN .....	51
CONCLUSIONES .....	52
BIBLIOGRAFÍA .....	54
ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide del ejercicio propuesto por Metropolitan Life Insurance Company. ....	8
Figura 2. Factores principales que contribuyen a la hipertensión y sus complicaciones .....	16
Figura 3. Clasificación del estado nutricional antes y después de la intervención. ....	42
Figura 4. Riesgo de enfermedades crónicas no generativas por niveles elevados de colesterol antes y después de la intervención.....	44
Figura 5. Riesgo de enfermedades crónicas no generativa por niveles elevados de triglicéridos antes y después de la intervención.....	44
Figura 6. Clasificación porcentual de la presión arterial antes y después de la intervención.....	46
Figura 7. Resultados Individuales Test Rockport.....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Clasificación de la aptitud cardiorrespiratoria VO <sub>2</sub> máx_____	13
Tabla II. Clasificación del IMC según el consenso SEEDO (2000) _____	18
Tabla III.- Programa General de Ejercicio Físico. _____	28
Tabla IV. Esquema de pasos a cumplir _____	33
Tabla V. Control para registro de pasos. _____	33
Tabla VI. Efecto del programa de intervención _____	48

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar el efecto del programa de intervención de ejercicio físico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en los académicos de la Universidad de Sonora que presenten algún factor de riesgo del síndrome metabólico.

### **Objetivos Particulares**

1. Determinar si el programa de actividad física influye positivamente en la capacidad cardiorrespiratoria de los participantes.
2. Conocer el estado de salud de los académicos a partir de los análisis clínicos, antropométricos, físicos y del historial clínico.
3. Evaluar si el programa de actividad física influye positivamente en la presión arterial, parámetros bioquímicos, circunferencia de cintura, peso y grasa corporal.

## RESUMEN

El ejercicio físico es un medio fundamental para la salud, pero para lograr que sea beneficioso y obtenga los efectos deseados, es importante que se realice de manera sistemática e individualizada, adecuándolo a las necesidades de la persona. Los factores de riesgo de síndrome metabólico pueden dar lugar a enfermedades cardiovasculares. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de un programa de intervención de ejercicio físico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en los académicos de la Universidad de Sonora que presenten algún factor de riesgo del síndrome metabólico. Metodología: un estudio piloto pre-experimental con diseño pre prueba-post prueba en un solo grupo de 10 participantes. La variable principal fue el VO<sub>2</sub>máx, las variables secundarias: índice de masa corporal, perímetro abdominal, porcentaje de grasa, datos bioquímicos y presión arterial. Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS V. 22. Resultados: se logró un aumento significativo de 10.41 ml/kg/min en el VO<sub>2</sub>máx, lo que indica una mejora en el nivel cardiorrespiratorio de los participantes. Adicionalmente, se registró una disminución del IMC de los participantes, en los niveles de colesterol, el 50% de los participantes se encontraban en la categoría de riesgo, al terminar la intervención el 70% se encontró en categoría normal. En los niveles de triglicéridos el 20% se encontraban en riesgo, al finalizar, el 100% se encontraba fuera de riesgo. Conclusión: el programa de intervención de ejercicio físico tiene un efecto positivo sobre la capacidad cardiorrespiratoria en los académicos de la Universidad de Sonora que presenten algún factor de riesgo del síndrome metabólico. Esta intervención podría representar una opción para reducir los factores de riesgo cardiovascular y mejorar la salud y calidad de vida de los académicos, por lo que será importante ampliar la diseminación del programa.

Palabras claves síndrome metabólico, consumo máximo de oxígeno, académicos universitarios.

## INTRODUCCIÓN

El cuerpo humano está diseñado para práctica de actividad física, pero los cambios sociales y los avances tecnológicos han ido dejando de lado la práctica del ejercicio. Desde la perspectiva de la medicina evolucionista en nuestros días existe una incompatibilidad entre el diseño evolutivo de nuestro organismo y el uso que le damos. Por ello, tiene sentido la presencia de ciertas enfermedades en la ausencia de la actividad física y consumos hipercalóricos. Las condiciones de vida del hombre en el paleolítico marcaron la diferencia de nuestros días, en aquellos tiempos el cuerpo se acostumbró a vivir en ciclos extensos de hambruna y elevada actividad física, que configuró un diseño que permitía al organismo la selección evolutiva de genes ahorradores; en otras palabras, mayor eficacia metabólica para el almacenamiento del exceso de nutrientes y mayor ahorro de energía y de proteínas musculares y una contracción muscular más eficiente (Cordain y col., 1997).

En nuestros días, los avances tecnológicos y económicos han diversificado las funciones laborales, convivencias familiares y hábitos de consumo personal, sin mencionar las definiciones de los estilos de vida. Hoy en día las personas pasan muchas horas del día sentados frente a estos aparatos sin realizar ejercicio físico alguno (Carrillo y col., 2013), aunado a un consumo de alimentos abundantes en lípidos y azúcares, pero escasos en fibras y micronutrientes (Barría y col., 2006). Así mismo, el ritmo de vida acelerado, las múltiples y altas exigencias del trabajo en conjunto con la lucha por mantenerlo en la economía actual, facilitan el desarrollo de trastornos físicos y psicológicos en las personas.

Para desarrollar el potencial físico y cognitivo de una persona, ¿Qué factores definen la salud actual del mismo?, ¿Qué hacer como universidad por los académicos?, ¿Somos conscientes que el ser humano es un ente bio-psico-social que crece, siente y se desarrolla sobre estas tres esferas? Erikson,

basado en la experiencia humana y en los estudios antropológicos dice que la existencia de un ser humano depende de tres procesos de organización complementarios:

- a) El proceso biológico: sistemas biológicos, orgánicos y el desarrollo fisiológico- el soma
- b) El proceso psíquico: experiencias individuales la psique; y
- c) El proceso ético-social: refiriéndose a la organización cultural de las personas y de la sociedad– el ethos (Bordignon, 2005).

Así mismo, Manfred Max–Neef coincide que existen factores determinantes que inciden en la salud física, mental y social del individuo, causando un efecto en la mejora de los estilos de vida. Pero consciente es que, para mejorar estos factores dependerá de las posibilidades que tengan las personas para satisfacer adecuadamente sus necesidades humanas fundamentales (Castro, 2012). La pobreza genera patologías y deficiencia en la productividad, por tanto un país depende de la salud de sus habitantes (Frenk y col., 2006). Una política de desarrollo orientada a la satisfacción de las necesidades humanas hace posible construir una filosofía y una política auténticamente humanistas.

La salud no sólo es la ausencia de enfermedad, también es la capacidad de desarrollar el potencial físico y cognitivo a lo largo de la vida de una persona. La salud contribuye al crecimiento económico, ya que incrementa la productividad laboral de una persona y el desarrollo cognitivo de un niño, según la Comisión Mexicana sobre Macroeconomía y Salud.

En 1995 los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) y el American College of Sports Medicine (ACSM) lanzaron una recomendación de salud pública, la cual afirma que todos los adultos deberían realizar 30 minutos o más de actividad física moderada preferentemente todos los días de la semana (Abellán y col., 2014).

Recientemente, la Organización Mundial de la Salud (OMS 2014) señala el aumento de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) en países de bajos ingresos y medianos alcanzando una magnitud preocupante, derivado de la hipo actividad física y el hiper consumo alimentario. La carga de morbilidad de las enfermedades cardiovasculares, la diabetes y los trastornos relacionados con ellas (la hipertensión arterial, el hipercolesterolemia y el exceso de peso) están aumentando en todo el mundo. Un detonante de tales enfermedades es el sobrepeso y obesidad (GBD 2015 Risk Factors Collaborators, 2016). En 2008 las ECNT fueron responsables de aproximadamente 36 millones de muertes en el mundo, siendo las principales enfermedades las cardiovasculares, el cáncer, enfermedades respiratorias crónicas y diabetes tipo 2. En México las principales causas de muerte se deben precisamente al desarrollo de las ECNT.

Hoy en día, la obesidad dejó de ser un problema de salud pública con alcances físicos únicamente, para ser considerado también un problema social, cultural y económico (Torres y col., 2015). Esto se debe a que esta condición reduce y afecta la vida social (Marmot y col., 2005), cognitiva (Vázquez, 2004) productiva y laboral de una persona con sobrepeso y obesidad que ya desarrolla una ECNT (Arruza Y Col., 2008; Instituto Mexicano Para La Competitividad A.C., 2015).

Las ECNT generan altos costos en los gastos de salud, que deben ser solventados tanto por instituciones gubernamentales como por el propio individuo. A su vez, estas enfermedades tienen consecuencias en la productividad laboral, desempeño escolar y desarrollo económico de las personas que las presentan (Secretaría de Salud del Estado de Sonora, 2013).

El síndrome metabólico es la combinación de factores de riesgo para enfermedad cardiovascular asociada con la hipertensión, dislipidemia, resistencia a la insulina y obesidad. Una persona que presente dos o más de estos factores, se considera con síndrome metabólico según datos del National

Cholesterol Education Program del 2001, la edad y masa corporal se relacionan directamente con el desarrollo del síndrome metabólico (National Cholesterol Education Program, 2001).

Según los datos de la ENSANUT 2012 la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad era de 71.2% (Gutiérrez y col., 2012), mientras que en 2016, la ENSANUT MC reportó que esta prevalencia fue de 72.5% para la población adulta en México (Hernández y col., 2016). La proporción de adultos que no cumplen con la recomendación de la OMS (realizar al menos de 150 minutos de actividad física moderada-vigorosa por semana en cualquiera de los 4 dominios: transporte, tiempo libre, ocupación y hogar) disminuyó ligeramente de 16.0% a 14.4% de 2012 a 2016 (OMS, 2013).

Para el Estado de Sonora, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en hombres fue de 70.6% y 76.69% en mujeres, según los datos arrojados por ENSANUT 2012. De acuerdo con la clasificación de la OMS, aproximadamente 27.2% de los habitantes eran inactivos y 11.0% moderadamente activos, es decir, realizaban el mínimo de actividad física sugerido por la OMS, y 61.8% activos.

En 2010, se llevó a cabo en México el estudio CARMELA, teniendo como objetivo analizar la prevalencia de diabetes tipo 2 y asociación con algunos factores de riesgo cardiovascular (Escobedo y col., 2011). Se encontró que la prevalencia de diabetes en mujeres fue del 9.7% y en los hombres fue del 8.0%, siendo la edad, obesidad abdominal y la hipertensión arterial factores altamente relacionados a la diabetes. Se observó una relación del incremento de la glucosa con la edad de los participantes. A su vez, un 26% de sujetos ignoraban padecer esta enfermedad.

Un lema utilizado por las Instituciones de Educación Superior (IES) es “brindar una educación integral”, pero, realmente ¿Qué es una educación integral? dentro de este gran espectro de la educación integral según la

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), “México cuenta con una baja cobertura de educación superior, y esta, no favorece al desarrollo del país y el bienestar social de su población” (Cordain y col., 1997). Así, también señalan que un avance consiste en crear conciencia sobre la necesidad de invertir mejor y más en salud, de esta forma materializar el bienestar de la sociedad y el papel que desempeña en la promoción del desarrollo y crecimiento económico. También señalan que es importante la participación de los profesionales de las instituciones académicas de todos los niveles para evaluar las acciones vigentes, y desarrollar nuevas estrategias para invertir en salud y generar nuevos conocimientos (Agenda Sep, 2015).

## ANTECEDENTES

Uno de los aspectos que condiciona la calidad de vida viene dado por el estilo de vida que llevan los sujetos y en este sentido (Guillén y col., 2003) el estilo de vida actual ha hecho que tanta comodidad y escasez de movimiento conduzcan al sedentarismo, la falta o ausencia de actividad física, pone de manifiesto que el sedentarismo es una de los factores de riesgo cardiovascular más influyentes que se conocen (Meseguer y col., 2016). Así, la inactividad física ha producido un aumento del número de enfermedades crónicas. La mejor manera de combatir estas enfermedades, como lo son las enfermedades coronarias, hipertensión, dislipidemia, obesidad, diabetes y trastornos músculo esqueléticos, es a través de un programa sistemático de ejercicio físico.

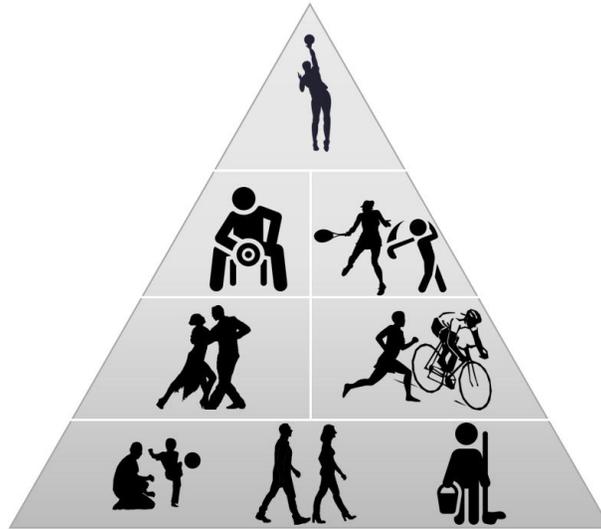
En un estudio realizado a trabajadores universitarios del Estado de México para asociar el estilo de vida con riesgo cardiovascular, se encontró que la actividad física moderada-vigorosa es un factor del estilo de vida asociado con menor riesgo cardiovascular (Cerecero y col., 2009). La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en los trabajadores universitarios (72.5%) es superior a la reportada por la ENSANUT 2006 para población de 30 a 60 años (70.0%). En los trabajadores con obesidad, la probabilidad de padecer una enfermedad cardiovascular duplicó a la de aquellos con peso normal; asimismo, el sobrepeso intensificó el riesgo cardiovascular.

Un programa de ejercicio físico constituye una serie de recomendaciones ordenadas y sistemáticas, por el cual se recomienda un régimen de actividad física planificada sistemáticamente e individualizada, según sean las necesidades, obteniendo mayores beneficios con menores riesgos (Heyward, 2008). El objetivo principal es la mejora de la aptitud física, siendo esta, la capacidad para realizar niveles de actividad física de moderados a vigorosos, sin llegar a la fatiga y con la posibilidad de mantenerlo a lo largo de la vida.

Es importante definir dos conceptos que en ocasiones son confundidos y utilizados como sinónimos:

- **Actividad física:** la OMS define la actividad física como cualquier movimiento producido corporalmente por la musculatura esquelética la cual se transforma en energía expandida. Generalmente se clasifica como de intensidad baja, moderada y vigorosa, con base a las unidades de medida conocidas como METs, que es una tasa entre actividad y gasto energético en reposo. La actividad física moderada o vigorosa practicada con regularidad reduce el riesgo de desarrollar ECNT y es un factor determinante en el consumo de energía, por lo que es fundamental para el equilibrio energético y el control del peso. Debiendo acumular un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física moderada o vigorosa, como mínimo tres veces a la semana.
- **Ejercicio físico:** es un subgrupo en el que la actividad física es planeada, estructurada y repetitiva, teniendo como objetivo la mejora o mantenimiento de la forma física e incrementa la capacidad funcional del organismo.

En 1995 la Metropolitan Life Insurance Company creó la pirámide de ejercicio y actividad física para promover un estilo de vida saludable y mejorar la aptitud física (Figura 1). La parte inferior de la pirámide hace referencia a las actividades cotidianas para iniciar un estilo de vida activo (Heyward, 2008). Los niveles intermedios incitan a realizar actividades aeróbicas y ejercicios de flexibilidad por lo menos de 2 a 3 días por semana, y ejercicios de resistencia de peso y actividades recreativas entre 3 y 5 días a la semana. Por último, la punta de la pirámide indica el entrenamiento de alta intensidad, el cual requiere una aptitud física bien consolidada para así evitar lesiones.



**Figura 1.** Pirámide del ejercicio propuesto por Metropolitan Life Insurance Company.

## **Importancia de los Programas de Ejercicio Físico**

El ejercicio físico (EF) es un medio fundamental para la salud, pero para lograr que sea beneficioso y obtenga los efectos deseados, es importante que se realice de manera sistemática e individualizada, según las necesidades de la persona, a través de un programa o prescripción de ejercicio físico (Abellán y col., 2014).

Para lograr una mejora de la salud es necesario provocar adaptaciones fisiológicas que mejoren el rendimiento metabólico orgánico, utilizando el entrenamiento de las cualidades físicas básicas: resistencia fuerza, y flexibilidad, y controlando la composición corporal, teniendo así una reducción de los factores de riesgo de padecer enfermedades crónicas.

Diversos estudios establecen recomendaciones de los niveles mínimos recomendables de actividad física, los cuales ayudan a reducir la probabilidad de múltiples enfermedades. Dichas pautas, son establecidas por especialistas del área médica, y son recomendaciones claras para monitorear la condición de actividad física en diferentes grupos de poblaciones y realizar diagnósticos que favorezcan la implementación públicos de salud (Rodríguez y col., 2012).

Si bien, el efecto más estudiado de la actividad física es el que incide sobre la salud física y mental, otros aspectos también han sido documentados, entre ellos algunos correspondientes al mercado laboral, en que se encuentra que, en Alemania, hacer ejercicio eleva la probabilidad de encontrar empleo y de obtener un mayor salario (Lecher 2008).

Para la realización de un programa de ejercicio físico se deben considerar diversos factores:

Modo: se refiere al principio de especificidad de entrenamiento en donde se afirma que las respuestas fisiológicas, metabólicas del cuerpo y las adaptaciones al entrenamiento son específicas para el tipo de ejercicio y grupos

musculares comprometidos, por lo tanto, implica qué tipos de entrenamiento son más adecuados para desarrollar los componentes específicos de la aptitud física.

**Intensidad:** determina los cambios fisiológicos y metabólicos específicos que experimenta el organismo durante el entrenamiento. La intensidad depende de los objetivos de la persona, su edad, sus capacidades y su nivel de aptitud, y debe generar tensión sin sobrecargar el aparato cardiopulmonar y el sistema muscular esquelético.

**Duración:** en este punto, la duración y la intensidad van relacionadas de forma inversa; a mayor intensidad menor duración. Sin embargo, la duración no sólo depende de la intensidad, interviene también el estado de salud de la persona, la aptitud física inicial, la capacidad funcional y los objetivos establecidos para el programa. El ACSM y CDC recomiendan a toda la población en general, realizar 30 minutos o más de actividad física moderada de preferencia todos los días de la semana. Una vez lograda una adaptación al ejercicio, se recomienda aumentar la duración en lugar de la intensidad, teniendo sesiones de 60 minutos con ejercicios aeróbicos, de resistencia y de flexibilidad.

Por otro lado la OMS recomienda sesenta minutos de actividad diaria, de moderada a vigorosa, para las personas entre cinco y diecisiete años de edad; 150 minutos por semana de actividad vigorosa para el grupo de 18 a 64 años y 150 minutos por semana de actividad moderada para los mayores de 65 años. La misma organización advierte que la inactividad física es considerada como la principal causa en casi la cuarta parte de los casos de cáncer de colon, en el 27% de los casos de diabetes y en casi un 30% de las cardiopatías (OMS 2010).

**Frecuencia:** hace referencia a la cantidad total de sesiones de ejercicio semanal. La frecuencia se relaciona con la intensidad y duración del ejercicio,

variando de acuerdo a los objetivos del programa, las limitaciones temporales y la capacidad funcional. Cuando la mejoría de la salud es el objetivo principal del programa de ejercicio físico, se recomienda la realización cotidiana de actividades de intensidad moderada; por lo tanto, cuando se prescribe ejercicios físicos a una persona es importante modificar el tipo de ejercicio, ya sea aeróbico, de resistencia o flexibilidad, y el modo del ejercicio (caminata, ciclismo, pesas, etc.) para así lograr reducir el riesgo de lesiones por uso excesivo en huesos, articulaciones y músculos.

### **Resistencia Cardiorrespiratoria**

Uno de los componentes más importantes para la aptitud física es la resistencia cardiorrespiratoria, que es la capacidad funcional del aparato circulatorio y respiratorio para adaptarse y ajustarse a los efectos de la contracción muscular (Abellán y col., 2014). Se puede considerar dos tipos diferentes que son la aeróbica y anaeróbica, estas dependen de la vía energética que requiera el ejercicio físico.

Los expertos del ejercicio consideran que la medición directa del consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) es el reflejo más válido de la capacidad funcional de los aparatos cardiovascular y respiratorio; es un indicador de referencia de valoración del rendimiento y un marcador importante en salud. Las personas con mayor volumen de consumo de oxígeno  $VO_{2max}$  tienden a vivir más tiempo, incluso aunque muestren factores de riesgo ya establecidos asociados a enfermedades cardiovasculares (Myers y col., 2002).

El  $VO_2$  máximo y submáximo se expresa en términos absolutos o relativos. El  $VO_2$  absoluto representa una medida del costo de energía en actividades sin tolerancia de peso. El  $VO_{2max}$  relativo también se usa para clasificar el nivel cardiorrespiratorio o para comparar esos niveles en personas con diversos tamaños corporales, además de ser útil para calcular el costo de energía de actividades con tolerancia al peso como caminar, carrera y escalinata.

La mejor manera de evaluar la aptitud cardiorrespiratoria es a través de una prueba de esfuerzo con medición del VO<sub>2</sub>máx. El pico de VO<sub>2</sub> es el consumo máximo de oxígeno medido durante la prueba de esfuerzo y puede ser más alto, más bajo o igual al VO<sub>2</sub>máx, el VO<sub>2</sub>máx determinado a través de una prueba de esfuerzo máxima o submáxima se utiliza para medir el nivel de aptitud cardiorrespiratoria. Se puede utilizar la frecuencia cardiaca y el consumo máximo de oxígeno para prescripciones precisas.

Como podemos observar en la clasificación del VO<sub>2</sub>máx representado en la tabla I (Heyward, 2008), el VO<sub>2</sub>máx disminuye con la edad, a tal punto que a los 60-70 años, el consumo máximo de oxígeno presenta el 70% del registrado a la edad de 20-29 años.

### **Hipertensión Arterial**

Es una elevación persistente y crónica de la presión arterial (PA), teniendo una presión sistólica igual o mayor de 140 mmHg y una presión diastólica igual o mayor de 90 mmHg. En 2008, en el mundo se habían diagnosticado de hipertensión arterial (HTA) aproximadamente el 40% de los adultos mayores de 25 años. La hipertensión es causante anualmente de 9,4 millones de muertes en el mundo (OMS, 2013). Las causas de HTA se deben a diversos factores como los relacionados al comportamiento, entre ellos:

- El consumo de alimentos que contienen demasiada sal y grasa, y de cantidades insuficientes de frutas y hortalizas.
- El uso nocivo del alcohol.
- El sedentarismo y la falta de ejercicio físico.
- El mal control del estrés.
- Las condiciones de vida y trabajo de las personas influyen sobremanera en estos factores de riesgo conductuales.

**Tabla I.** Clasificación de la aptitud cardiorrespiratoria VO<sub>2</sub>máx.

<b>Edad</b>	<b>Escasa</b>	<b>Regular</b>	<b>Buena</b>	<b>Excelente</b>	<b>Superior</b>
<b>MUJERES</b>					
20-29	≤ 35	36-39	40-43	44-49	50+
30-39	≤ 33	34-36	37-40	41-45	46+
40-49	≤ 31	32-34	35-38	39-44	45+
50-59	≤ 24	25-28	29-30	31-34	35+
60-69	≤ 25	26-28	29-31	32-35	36+
70-79	≤ 23	24-26	27-29	30-35	36+
<b>HOMBRES</b>					
20-29	≤ 41	42-45	46-50	51-55	56+
30-39	≤ 40	41-43	44-47	48-53	54+
40-49	≤ 37	38-41	42-45	46-52	53+
50-59	≤ 34	35-37	38-42	43-49	50+
60-69	≤ 30	31-34	35-38	39-45	46+
70-79	≤ 27	28-30	31-35	36-41	42+

Adaptado del libro de Evaluación de la aptitud física y Prescripción del ejercicio.

Además de los factores sociales y de riesgo metabólico, que son los principales factores que pueden llevar a enfermedades cardiovasculares (Figura 2). Las modificaciones en el estilo de vida ayudan a la prevención, tratamiento y control de la HTA (Romero y col., 2015). La práctica de EF regular previene o retrasa el desarrollo de HTA y disminuye los valores en individuos que ya la padecen. El ejercicio aeróbico es una medida preventiva para reducir la incidencia de HTA en la población, ya que reduce la elevación de la presión arterial en personas con alto riesgo de desarrollar hipertensión.

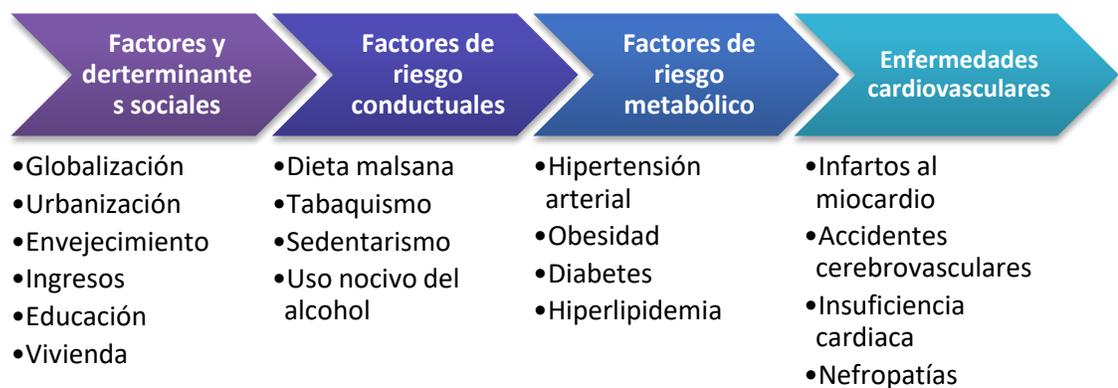
El EF aeróbico produce una reducción aproximada de 10 mmHg, tanto de la presión sistólica como diastólica en individuos con HTA leve (140/90-160/105), e incluso disminuciones mayores en pacientes con HTA secundaria a enfermedad renal. Así, los beneficios para la salud del EF comparados con el bajo riesgo que supone tanto en morbilidad como en mortalidad, hacen que la recomendación de su práctica sea parte fundamental del tratamiento en pacientes con HTA leve o moderada (Heyward, 2008) .

La medida de la presión arterial en reposo es el criterio inicial de la evaluación de la capacidad física antes de prescribir un programa de EF.

### **Obesidad**

La definición de la OMS para la obesidad es una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. La obesidad es un trastorno metabólico crónico asociado a numerosas co-morbilidades, como ECV, DMII, HTA (Castro y col., 2018). El rápido incremento del sobrepeso y obesidad en la población joven contribuye a la ascendente prevalencia de ENT en la edad adulta (Sauzo y col., 2017). El indicador para conocer si una persona tiene sobrepeso u obesidad, es el índice de masa corporal (IMC) y es la relación

entre el peso y la talla. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (Kg/m<sup>2</sup>).



Adaptado de Información general sobre la hipertensión en el mundo, día mundial de la salud 2013.

**Figura 2.** Factores principales que contribuyen a la hipertensión y sus complicaciones

Las personas con un IMC entre 25 y 29.9 Kg/m<sup>2</sup> se clasifica como sobrepeso y las personas con un IMC mayor a 30 Kg/m<sup>2</sup> se clasifica con obesidad. A pesar de ser un parámetro aceptado, tiene como limitante el hecho que no hace distinción entre el exceso de peso por grasa y el exceso de peso por masa magra, pudiendo causar falsos positivos. La clasificación del IMC establecido por el Consenso SEEDO 2000 se refleja en la Tabla II.

Según datos de la OMS, en 2016 más de 1900 millones de adultos de 18 o más años tenían sobrepeso, de los cuales, más de 650 millones eran obesos, por lo tanto, alrededor del 13% de la población adulta mundial (un 11% de los hombres y un 15% de las mujeres) eran obesos.

En cuanto a la población mexicana, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016, encontró que en adultos de 20 años y más la prevalencia combinada de peso sobrepeso y obesidad fue de 72.5%, y las prevalencias en población femenina, tanto de sobrepeso como de obesidad y de obesidad mórbida fueron más altas.

Los resultados de la ENSANUT 2012 muestran una prevalencia del 73.7% de sobrepeso y obesidad en la población sonoreNSE mayor a los 20 años, esta cifra es superior por 2 puntos porcentuales a la media nacional y ubica al estado en el octavo lugar.

La obesidad es un factor de riesgo importante para el desarrollo de ECNT como lo son:

- Enfermedades cardiovasculares, principalmente las cardiopatías y los accidentes cerebrovasculares.
- Diabetes.
- Trastornos del aparato locomotor en especial la osteoartritis.
- Cáncer de endometrio, mama, ovarios, próstata, hígado, vesícula biliar, riñones y colon.

**Tabla II.** Clasificación del IMC según el consenso SEEDO (2000).

Clasificación	Valores límites del IMC (kg/m <sup>2</sup> )
Peso insuficiente	< 18,5
Normopeso	18,5 - 24,9
Sobrepeso grado I	25 - 26,9
Sobrepeso grado II (preobesidad)	27 - 29,9
Obesidad de tipo I	30 - 34,9
Obesidad de tipo II	35 - 39,9
Obesidad de tipo III (mórbida)	40 - 49,9
Obesidad de tipo IV (extrema)	>50

El ejercicio físico tiene beneficios positivos para combatir la obesidad (Abellán y col., 2014) entre ellos se encuentran:

- Aumento de la esperanza de vida.
- Reducción de la morbimortalidad global.
- Mejor control de las cifras de presión arterial.
- Mejoría del perfil lipídico.
- Mejora de la sensibilidad periférica a la insulina.
- Mejoría funcional respiratoria.
- Mayor tolerancia al esfuerzo físico.
- Aumento de la densidad mineral ósea.
- Mejoría de la función osteoarticular.
- Mejoría de la función musculotendinosa.
- Mejoría circulatoria (arterial, venosa y linfática).
- Aumento de la estima del individuo.

## **Diabetes**

Es una enfermedad crónica, que se manifiesta cuando el páncreas no produce suficiente insulina o el mismo organismo no usa adecuadamente la insulina producida. La hiperglucemia es el efecto no controlado de la diabetes, causando un aumento de azúcar en la sangre, que con la prolongación del tiempo va dañando de manera grave órganos y sistemas, principalmente los nervios y vasos sanguíneos.

En 1980 el número de personas a nivel mundial con diagnóstico de diabetes fue de 108 millones, para 2014 esta cifra aumentó a 422 millones, teniendo así un aumento en la prevalencia de diabetes del 4,7% al 8,5% respectivamente (Organización Mundial de la Salud, 2018).

La OMS estimó que, en el 2012, se le atribuyeron a la hiperglucemia 2,2 millones de muertes en el mundo, aproximadamente la mitad de las muertes tienen lugar antes de los 70 años de edad.

En México, la diabetes ha mostrado un incremento, ocupando así uno de los primeros lugares en el mundo debido a su frecuencia. En 2008 hubo más de 75 500 defunciones por diabetes en el país, y en la Ciudad de México, uno de cada 12 hombres y una de cada 10 mujeres entre 25 y 64 años de edad tiene diabetes. Se ha estimado que la atención a la diabetes en México supera los 300 millones de dólares al año (Arredondo y col., 2004).

La diabetes puede causar daños en el corazón, los vasos sanguíneos, ojos, riñones y nervios:

- Los adultos con diabetes tienen un riesgo 2 a 3 veces mayor de infarto de miocardio y accidente cerebrovascular.
- La neuropatía de los pies combinada con la reducción del flujo sanguíneo incrementa el riesgo de úlceras de los pies, infección y, en última instancia, amputación.
- La retinopatía diabética es una causa importante de ceguera y es la consecuencia del daño de los pequeños vasos sanguíneos de la retina que se va acumulando a lo largo del tiempo. El 2,6% de los casos mundiales de ceguera es consecuencia de la diabetes.
- La diabetes se encuentra entre las principales causas de insuficiencia renal.

Una dieta balanceada, ejercicio físico y mediciones adecuadas, son fundamentales para el tratamiento de la diabetes.

Entre los beneficios del EF se encuentra que puede retrasar el desarrollo de diabetes tipo II, reduce la grasa abdominal, mejora el control de peso y combate la obesidad, reduce los niveles de colesterol, triglicéridos, aumenta el gasto

calórico, aumenta la potencia aeróbica, reduce el estrés mejorando la calidad de vida y autoestima de la persona diabética (Abellán y col., 2014). La prescripción de ejercicio en el paciente diabético tiene como objetivos:

- Mejorar el control de la glucemia.
- Disminuir el riesgo cardiovascular (RCV).
- Retrasar la aparición de complicaciones.

### **Dislipidemia**

Se considera como dislipidemia al trastorno en los lípidos en sangre, se caracteriza por un aumento en los niveles de colesterol y lípidos en la sangre. El “Panel de Expertos sobre la Detección, Evaluación y Tratamiento de los Niveles Sanguíneos Elevados de Colesterol en Adultos” en su tercer informe (Adult Treatment Panel III o ATP III) clasificó el perfil de lipoproteínas (National Cholesterol Education Program, 2001) de la siguiente manera:

- Colesterol total > 240 mg/dL, muy elevado.
- HDL > 60 mg/LI, elevado.
- LDL > 190mg/dL, muy alto.
- Triglicéridos > 150 mg/dL, alto.

Uno de los principales factores de riesgo cardiovascular se debe al colesterol en sangre.

En un estudio realizado en la ciudad de México, cuyo fin fue estimar la prevalencia de dislipidemia y su relación con otros factores de riesgo cardiovascular (Escobedo y col., 2011), se encontró que el promedio del colesterol total en la población entre 25 a 34 años de edad, fue de 202.9 mg/dL pero se vio ligeramente afectado por grupo de edad, siendo el grupo joven de 25 a 34 años el de menores valores de colesterol con un promedio de 188.9

mg/dL y el grupo mayor de 55 a 64 años, obtuvo un promedio de 216.5 mg/dL. El promedio para LDL fue de 118.7 mg/dL y para el HDL fue de 49.2 mg/dL. Por último, los valores de triglicéridos promedio en la población fueron de 183.9 mg/dL.

Para combatir la dislipidemia, el ejercicio físico mejora el perfil lipídico disminuyendo triglicéridos y aumentando HDL colesterol, basando los ejercicios en actividades aeróbicas con grandes grupos musculares (Abellán y col., 2014).

### **Justificación del Problema e Hipótesis de Investigación**

Partiendo del hecho de que el ámbito de la docencia influye de manera significativa en la educación de los futuros profesionistas, la salud de los académicos desarrolla un papel importante, ya que la presencia de enfermedades no transmisibles, para cierta población de académicos de la Universidad de Sonora impiden en ocasiones cumplir con sus funciones, también se convierten en incapacidades y suplencias, lo cual genera gastos tanto a la institución como al presupuesto de salud pública y del propio bolsillo (Secretaría de Salud del Estado de Sonora, 2013).

Con esto pretendemos evaluar si por medio de la intervención de un programa de ejercicio físico sistematizado, el académico que participe obtendrá beneficios físicos, además de que es posible que obtenga beneficios sociales y mentales, que al hacer uso de estas herramientas en su vida cotidiana logrará un mejor equilibrio en su ser y un beneficio en su productividad laboral, familiar y social.

Alcanzando con esto, un impacto político, social, cultural, económico y educativo, pues este tipo de intervenciones dirigidas a la salud académica, hasta hoy no existen, pudiendo ser una propuesta para ser retomada y considerada por las Instituciones de Educación Superior, y organismos gubernamentales de Salud e incluso privadas.

Cabe señalar que este trabajo multidisciplinario fortalecerá los resultados que arrojen en cada dimensión planteada, pudiendo mejorar el programa de acuerdo a las necesidades de los académicos; por mencionar los datos bioquímicos: el experto en el área facilitará la comprensión a la responsable de la investigación y dará cuenta si existen riesgos en la salud para determinar el tipo de trabajo que se requerirá aplicar.

### **Pregunta de Investigación**

¿Un programa de intervención de ejercicio físico tendrá un efecto significativo en la capacidad cardiorrespiratoria de los académicos de la Universidad de Sonora que presenten algún factor de riesgo de síndrome metabólico?

### **Hipótesis de Investigación**

El programa de intervención de ejercicio físico tendrá un efecto significativo en la capacidad cardiorrespiratoria de los académicos de la Universidad de Sonora que presenten algún factor de riesgo de síndrome metabólico.

## **MATERIALES Y MÉTODO**

### **Tipo de Estudio**

La investigación desarrollada fue un estudio piloto pre-experimental con diseño pre prueba-post prueba en un solo grupo, basándonos en los diseños propuestos por Hernández Sampieri (Hernández y col., 2010).

Variable principal: VO<sub>2</sub>máx.

Variabes secundarias: índice de masa corporal, perímetro abdominal, porcentaje de grasa, datos bioquímicos (glucosa sanguínea, lípidos en sangre, triglicéridos, HDL Colesterol) y presión arterial.

### **Población**

Académicos de la Universidad de Sonora, dentro de un intervalo de edad entre 30 y 65 años con presencia de al menos un factor de riesgo de síndrome metabólico.

### **Muestra**

Diez académicos de la Universidad de Sonora interesados en participar en el estudio.

### **Criterios**

Inclusión: ser académicos de la Universidad de Sonora, tener una edad mínima de 30 años y máxima de 65, que tengan al menos un criterio del síndrome metabólico en base a la Federación Internacional de Diabetes (FID) (Zimmet y col., 2005) como son: circunferencia de cintura en mujeres >80 cm y en hombres > 90 cm, triglicéridos >150 mg/dL, nivel de colesterol HD < 40 mg/dL en varones y < 50 mg/dL en mujeres, una presión arterial sistólica ≥130 mmHg o diastólica ≥ 85 mmHg o seguir un tratamiento para hipertensión previamente diagnosticado, un nivel de glucosa en plasma en ayunas ≥100 mg/dL, presentar constancia médica y firmar la carta de consentimiento informado.

Exclusión: personas que no presenten problemas relacionados a los factores de riesgo metabólico, que los niveles de colesterol y triglicéridos sean mayores a 400 mg/dL, HTA > 170/110 mmHg, IMC > 40, que presenten alguna patología que le impida realizar actividad física, menores a la edad establecida y por consecuencia mayor a la misma, no cuenten con autorización médica y no firmen el consentimiento informado.

Eliminación: si presentan alguna lesión, alguna consecuencia negativa derivada de la actividad física y que desean salir por voluntad propia.

## **Instrumentos**

### **Cuestionario Mundial sobre Actividad Física (GPAQ).**

El Cuestionario Mundial sobre Actividad Física ha sido desarrollado por la OMS para la vigilancia de la actividad física en los países (Departamento de Enfermedades Crónicas y Promoción a la Salud). Recopila información sobre la participación en la actividad física y sobre el comportamiento sedentario en tres campos. Estos campos son:

- Actividad en el trabajo
- Actividad al desplazarse
- Actividad en el tiempo libre

### **Test Rockport.**

Esta es una prueba sencilla diseñada particularmente para aquellas personas que no pueden correr debido a una pobre condición cardiorrespiratoria (García y col., 2016). La prueba de Rockport solo requiere que el participante camine la distancia de una milla lo más rápido posible. La frecuencia cardiaca de los participantes debe, como mínimo, subir a 120 latidos/minuto al finalizar la

prueba. Se habrá de estimar la capacidad aeróbica sobre la base de las variables edad, género y tiempo transcurrido durante la milla y la frecuencia cardiaca alcanzada al finalizar la prueba. Para estos propósitos, la prueba permite utilizar una ecuación de regresión, de manera que se pueda estimar la tolerancia aeróbica o consumo de oxígeno máximo ( $\text{mL} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ).

$\text{VO}_2\text{máx}$  ( $\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )

**$132.6 - (0.17 \times \text{MC}) - (0.39 \times \text{Edad}) + (6.31 \times \text{G}) - (3.27 \times \text{T}) - (0.156 \times \text{FC})$**

Donde:

G = Género o Sexo (0 = mujeres; 1= varones)

M = Masa o peso corporal (kg)

T = Tiempo transcurrido durante la prueba (minutos)

FC = Frecuencia cardiaca o pulso palpado extrapolado a un minuto (latidos/minuto).

### **Método de Karvonen**

Es la fórmula más compleja, consiste en restar a la FC máx. la FC medida en reposo en posición de bipedestación, obteniendo así la FCR; este resultado se multiplica el porcentaje de la intensidad deseada del ejercicio (40%-85% de la FCR) y a ambos valores se les vuelve a sumar la FC de reposo. Se obtienen así, los dos límites entre los que debe mantener la FC de entrenamiento:

**$\text{FC esperada} = [(\text{FCmáx.} - \text{FC reposo}) \times \% \text{ de trabajo}] + \text{FC reposo}$**

### **Antropometría**

La altura se medirá utilizando un estadiómetro SECA modelo 284 (Seca GmbH & Co. Hammer Steindamm 9-25, Germany; capacidad 30-220 cm) con el participante en el plano de Frankfort, sin zapatos y mirando al frente. La circunferencia de cintura se medirá a nivel umbilical con una cinta antropométrica de fibra de vidrio (GÜLICK, 0 a 150 cm). El porcentaje de grasa

será estimado por SECA MBCA (Medical Body Composition Analyzer, SECA GmbH & Co. Kg Hammer Steindamm 9-25).

### **Estructura del Programa Propuesto**

La estructura del programa de ejercicio físico, está basado en un plan aeróbico teniendo siempre en cuenta las consideraciones pertinentes a cada padecimiento.

El programa general se divide en el trabajo sobre la resistencia cardiorrespiratoria que incluye actividades de tipo aeróbicas como son la caminata, natación, bicicleta estacionaria, baile y actividades al aire libre; actividades de fuerza y resistencia muscular trabajando en el gimnasio de pesas, con ligas y ejercicio de calistenia; para la flexibilidad y respiración se trabajará con Pilates y yoga, y por último, la vuelta a la calma con técnicas de relajación (Tabla III).

### **Recomendaciones para Personas con Dislipidemia y Obesidad**

- El entrenamiento debe estar basado principalmente en actividades aeróbicas con grandes grupos musculares. Caminar es el ejercido óptimo en las fases iniciales del programa, también podrían realizarse ejercidos acuáticos, natación a ritmo suave o bicicleta estática con baja resistencia al pedaleo
- El EF mejora el perfil lipídico disminuyendo triglicéridos y aumentando HDL colesterol. Sin embargo, no modifica de forma significativa los valores de colesterol total y LDL colesterol.
- Es necesario un gasto calórico semanal mínimo de 1200 calorías para conseguir modificaciones significativas del perfil lipídico.

**Tabla III.- Programa General de Ejercicio Físico.**

**PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO CARDIOVASCULAR  
PROGRAMA GENERAL**

Diabetes \_\_\_\_\_ Dislipidemias \_\_\_\_\_ HTA \_\_\_\_\_ Obesidad \_\_\_\_\_  
 Nivel de inicio: Bajo \_\_\_\_\_ Medio \_\_\_\_\_ Alto \_\_\_\_\_  
 Estratificación del riesgo: Alto \_\_\_\_\_ Moderado \_\_\_\_\_ Sin riesgo \_\_\_\_\_

Semana: _____	Tiempo de sesión: _____				
	Tipo de actividad	Frecuencia	Duración	Intensidad	Ritmo de Progresión
RESISTENCIA CARDIORESPIRATORIA	Caminata	3/5 DIAS /SEMANA	20/60MIN	40% AL 70% fcm (SEDENTARIOS)	Nivel bajo = 6-10 semanas
	Bicicleta estacionaria			55-65 AL 90% FCM (ENTRENADOS)	Nivel medio = 4-6 semanas
	Natación Baile Actividades al aire libre				Nivel alto = 2-3 semanas
FUERZA Y RESISTENCIA MUSCULAR	Gimnasio pesas	2/3 DIAS/SEMANA	8/10 EJERCICIOS	8/12 REPETICIONES MAXIMAS	
	Ligas o bandas calistenia			10/15 R.M. EN SEDENTARIOS	
FLEXIBILIDAD Y EJERCICIOS DE RESPIRACIÓN	Ejercicios de Pilates  yoga	2/3 DIAS/SEMANA	15/30 SEG. X EJERCICIO X 4 REPETICIONES X GRUPO MUSCULAR	SIN DOLOR	
Vuelta a la calma	Relajación				

### **Recomendaciones para Personas con HTA**

- Personas con HTA ligera o moderada (TAS 160-178 mmHg y TAD 100-109 mmHg) y ausencia de repercusión orgánica pueden realizar actividad y deportiva sin limitaciones. Pese a ello, la actividad física de predominio dinámico es más favorable y en este contexto hay que diseñar el programa de ejercicio.
- Personas con HTA grave deben evitar la actividad física de tipo isométrico. Cuando la HTA se ha estabilizado mediante el tratamiento farmacológico, se recomendará trabajo dinámico de baja y moderada intensidad, cumpliendo así con el doble objetivo: medida terapéutica y ocupación del tiempo de ocio.

### **Recomendaciones para Personas con Diabetes**

Durante la realización del ejercicio físico se pueden presentar problemas que afecten el rendimiento y lleguen a poner en riesgo a las personas diabéticas como:

- Hiperglucemia y deshidratación (frecuente en pacientes mal controlados, con deficiencia grave de insulina).
- Hipoglucemia.
- Hipoglucemia tardía.
- Cetoacidosis.
- El ejercicio físico aumenta la captación de glucosa por el músculo.

Riesgos que pueden ocurrir durante la realización de actividad física son la hipoglucemia, siendo este el más frecuente, lesiones en los pies, problemas cardiovasculares como arritmias, insuficiencia cardíaca, entre otras, y la hemorragia vítrea en las personas diabéticas con retinopatía proliferativa.

En la prevención de las lesiones en los pies debe considerarse lo siguiente:

- Realizar un cuidado exquisito de los pies: cuidando las uñas, impidiendo la formación de callos y procurando una buena lubricación. Revisar diariamente los pies optimizando la higiene y evitando el ejercicio en caso de lesiones.
- Se deben utilizar zapatillas de deporte con suelas que tengan buena amortiguación y calcetines de poliéster o una mezcla de poliéster y algodón, que reduzcan los impactos del pie en el suelo, las fuerzas de rozamiento y el aumento de la humedad.
- Hay que evitar el ejercicio físico que suponga golpes repetidos de cierta intensidad en los pies: carrera, bicicleta de montaña.
- Son aconsejables los ejercicios en medio acuáticos, pero la persona debe secarse cuidadosamente los pies al acabar la sesión y no andar descalzo.

Por último, para prevenir la hipoglucemia la ACSM recomienda lo siguiente:

- Medir la glucemia antes, durante y después del ejercicio.
- Evitar hacer ejercicio durante el pico de insulina.
- En el ejercicio no planificado debe tomarse una ración extra de carbohidratos previa de 20-30 g cada 30 minutos de esfuerzo. La insulina puede que tenga que reducirse tras el ejercicio.
- Si el ejercicio es planificado, la dosis de insulina debe reducirse antes y después del ejercicio según la intensidad, duración de este y experiencia personal. Esta reducción puede llegar al 50-90% de la dosis diaria.
- Puede que tengan que consumirse carbohidratos de absorción rápida durante el ejercicio.
- Tras el ejercicio puede ser necesaria una ingesta extra de carbohidratos.
- Conocer bien los signos y síntomas de hipoglucemia.

- Realizar el ejercicio con un acompañante.

En caso de presentarse hipoglucemia las acciones deben ser:

- Detener inmediatamente la actividad.
- Hacer que el paciente ingiera carbohidratos de absorción rápida (media taza de zumo de manzana o naranja).
- Hacer que el paciente ingiera un alimento que contenga almidón antes de reasumir la actividad (2 cucharadas de mantequilla de cacahuetes o galletas y queso).
- Descansar 15 minutos para permitir la absorción de los carbohidratos.
- El paciente puede reasumir la actividad cuando se sienta mejor y los niveles de glucemia sean  $> 100$  mg/dl.
- Si la hipoglucemia es grave, administrar glucagón intramuscular. Si la persona no responde, derivarlo a un servicio médico para infusión de glucosa intravenosa y si la persona responde, seguirá necesitando carbohidratos suplementarios.

Tomando en cuenta cada una de las recomendaciones, los programas de ejercicio físico se individualizan para cada grupo de padecimiento, dosificando las actividades más pertinentes en cuanto a intensidad y duración, buscando los mayores beneficios posibles.

Incrementar la actividad física mediante los pasos realizados diariamente tiene como objetivo aumentar el gasto calórico y proporcionar una meta asimilable, que permite cambios motivacionales y evitar el sedentarismo.

La OMS recomienda a las personas adultas caminar al menos 10.000 pasos al día para mantenerse en forma. Al caminar se ponen en movimiento un 30% de los músculos del cuerpo. Por ello, es una actividad muy recomendable no solo para mantenerse en forma, sino también para combatir problemas de

circulación, enfermedades del corazón, sobrepeso u osteoporosis. Otros de los beneficios de caminar 10.000 pasos diarios son: fortalecimiento de los músculos de la cadera, muslos y piernas; regulación de la presión sanguínea; y reducción del estrés.

El objetivo deben ser 10,000 pasos diarios, pero conseguir 7,000 pasos provocará beneficios para la salud. El incremento de 2,500 pasos sobre el número cotidiano que se realiza, es positivo a la salud y el incremento tan solo de 2,000 pasos puede prevenir la ganancia de peso, así como la disminución modesta de la presión arterial sistólica de 4 mm/Hg. Una caminata entre 3,000 y 4,000 pasos a ritmo rápido supone un gasto aproximado de 150 calorías (Abellán y col., 2014).

Por lo tanto, se plantearán objetivos de pasos a cumplir en cada sesión de ejercicio físico, siguiendo una meta de pasos diarios (Tabla IV), así como llenar un registro de los pasos y el tiempo en que se llegó al objetivo (Tabla V).

Un estudio realizado en Massachusetts, tuvo como objetivo catalogar las relaciones entre las métricas de acelerómetro basadas en pasos indicativas de volumen de actividad (pasos por día, ajustado a una escala de podómetro), intensidad (pasos medios por minuto desde los minutos más altos, no necesariamente consecutivos, en un día; cadencia máxima de 30 minutos) y comportamiento sedentario y factores de riesgo cardiometabólico. El resultado fue que los pasos medios por día variaron de 2247 a 12,334 pasos por día para los hombres y de 1755 a 9824 pasos por día para las mujeres. Este análisis identificó fuertes relaciones lineales entre el movimiento basado en pasos / dimensiones de no movimiento y factores de riesgo cardiometabólico (Tudor y col., 2017).

**Tabla IV.** Esquema de pasos a cumplir.

Si camina	Meta	Aumento de pasos	Tiempo en cumplir la meta
Menos de 2,500 pasos	5,000 pasos	250 al día	10-20 días
2,501-5,000 pasos	7,500 pasos	300 al día	8-16 días
5,001-7,500 pasos	10,000 pasos	400 al día	6-12 días
7,501-10,000 pasos	12,500 pasos	500 al día	5-10 días
10,001-12,500 pasos	15,000 pasos	500 al día	5-10 días
12,501-15,000 pasos	17,500 pasos	500-750 al día	3-6 días
15,001-17,500 pasos	20,000 pasos	750 al día	3-6 días

**Tabla V.** Control para registro de pasos.

	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES	
	Pasos/Minutos		Pasos/Minutos		Pasos/Minutos		Pasos/Minutos		Pasos/Minutos	
Semana 1										
Semana 2										
Semana 3										
Semana 4										
Semana 5										
Semana 6										
Semana 7										
Semana 8										
Semana 9										
Semana 10										
Semana 11										
Semana 12										
Semana 13										

## **Procedimiento**

Para iniciar este proyecto, nos dimos a la tarea de buscar toda la información necesaria para trabajar con pacientes que presentan alguna de las siguientes condiciones como lo son diabetes, hipertensión, obesidad y dislipidemia, con el fin de crear un programa de actividades físicas adaptado a cubrir las necesidades principales, sin causar riesgo a los participantes.

Ya consolidado el programa de actividades a seguir y ser aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad de Sonora, se realizó una invitación y un tríptico informativo (anexos 1 y 2) para que los académicos de la universidad formaran parte del proyecto, los cuales se les hicieron llegar vía correo electrónico y a través del boletín informativo universitario. Aquellos académicos que mostraron interés en participar se pusieron en contacto vía correo electrónico y celular. Una vez teniendo a 28 académicos interesados en participar, se citó a una reunión informativa de las actividades por realizar, así como leer y firmar el consentimiento informado, y llenar el cuestionario STEPS que indica el nivel de actividad física de los participantes, a la reunión asistieron 13 académicos.

El siguiente paso fue la toma de muestra sanguínea, realizada en Laboratorio de Análisis Clínicos e Investigación de la Universidad de Sonora (LACIUS). Posteriormente se citó para la toma de antropometría, apoyados por el personal del Centro de Promoción a la Salud Nutricional. Los resultados de los análisis sanguíneos y antropométricos, fueron analizados por la Dra. Ilse Solano Cuevas, responsable médico del programa de salud estudiantil de la Universidad de Sonora.

Una vez realizados los análisis pertinentes, se citó para la realización del Test de Rockport en la milla universitaria, se contó con el apoyo de los estudiantes de la Licenciatura en Cultura Física y Deportes, dos estudiantes becados para apoyar en las mediciones del aspecto físico, quienes

acompañaron en sus trayectos a los académicos con el fin monitorear el desempeño de la prueba y cuidar de algún síntoma de riesgo que pudiera presentarse, dando aviso a nuestro médico presente.

Así también contamos con el apoyo de médicos pasantes de la misma institución, quienes tomaban la presión arterial y frecuencia cardíaca, antes, durante y después del entrenamiento, esto se hacía para prevenir algún problema fisiológico.

Ya analizados los resultados del Test de Rockport, se estimó a través del método de Karvonen el porcentaje de intensidad de trabajo para cada participante sin exponer un riesgo a su salud, llevando a cabo siempre el formato del programa establecido (anexos 3).

Las sesiones tuvieron su lugar en el salón de usos múltiples del Programa de Cultura Física y Deporte, ubicado en el edificio 7M, adscrito al departamento de Cs. del Deporte y de la Actividad Física de la Universidad de Sonora, en un horario de 6:30 a 7:30 pm de lunes a jueves. Para dar inicio a la sesión, los participantes tuvieron un período de 10 minutos de relajación, en el cual se les enseñó técnicas de respiración, pasando este tiempo, con ayuda de la doctora y los médicos pasantes se tomaron la frecuencia cardíaca en reposo, la saturación de oxígeno, presión arterial y en los casos necesarios la glucosa en sangre, al inicio y al final de cada sesión. Ya tomados los valores, se daba inicio con el calentamiento adecuado según la sesión de trabajo planificada para cada día. Cada sesión se trabajó en la caminata a la milla universitaria, aumentando progresivamente las vueltas que se realizaron, así como distintos retos de bajar el tiempo de la vuelta o aumentar la cantidad de pasos realizados. Los días lunes se contó con el apoyo de la Mtra. Graciela Hoyos Ruíz impartiendo ejercicios de coordinación y reacción, trabajo en la milla y de regreso al SUM para la vuelta a la calma. Los días martes se trabajó en la fuerza, con un circuito de actividad que consta de abdominales, sentadillas, lagartijas, bíceps,

tríceps y lumbares. Para los días miércoles se contó con el apoyo del Mtro. Carlos Ogarrío Perkins con el que se trabajó principalmente la flexibilidad y la postura del cuerpo, enseñando diferentes ejercicios estiramientos para zonas específicas del cuerpo y corrigiendo errores de postura que llegan a causar lesiones. Por último, el día jueves se trabajó Pilates y yoga con ayuda de la Dra. María Elena Chávez Valenzuela, así como distintas técnicas de respiración.

Durante las sesiones, se nos presentaron casos en que la presión arterial sobrepasaba los valores normales y la realización de ejercicio físico incrementaba un riesgo a la salud del participante, por lo que se ajustó la sesión para ese participante realizando diferentes estiramientos y actividades que no produjera un incremento a su frecuencia cardíaca ni elevara más su presión arterial, contando en todo momento con el asesoramiento y monitoreo del médico presente, principalmente el trabajo de la respiración.

Al culminar las 13 semanas de trabajo, se realizó nuevamente el Test de Rockport, así como la toma de muestra sanguínea y la antropometría.

### **Análisis Estadístico**

Para el procesamiento estadístico de los datos correspondientes a las variables de estudio se utilizó el paquete estadístico SPSS V. 22. Se reportan gráficas en porcentaje para las variables categóricas y medidas descriptivas numéricas para las cuantitativas. Para el análisis comparativo se tomaron las medidas de las variables en dos momentos, antes del programa de ejercicio físico y posterior al programa. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar el supuesto de normalidad y determinar la prueba estadística para valorar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas. Dado el incumplimiento de normalidad, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para las variables: peso, masa magra, masa muscular y circunferencia de cintura. Para las variables: niveles de glucosa, colesterol, triglicéridos, VO<sub>2</sub>max,

IMC y circunferencia de cintura, la prueba t para muestras dependientes. Todos los análisis inferenciales se trabajaron con un nivel de significancia de 0.05.

### **Consideraciones Éticas**

Este proyecto recabó datos de los académicos de la Universidad de Sonora, que participaron de manera voluntaria. A cada uno se le explicó el nivel de confidencialidad con el que se manejaría la información obtenida y los beneficios que les brinda el proyecto para su persona y para la sociedad en general. Al ser un proyecto que involucra el ejercicio físico en personas con algún padecimiento en su salud como lo es diabetes, hipertensión arterial, colesterol alto, obesidad y triglicéridos, se contó con un médico presente en cada sesión de actividad, así como la toma constante de presión arterial, glucosa en sangre y frecuencia cardiaca, para mantener los niveles óptimos necesarios para la realización de las actividades.

### **Confidencialidad**

Toda información personal de los académicos participantes como lo es nombre, dirección de correo-e, teléfono, resultados de análisis bioquímicos y resultados de los test físicos, fueron tratados de manera estrictamente confidencial. El investigador responsable del estudio y sus colaboradores eran los responsables de aplicar los cuestionarios y pruebas físicas, siendo ellos los únicos con acceso a la información e identidad de los participantes en el estudio. Una vez recabada los datos necesarios para la elaboración del análisis de la información, se eliminó la evidencia de identificación personal para utilizarse los datos de manera grupal y ser presentados en reuniones y publicaciones científicas. La aplicación de las herramientas de recolección de información fue llevada a cabo por personal previamente capacitado para el cumplimiento de los objetivos del estudio.

## **Beneficios para el Participante y la Sociedad**

El proyecto proporcionó información sobre el estilo de vida, alimentación, actividad física y estado de salud de los académicos participantes, esta información contribuirá a la implementación de programas universitarios enfocados al control de personas con riesgo de síndrome metabólico, promoción de un estilo de vida físicamente activo y la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles a través de la actividad física sistematizada.

La práctica regular de ejercicio físico induce cambios sobre todo en la composición de la masa corporal, se aprecia la pérdida de masa grasa y se puede percibir un aumento de la masa muscular. Esta masa muscular se logra con ejercicio físico y si este es ordenado y medido de acuerdo a las necesidades del paciente, impactarán en los resultados que se reflejarán tanto físicamente como fisiológica.

Desde el punto de vista de la REEDUCACIÓN, es desaprender lo que se conoce sobre el ejercicio físico, las posturas incorrectas que por años se han vuelto mecánicas y aceptadas por nuestro sistema musculo esquelético, que la larga se convierte en lesiones.

Así que antes de empezar a caminar, se atendieron las posturas para un mejor desenvolvimiento del trabajo físico, por mencionar, una de las académicas que tenía cuello corto y dolor de cuello, era precisamente por la postura de colgar su cabeza hacia atrás cuando estaba en posición de cubito dorsal o supino, se corrigió su postura apoyándose de una almohadilla o toalla enrollada para apoyar sus cervicales.

Los académicos que tenían hipertensión, así como al grupo en general, trabajaron con la regulación de la respiración realizando algunas posturas corporales, la respiración es fundamental en la intensidad del ejercicio físico,

una respiración inadecuada, repercute negativamente en el desempeño deportivo, lo que queremos que se logre es que con una buena respiración haya mayor oxigenación en los músculos y llegue mayor cantidad de oxígeno a los pulmones, de esta manera hacemos que el rendimiento sea mayor y la recuperación de la frecuencia cardíaca sea más rápida que con la que inicio, logrando que el corazón se esfuerce menos.

Otro beneficio obtenido fue aprender a tomarse el pulso manualmente antes de iniciar la actividad física, y después de la misma para valorar su pulso después del esfuerzo, el cual nos indica el tiempo de recuperación y la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria, tomar conciencia de estos factores nos puede salvar la vida o de algún accidente cardiovascular.

Después de concientizarse de la importancia de los pasos mencionados se instruyó para la técnica de la caminata, el tipo de ropa, hidratación y zapatos adecuados. La caminata puede parecer algo sencillo de realizar, pero va más allá del simple hecho de desplazarnos, es una alternativa para muchas personas que por diversos motivos no pueden correr o trotar, caminar está altamente recomendado y es una fuente de salud más segura para evitar problemas articulares en personas con sobrepeso y obesidad, es recomendable para todo tipo de individuos, incluyendo a quienes son deportistas y se encuentran en la etapa de descanso activo. Caminar a paso moderado a vigoroso aumenta el consumo de oxígeno que por consecuencia impacta en el gasto calórico, esta respuesta fue comprobada por quienes participaron en el programa. La caminata llega a producir los mismo beneficios cardiovasculares y osteomusculares de las personas que trotan.

La técnica de la caminata tiene reglas muy simples: mantenimiento de la postura, fortaleciendo el abdomen al contraerlos al caminar para centralizar la zona media del cuerpo, no forzar el braceo, doblar el codo a 90 grados,

evitando sobrecargar la clavícula y el cuello y por último realizar el apoyo completo de la planta del pie, sin forzar la caída del talón.

Un valor de aprendizaje, fue la motivación personal y de grupo, la fe que motiva a alcanzar las metas que, después del primer test debieron proponerse, una de ellas fue: aumentar el número de pasos al que iniciaron.

¿Y nos preguntaremos como beneficia a la sociedad este tipo de programas? Somos parte de una sociedad que se comunica y que todos aprendemos de todos, los participantes serán capaces de multiplicar sus beneficios y aprendizajes en su contexto y con esto sumamos a más personas a mejorar su salud física con los debidos cuidados, reconocemos que el trabajo de un instructor o un maestro de actividad física va más allá de la “simple instrucción” de activación física.

## **RESULTADOS**

Los resultados se presentan tomando en cuenta a los 10 maestros que permanecieron en la intervención las 13 semanas. El 70% fue del sexo femenino y 30% del masculino, todos en un rango de edad de 33 a 60 años ( $47.10 \pm 11.10$ ). Sólo un participante realizaba ejercicio físico con regularidad, mientras que los otros 9 presentan un estilo de vida sedentario, siendo sus periodos de mayor actividad los momentos de impartir clases, subir y bajar escaleras o traslados a distintos edificios del campus universitario.

### **Efecto del Programa de Intervención**

Una vez terminada la intervención de ejercicio físico se constataron los resultados de la primera y última valoración integral, quedando de la siguiente manera.

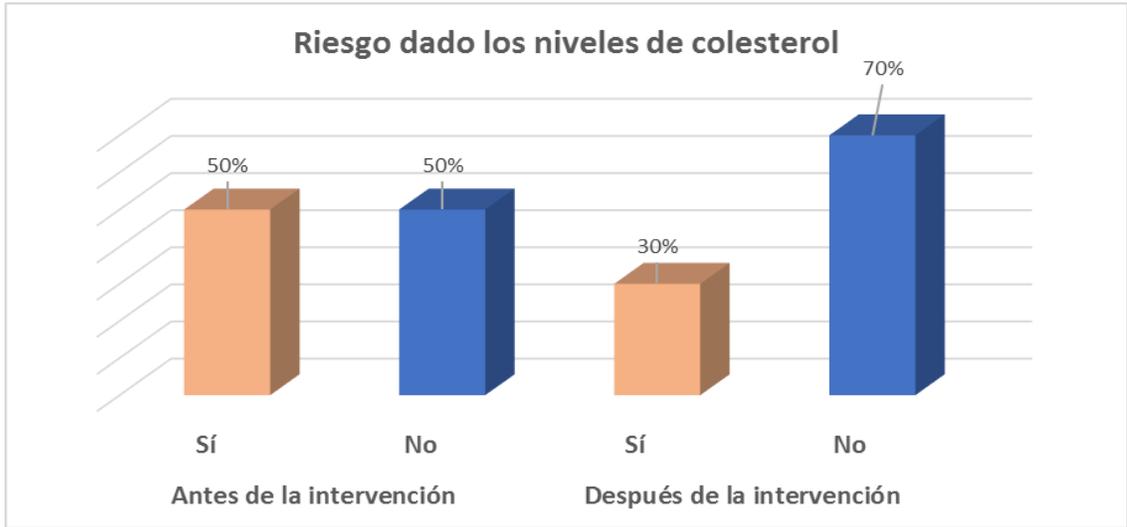
Tomando en cuenta la clasificación del IMC según la SEEDO (2000), al inicio del programa, el 90% de los participantes presentaban problemas de obesidad y el 10% presentaba sobrepeso, pasadas las trece semanas de intervención se puede observar según figura 3, que se logró una disminución en porcentaje de IMC, bajando 10 diez puntos porcentuales y ubicándose en la categoría de sobrepeso ( $p=0.004$ ). Cabe mencionar que aún cuando fue bajo el porcentaje, el hecho de lograrlo, tiene un logro emotivo en la persona que lo va logrando, esto es un indicador que el participante puede seguir con esta rutina de ejercicios con la cual puede mejorar su calidad de vida.



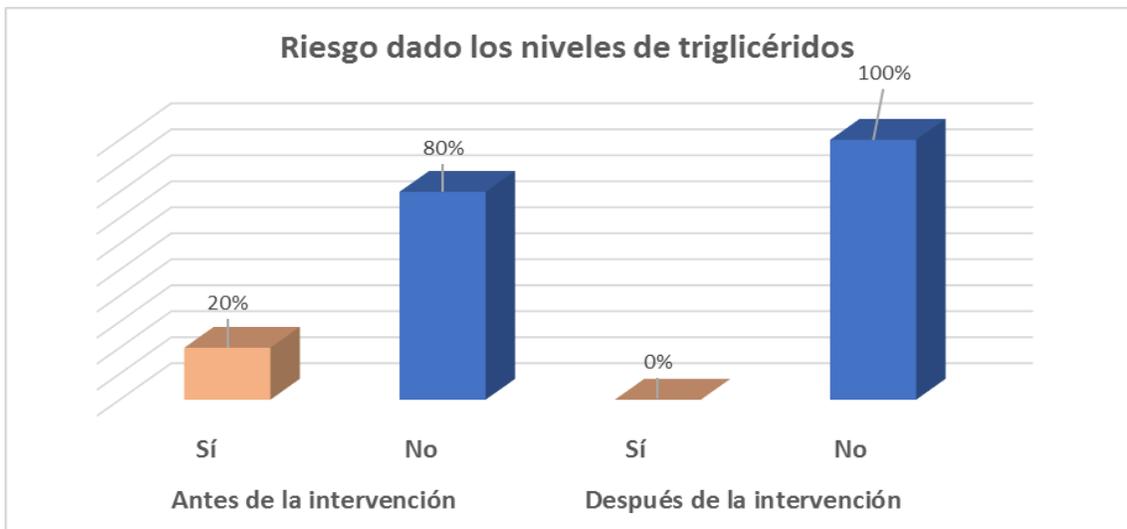
**Figura 3.** Clasificación del estado nutricional antes y después de la intervención.

En cuanto a los niveles de colesterol, el 10% reportó valores muy elevados y un 40% estaban en riesgo. Esto es, el 50% no se encontraban en riesgo al inicio del programa. Después de la intervención, solo el 30% de los participantes quedó en la categoría de riesgo y mientras que en la categoría de normal se refleja un incremento del 20%, aunque este aumento no fue estadísticamente significativo ( $p=0.146$ ) se logró disminuir y favorecer a quienes se comprometieron más allá del solo hecho de participar, se creó conciencia de la problemática de salud. Ver figura 4.

Los triglicéridos son un tipo de grasa. Los cuales provienen de los alimentos que consumimos, lo que indica que todas aquellas calorías sobrantes se convierten en triglicéridos y son almacenadas en los adipocitos para su uso posterior. Por lo general el descuido que tenemos de consumir grandes cantidades de alimento hiper calórico se transforma en un problema de salud e incluso puede generar un gasto del propio bolsillo, es importante reeducarnos y tomar conciencia en relación al consumo de las calorías que requerimos de acuerdo a nuestras actividades. Dicho de esta manera podemos observar en la figura 5 que, al inicio del programa el 20% de los participantes presentaban valores altos, después de la intervención se presenta un aumento significativo ( $p=0.041$ ) que impactó favorablemente en los participantes que se colocaron en valores normales de triglicéridos.



**Figura 4.** Riesgo de enfermedades crónicas no generativas por niveles elevados de colesterol antes y después de la intervención.



**Figura 5.** Riesgo de enfermedades crónicas no generativa por niveles elevados de triglicéridos antes y después de la intervención.

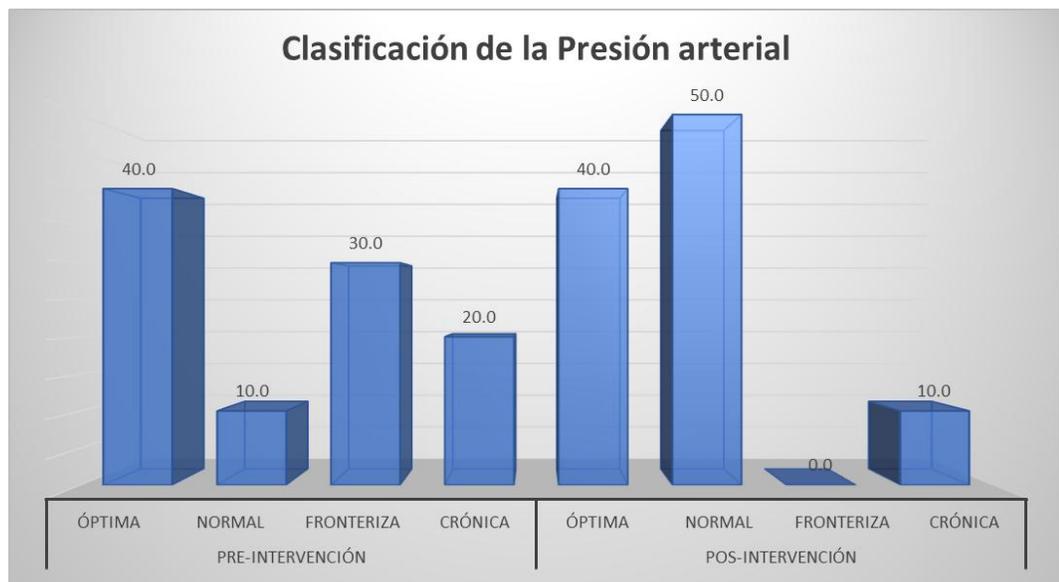
Como se observa en la figura 6, la presión arterial que se manifestaba al inicio del programa, el 40% de los académicos presentaba una presión arterial óptima, un 10% normal, mientras que un 30% con niveles fronterizos y un 20% crónica. Podemos argumentar que los resultados de una presión arterial alta pueden atribuirse al alto consumo de productos estimulantes con cafeína, edulcorantes, bebidas energizantes y a la casi nula actividad física, sin embargo la práctica de alguna actividad física sistematizada puede revertir los resultados, en mejoras que beneficien a la salud, este efecto fue obtenido a través del programa de intervención, después del mismo comprobamos que aumentó un 40% la cantidad de personas con niveles normales, aunque, este aumento no fue estadísticamente significativa ( $p>0.05$ ) de igual forma, se observó una disminución del 50% en el porcentaje de maestros con niveles crónicos de presión arterial.

### **Detectar si la Edad Tiene un Efecto Diferenciado en la Variable Principal**

Otro de los objetivos del estudio era ver si la edad tenía un efecto diferenciado en la variable principal, en este caso con el VO<sub>2</sub>max. Para este estudio se encontró una relación negativa muy débil ( $r=-0.111$ ) entre ambas variables, indicando que a mayor edad es menor el VO<sub>2</sub>max, sin embargo, esta relación no fue estadísticamente significativa ( $p=0.761$ ).

### **Efecto del Programa de Intervención de Ejercicio Físico sobre la Capacidad Cardiorrespiratoria**

La medición directa del consumo máximo de oxígeno es el indicador más válido de la funcionalidad de los aparatos cardiovascular y respiratorio que, mediante el ejercicio nos indica la capacidad que tiene el corazón, los pulmones y la sangre para transportar oxígeno a los músculos en actividad y la utilización del oxígeno por los músculos durante el ejercicio.



**Figura 6.** Clasificación porcentual de la presión arterial antes y después de la intervención.

En la prueba inicial del test de Rockport, se registró como el resultado más bajo de los participantes, el valor de -13.285 mL/Kg/min y el más alto 31.419 mL/Kg/min, al finalizar la intervención el resultado más bajo fue de 7.075 mL/Kg/min y el mayor fue de 47.62 mL/Kg/min, como se puede observar en la figura 6 con los resultados de los participantes. Al inicio del programa, los participantes registraron un VO<sub>2</sub>max medio de 17.33 mL/Kg/min, el cual nos indica que son los mililitros de oxígeno por kilogramo de peso corporal por minuto. Al finalizar el estudio, se logró un aumento significativo de 10.41 ml/kg/min ( $p=0.002$ ). Ver Tabla VI.

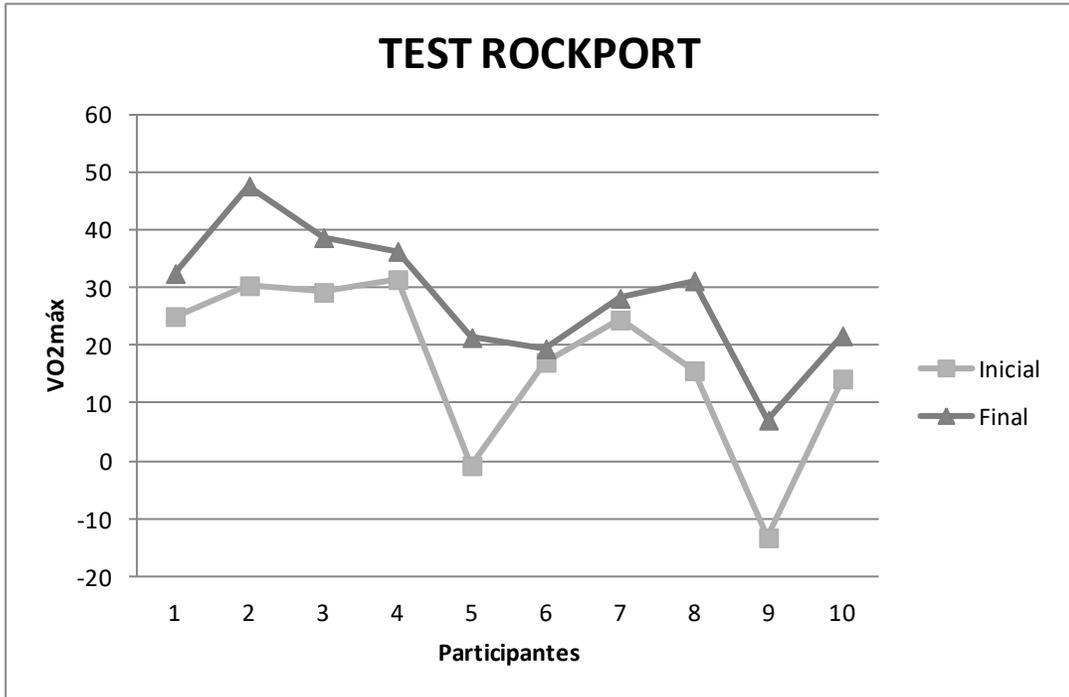
El efecto del programa fue satisfactorio, al obtener un aumento del consumo máximo de oxígeno, obtenido a través de ejercicios aeróbicos con intensidad de moderada a vigorosa, por consecuencia se refleja una disminución del peso corporal, masa grasa y aumenta la masa muscular, aunque muy leve fue su aumento, debemos considerar que si existió en el transcurso de 13 semanas. En cuanto a la glucosa en un inicio se encontraba en un promedio de 94 mg/dL, logrando la reducción promedio de 2.19 unidades de forma gradual en correlación a la disminución de colesterol en 6.17 unidades del promedio, estos resultados son observados durante el mismo período de tiempo en el cual se realizaron los ejercicios del programa de forma controlada en los sujetos de estudio, comprobando con resultado positivo la efectividad de los mismos para el objetivo inicial. Debido a los resultados anteriores, se logra identificar el acondicionamiento físico aeróbico como un factor determinante en el control de la hipercolesterolemia y resistencia a la insulina. La adaptabilidad cardíaca y vascular al acondicionamiento, se observa con el resultado de la disminución de la frecuencia cardíaca promedio durante la realización de ejercicios aeróbicos, logrando enfatizar en la adquisición de resistencia física por parte de los sujetos de estudio.

**Tabla VI.** Efecto del programa de intervención.

Variable	Inicial (M ± DS)	Final (M ± DS)	P
Edad	47.10 ± 11.10	47.40 ± 11.09	0.081
VO2max	17.33 ± 14.52	27.74 ± 11.44	0.002
Peso	94.11 ± 23.19	91.38 ± 22.84	0.009
IMC	35.41 ± 5.83	34.47 ± 6.04	0.004
Masa Grasa	44.79 ± 13.60	42.39 ± 13.53	0.014
Masa Magra	49.33 ± 12.06	48.99 ± 12.41	0.683
Masa Musculo	23.10 ± 6.94	23.30 ± 7.09	0.358
Circunferencia cintura	110.88 ± 14.27	106.90 ± 14.41	0.016
Glucosa	94.69±7.98	92.50±5.52	0.345
Colesterol	202.17±23.55	194±10.66	0.146
Triglicéridos	131.31±22.53	116.90±12.88	0.041
Frecuencia Cardiaca	143.20±17.97	127.40±11.88	0.215
Presión sistólica	122.50±12.08	119±11.97	0.406
Presión diastólica	84±9.40	78±6.75	0.058

Unido a estos beneficios la disminución de la circunferencia de cintura es notoria, es importante señalar que la circunferencia de cintura según la (FID 2005) la adiposidad central es parte de los componentes del síndrome metabólico. Así que una circunferencia de grandes dimensiones estaría dentro del diagnóstico del síndrome metabólico. Afortunadamente existen alternativas a bajo costo que benefician enormemente la salud, entre ellos el cambio de hábitos en los estilos de vida, reducción del peso y aumentar el tiempo de actividad física, pudiendo ser este programa un ejemplo para proponerse una rutina de caminata a través de los pasos realizados.

Podemos apreciar en la figura 7 como los diez participantes aumentaron su consumo de oxígeno, observamos que los participantes 5 y 9 se encontraban en el nivel más bajo, que refleja la nula condición física con la que iniciaron, aun cuando se observe que levemente algunos aumentaron su rendimiento, en otros fue muy significativa la mejoría, lo sustancioso, es el hecho de sentir ese cambio, fue un motivo para continuar y preocuparse por su salud. Cuando hay un aumento del consumo máximo de oxígeno, por lo general hay un gasto calórico que repercute positivamente en la masa grasa y beneficia la masa muscular, pero eso no es todo, con el VO2 Max disminuye el esfuerzo del corazón, y colaboramos para mejorar la calidad de vida del mismo.



**Figura 7.** Resultados Individuales Test Rockport

## DISCUSIÓN

En este estudio en académicos universitarios, el aumento del  $VO_2\text{máx}$  es de 10.41ml/kg/min, dato que no logra tener comparaciones a otros estudios debido a que no hay investigaciones previas disponibles sobre este tema. La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad (90%) es mayor a la reportada por la ENSANUT MC 2016 para la población adulta (71%) (Hernández y col., 2016) y mayor a la reportada por el estudio realizado a trabajadores universitarios en Ciudad de México (72.5%) (Cerecero y col., 2009).

En cuanto a los resultados de laboratorio, no contamos con estudios de comparación, aun así, se obtuvieron resultados favorables en la mejora de los parámetros.

## CONCLUSIONES

El programa de intervención de ejercicio físico tiene un efecto positivo sobre la capacidad cardiorrespiratoria en los académicos de la Universidad de Sonora que presenten algún factor de riesgo del síndrome metabólico. Esta intervención podría representar una opción para reducir los factores de riesgo cardiovascular y mejorar la salud y calidad de vida de los académicos, por lo que será importante ampliar la diseminación del programa.

Si bien, es bastante conocido que el ejercicio físico tiene muchos beneficios para la salud de los individuos, hace falta mayor promoción en las instituciones de educación de los diferentes niveles impulsar la práctica constante del ejercicio en poblaciones académicas. Este trabajo se focalizó en los padecimientos de síndrome metabólico, encontrando mejorías principalmente en la capacidad cardiorrespiratoria, así como en parámetros antropométricos como fue el peso (Kg), la masa grasa y la circunferencia de cintura, cabe mencionar que no se llevó un régimen alimenticio, sólo se compartieron recomendaciones.

Es importante destacar, que no hay investigaciones previas para este tipo de proyecto, por lo que se sugiere seguir investigando al respecto y documentar los hallazgos. También se recomienda que las instituciones adopten programas de ejercicio físico para su personal, no sólo para el académico, esto es con el fin de combatir padecimientos y mejorar la calidad de vida de sus empleados, a la vez prevenir enfermedades crónicas no transmisibles. Debemos crear conciencia que el ejercicio físico aunada a una buena nutrición, debe ser parte del estilo de vida de cada persona, para llevar una vida más sana y prevenir enfermedades como la obesidad, diabetes, hipertensión, dislipidemia, entre otras.

Hemos llegado a la conclusión que difícilmente podemos incidir en un ser humano para beneficiar su salud si no es por conciencia propia, desgraciadamente no nos damos el tiempo para mejorar la salud, estamos en un mundo cibernético que nos cansa y que nos sumerge en las actividades propias, como es el caso de académicos e investigadores, quizá buscando una meta profesional, una meta personal, pero que no entra en ello la meta de la salud.

Nos dimos cuenta de decenas de académicos que respondieron a nuestro llamado que nos comunicaban su estado de salud: obesidad, sobrepeso, diabetes, hipertensión y que les encantaría participar, llegado el tiempo se sumaron trece y quedaron diez, es preocupante haber tenido la oportunidad de tenerlos en el programa y no se dieron el tiempo, justificando que las clases, los horarios, las investigaciones, las distancias, entre otras barreras que no les permitían participar.

Nos complacen los resultados obtenidos, pues indica que este tipo de programas de bajo costo, fáciles de aplicar, pero muy metodológicos, y el trabajo multidisciplinario que se unió a este proyecto, pudimos lograr resultados favorables en la salud de quien lo práctico. Estamos seguros que los que lograron este cambio continuaran mejorando lo más preciado que tenemos: la salud.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abellán Alemán, J.; Sainz De Baranda Andujar, P.; Ortín Ortín, E. J.; Saucedo Rodrigo, P. Et Al. Guía Para La Prescripción De Ejercicio Físico En Pacientes Con Riesgo Cardiovascular. España: 2014.
- Agenda Sep. Anuies Para El Desarrollo De La Educación Superior. [Http://Www.Anuies.Mx/Media/Docs/Avisos/Pdf/151124214840comunicado+016.Pdf](http://www.anuies.mx/media/docs/avisos/pdf/151124214840comunicado+016.pdf). 2015.
- Arredondo, A.; Zúñiga, A. Economic Consequences Of Epidemiological Changes In Diabetes In Middle-Income Countries. The Mexican Case. *Diabetes Care*, 27, P. 104-109, 2004.
- Arruza, J. A.; Arribas, S.; Gil De Montes, L.; Irazusta, S. Et Al. Repercusiones De La Duración De La Actividad Físico-Deportiva Sobre El Bienestar Psicológico. *Revista Internacional De Medicina Y Ciencias De La Actividad Física Y Del Deporte*, 8, P. 171-183, 2008.
- Barría, R.; Amigo, H. Nutrition Transition: A Review Of Latin American Profile. *Archivos Latinoamericanos De Nutrición*, 56, N. 1, P. 3-11, 2006.
- Bordignon, N. El Desarrollo Psicosocial De Eric Erikson. El Diagrama Epigenético Del Adulto. *Revista Lasallista De Investigación.*, 2, N. 2, P. 50-63, 2005.
- Carrillo, L.; Uribe, M.; Méndez-Shánchez, N. Antecedentes Históricos De La Obesidad. *Obesidad: Conceptos Clínicos Y Terapéuticos*. México, D.F.: Mcgraw-Hill, 2013.
- Castro, J. M. Desarrollo Humano, Salud Y Calidad De Vida. Promoción De La Salud En El Ciclo De La Vida. Mc.Graw-Hill/Interamericana Editores,S.A. De C.V. Ed. México: 2012.

- Castro, C.; Cabrera, C., Ramírez, S., García, L., Morales, L, Ramírez, H. Factores de riesgo para enfermedad cardiovascular en adultos mexicanos. (2018). Revista Médica MD. pp 152-162.
- Cerecero, P.; Hernández, B.; Aguirre, D.; Valdés, R. Et Al. Estilos De Vida Asociados Al Riesgo Cardiovascular Global En Trabajadores Universitarios Del Estado De México. Salud Pública De México., 51, 2009.
- Cordain, L.; Gotshall, R.; Eaton, S. Evolutionary Aspects Of Exercise. Nutrition And Fitness: Evolutionary Aspects, Children's Health, Programs And Policies. World Review Of Nutrition And Dietetics, 81, P. 49-60, 1997.
- Departamento De Enfermedades Crónicas Y Promoción A La Salud. Cuestionario Mundial Sobre La Actividad Física (Gpaq). Organización Mundial De La Salud.
- Escobedo, J.; Buitrón, L.; Ramírez, J.; Chavira, R. Et Al. Diabetes En México. Estudio Carmela. Cirujía Y Cirujanos., 79, P. 424-431, 2011.
- Frenk, J.; Lustig, N. Comisión Mexicana De Macroeconomía Y Salud. Invertir En Salud Para El Desarrollo Económico. 2006.
- García, A.; Ramos, S.; Aguirre, D. Calidad Científica De Las Pruebas De Campo Para El Cálculo Del Vo<sub>2</sub>max. Revisión Sistemática. Revista Científica De Salud., P. 247-260, 2016.
- Gbd 2015 Risk Factors Collaborators. Global, Regional And National Comparative Risk Assessment Of 79 Behavioral, Enviromental And Occupational, And Metabolic Risk Of Clusters Of Risk, 1990-2015: A Systematic Analysis For The Global Burden Of Disease Study 2015. The Lancet, 388, N. 10053, P. 1659-1724, 2016.
- Guillé, F., Castro, J., Guillén, M. Calidad De Vida, Salud Y Ejercicio Físico: Una Aproximación Al Tema Desde Una Perspectiva Psicosocial. (2003). Revista de Psicología del Deporte. pp 91-110.

- Gutiérrez, J.; Rivera, J.; Shamah, T.; Villalpando, S. Et Al. Encuesta Nacional De Salud Y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Instituto Nacional De Salud Pública, 2012.
- Hernández, M.; Rivera, J.; Shamah, T.; Cuevas, L. Et Al. Encuesta Nacional De Salud Y Nutrición De Medio Camino 2016. Informe Final De Resultados. Instituto Nacional De Salud Pública. México, P. 149. 2016.
- Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, M. Metodología De La Investigación. 5 Ed. México: Mcgraw Hill, 2010. 978-607-15-0291-9.
- Heyward, V. Advanced Fitness Assessment And Exercise Prescription. 5th. Ed. 2008. 426 P.
- Instituto Mexicano Para La Competitividad A.C. Kilos De Más, Pesos De Menos: Los Costos De La Obesidad En México. Instituto Mexicano Para La Competitividad A.C. 2015.
- Lechner, M. (2008) "Long Run Labor Market Effects of Individual Sports Activities". Discussion Paper. núm. 3559, Bonn, Institute for the Study of Labor.
- Marmot, M.; Wilkinson, R. Social Determinants Of Health. Oup Oxford, 2005.
- Meseguer, M.; García, E.; Rodríguez, P. Influencia de un Programa de Ejercicio Físico en la Condición Física en Sujetos de 26 a 47 años con algún Factor de Riesgo Cardiovascular. (2016). Revista digital de Educación Física, Vol. 38.
- Myers, J.; Prakash, M.; Froelicher, V.; Do, D. Et Al. Exercise Capacity And Mortality Among Men Referred For Exercise Testing. The New England Journal Of Medicine, 346, P. 793-801, 2002.
- National Cholesterol Education Program. Third Report Of The National Cholesterol Education Program (Ncep) Expert Panel On: Detection,

- Evaluation And Treatment Of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel II). National Heart, Lung And Blood Institute. 2001.
- Oms. Información General Sobre La Hipertensión En El Mundo. Una Enfermedad Que Mata En Silencio, Una Crisis De Salud Pública Mundial. Organización Mundial De La Salud. Suiza, P. 40. 2013.
- Organización Mundial de la Salud. 2010
- Organización Mundial De La Salud. Diabetes. Organización Mundial De La Salud. 2018.
- Rodríguez, R., J. Salazar and A. Cruz (2012). "Determinantes de la Actividad Física en México." Estudios Sociales 21.
- Romero, C., D. Villalvilla, E. Cabanillas, M. Laguna and S. Aznar (2015). "Cumplimiento de las Recomendaciones de Actividad Física para la Salud en Adultos Hipertensos." Nutrición hospitalaria 31: 415-420.
- Suazo, R., Fernández, F. Actividad física, condición física y factores de riesgo cardiometabólicos en adultos jóvenes de 18 a 29 años.(2017). Anales de la Facultad de Medicina, vol. 78, núm. 2, pp. 33-37
- Secretaria De Salud Del Estado De Sonora. Estrategia Estatal Para La Prevención Y El Control De Sobrepeso, Obesidad Y La Diabetes. 2013.
- Secretaría De Salud Del Estado De Sonora. Estrategia Estatal Para La Prevención Y El Control Del Sobrepeso, Obesidad Y La Diabetes. 2013.
- Torres, G.; García, M.; Villaverde, C.; Garatachea, N. Papel Del Ejercicio Físico En La Prevención Y Tratamiento De La Obesidad En Adultos. Retos. Nuevas Tendencias En Educación Física, Deportes Y Recreación., P. 47-51, 2015.
- Tudor-Locke, C.; Schuna Jr, J.; Han, H.; Aguiar, E. Et Al. Step-Based Physical Activity Metric And Cardiometabolic Risk. Medicine & Science In Sports & Exercise., 49, P. 283-291, 2017.

Vázquez, V. ¿Cuáles Son Los Problemas Psicológicos, Sociales Y Familiares Que Deben Ser Considerados En El Diagnóstico Y Tratamiento Del Paciente Obeso? Revista De Endocrinología Y Nutrición, 3, 12, P. 136-142, 2004.

Zimmet, P.; Alberti, G.; Shaw, J. Nueva Definición Mundial De La Fid Del Síndrome Metabólico: Argumentos Y Resultados., P. 31-33. 2005.

## ANEXOS

### Anexo 1. Invitación

	<p>VALDEZ HOLGUÍN JOSÉ EDUARDO</p> <p>INVITACIÓN AL PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA</p> 
<p><b>INVITACIÓN</b></p> <p>El comité de tesis de la alumna del Posgrado en Ciencias de la Salud Melanie Valdez García, tienen el agrado de invitar a usted a participar en el proyecto de investigación titulado:</p> <p>"Evaluación del efecto del programa de activación física sobre la salud física y emocional de los académicos de la División de Ciencias Biológicas y la Salud de la Universidad de Sonora" a desarrollarse a partir del mes de agosto a diciembre, en el semestre 2018-2, dicho proyecto está dirigido a académicos que sospechan tener padecimientos de hipertensión, colesterol alto, triglicéridos o diabetes.</p> <p><b>Contexto:</b></p> <p>El espacio universitario como un escenario privilegiado en pro de la salud contribuye a fortalecer el potencial de cada individuo, así como del colectivo que conforma la comunidad universitaria.</p> <p>En un estudio realizado a trabajadores universitarios del Estado de México para asociar el estilo de vida con riesgo cardiovascular, se encontró que la actividad física moderada-vigorosa es un factor del estilo de vida asociado con menor riesgo cardiovascular. La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en los trabajadores universitarios (72.5%) es superior a la reportada por la ENSANUT 2006 para población de 30 a 60 años (70.0%). En los trabajadores con obesidad, la probabilidad de padecer una enfermedad cardiovascular duplicó a la de aquéllos con peso normal; asimismo, el sobrepeso intensificó el riesgo cardiovascular.</p>	<p><b>Objetivo:</b></p> <p>Evaluar el efecto del programa de actividad física sobre la salud física y emocional de los académicos de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad de Sonora, que padezcan alguna dislipidemia.</p> <p><b>Fechas y lugar:</b> se proyecta iniciar en la tercera semana del mes de agosto del año en curso los contenidos del programa lo conforma la actividad física, mediciones antropométricas, exámenes de laboratorio, test físicos, encuesta sobre estrés laboral, pláticas de orientación nutricional, capsulas motivacionales, talleres de relajación y técnicas de respiración y actividades recreativas al aire libre.</p> <p>Para comunicarse aceptando participar en el programa mencionado, dirigirse al correo: <a href="mailto:elena.chavez@unison.mx">elena.chavez@unison.mx</a></p> <p>Sin otro en particular, agradeciendo de antemano la atención al presente, quedo de Usted.</p> <p style="text-align: center;">Atentamente</p> <p style="text-align: center;">Dra. María Elena Chávez Valenzuela Directora de Tesis</p>



#### SI SOSPECHA QUE...

Padece de diabetes, hipertensión arterial, obesidad, colesterol alto o triglicéridos, y tiene una edad entre 30 y 65 años, es candidato al programa de actividad física.

- Al inicio y al final del programa se tomarán medidas antropométricas, datos bioquímicos, se aplicará el cuestionario GPAQ de la OMS y el test de Rockport.
- Contaremos con un médico en cada sesión supervisando las actividades.
- Antes de iniciar las actividades, tomaremos presión arterial, frecuencia cardíaca y glucosa, así nos aseguramos que siempre esté en condiciones óptimas para la realización del ejercicio.



El comité de tesis de la alumna del Posgrado en Ciencias de la Salud Melanie Valdez García, tienen el agrado de **invitar a usted a participar** en el proyecto de investigación titulado:

**"Efecto del programa de ejercicio físico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en académicos de la Universidad de Sonora con algún factor de riesgo del síndrome metabólico"** a desarrollarse a partir del mes de enero a abril, en el semestre 2018-1, dicho proyecto está dirigido a académicos que sospechan tener padecimientos de hipertensión, colesterol alto, triglicéridos o diabetes.

## Anexo 2. Tríptico

### La salud también es importante

Dedicarle tiempo a nuestra salud también es importante, nos sumergimos tanto en nuestros trabajos y compromisos que nos olvidamos de pensar un poco en nosotros y nuestro bienestar.

*"Te darás cuenta que lo que hoy parece un sacrificio mañana terminará siendo el mayor logro de tu vida"*

#### Contacto

Correo electrónico: [elena.chavez@unison.mx](mailto:elena.chavez@unison.mx)  
Correo electrónico: [posgrado.valdez@gmail.com](mailto:posgrado.valdez@gmail.com)

#### CUPO LIMITADO



UNIVERSIDAD DE SONORA  
*"El Saber de mis Hijos hará mi Grandeza"*

#### Objetivo

Evaluar el efecto del programa de intervención de ejercicio físico sobre la capacidad cardiorrespiratoria en los académicos de la Universidad de Sonora que presenten algún factor de riesgo del síndrome metabólico.

*"Nunca es tarde para cambiar tu estilo de vida"*

#### Fechas y Lugar

Se proyecta iniciar 14 de Enero 2019 y finalizar el 4 de Abril del año en curso.  
Días: Lunes a Jueves  
Horarios: 18:30-19:30 hrs

Los contenidos del programa lo conforman la actividad física, mediciones antropométricas, exámenes de laboratorio, test físicos, pláticas de orientación nutricional, cápsulas motivacionales, talleres de relajación y técnicas de respiración y actividades recreativas al aire libre.

#### Programa de actividad física

El programa de actividad física tiene objetivo mejorar la aptitud física, logrando así reducir los factores de riesgos de las enfermedades crónicas no transmisibles, provocando una adaptación fisiológica.



### INVITACIÓN AL PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO

*Proyecto de maestría en Ciencias de la Salud*



Este programa de actividad física es estructurado e individualizado, para realizarse en tres meses, con un aproximado de 48 sesiones de trabajo, tomando en cuenta el tipo de ejercicio más apropiado según los padecimientos de cada académico, la intensidad, duración, frecuencia y el ritmo de progresión.

#### Recomendaciones:

↳ **Hipertensión Arterial:** estar libre de arritmias y trombosis, así como no presentar antecedentes de infarto. El tipo de ejercicio es de nivel moderado de actividad aeróbica como caminar, natación o bicicleta.

↳ **Diabetes:** estar libre de lesiones en extremidades que puedan conducir a pie diabético, portar calzado deportivo para diabético. El tipo de ejercicio aeróbico incluye caminar, trotar, bicicleta y aeróbicos en agua.

↳ **Obesidad:** el tipo de ejercicio es aeróbico como lo es la caminata, natación y bicicleta con baja resistencia.

↳ **Triglicéridos:** la actividad está basada en el tipo aeróbico como caminata, natación y bicicleta, buscando un gasto calórico semanal de 1200 calorías.

