



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS, ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD**

**LA CARGA DE LA INACTIVIDAD FÍSICA EN ADULTOS MEXICANOS**

**TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS MÉDICAS, ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD**

**PRESENTA:  
CATALINA MEDINA GARCÍA**

**TUTOR PRINCIPAL  
DR. SIMÓN BARQUEA CERVERA  
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA, CINYS**

**MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR  
DR. IAN JANSSEN  
QUEEN'S UNIVERSITY  
MTRO. SERGIO BAUTISTA ARREDONDO  
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA, CISS**

**CIUDAD DE MÉXICO, DICIEMBRE 2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Resumen

**Antecedentes.** Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNTs) causan el 60% de las muertes en todo el mundo, principalmente en países en desarrollo como México. Dentro de los principales factores de riesgo modificables se encuentran las dietas poco saludables y la inactividad física. Ésta última, se define como el acumular < 150 minutos de actividad física moderada-vigorosa (AFMV) a la semana. Y se asocia con el riesgo de padecer siete principales ECNTs incluyendo cardiopatía coronaria (CC), accidentes cerebrovasculares y Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2). En México, los niveles de inactividad física han aumentado en un 40% del 2006 al 2012, en contraste con la recomendación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que propone una reducción del 10% y 15% de este factor de riesgo para el 2025 y 2030 respectivamente. Ésta recomendación podría obtenerse implementando intervenciones comunitarias, las cuales han demostrado aumentar los niveles de actividad física. Hasta la fecha, se ha explorado poco sobre la asociación de la inactividad física y el riesgo de ECNTs, la carga de este factor de riesgo y la evaluación de programas comunitarios que promueven la práctica de actividad física en México.

**Objetivos.** 1) Determinar si la inactividad física moderada-vigorosa predice la incidencia de la hipertensión arterial (HTA) y la DM2 en adultos mexicanos, 2) Estimar la contribución de la inactividad física a la carga de enfermedades cardiovasculares (ECV) y DM2 en México y 3) Identificar y evaluar una intervención comunitaria con potencial para reducir la inactividad física en México. **Métodos.** Para responder el objetivo 1, el *Manuscrito uno* exploró la asociación entre cuatro niveles de APMV y el riesgo de DM2 e HTA en 2,282 hombres y mujeres que residían en seis barrios de nivel socioeconómico bajo de la Ciudad de México. La asociación se exploró por medio de modelos de riesgo proporcionales de Cox ajustados por potenciales variables confusoras. Para responder el objetivo 2, el *Manuscrito dos* estimó en qué medida el aumento del 40% en la prevalencia de inactividad física en México entre 2006 y 2012 influyó en la incidencia de ECV y DM2. Además estimó el impacto proyectado de una disminución del 10% en la inactividad física entre 2012-2025 y el impacto de una reducción del 15% entre 2012-2030 sobre la incidencia de ECV y DM2. Se usó el “modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares”. Los niveles de actividad física se obtuvieron mediante la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición México (ENSANUT) 2006 y 2012. Finalmente, para responder el objetivo 3, el *Manuscrito tres* evaluó el programa “Muévete en Bici” de la Ciudad de México, así como los factores sociodemográficos y físicos asociados con la participación. Se utilizaron análisis descriptivos y regresión ordinal multivariada para conocer la asociación entre la participación y estos factores. **Resultados.** La inactividad física en el tiempo libre se asoció con el riesgo de HTA y

DM2. La inactividad física ocupacional únicamente se asoció con el riesgo de HTA. De acuerdo con el modelo construido, el aumento del 40% en la prevalencia de inactividad física de 2006 a 2012 generó 27,000 casos de DM2. Por otro lado, una reducción del 10% en los niveles de inactividad física del 2012 al 2025 podría disminuir 8,400 casos de DM2 y mientras que una reducción del 15% en los niveles de inactividad física del 2012 al 2030 podría disminuir un total 17,200 casos de DM2 y 9,200 casos de CC. El programa “Muévete en Bici” aporta un promedio de 221 minutos de actividad física por semana, 71 minutos más de lo recomendado por la OMS a la semana. Las mujeres, personas con sobrepeso y participantes de bajo nivel socioeconómico son quienes asisten con menor frecuencia. **Conclusión.** La inactividad física se asoció con el riesgo de desarrollar HTA y DM2, sin embargo, implementar estrategias que reduzcan los niveles de inactividad física hasta 15%, podría disminuir los casos nuevos de DM2 y ECV (como CC y accidentes cerebrovasculares). El programa “Muévete en bici” puede aportar a sus participantes en promedio 20% más de la actividad física recomendada por semana.

## Autorías

Los artículos publicados en ésta tesis fueron escritos por Catalina Medina en colaboración con sus co-autores. Los co-autores son: Dr. Simón Barquera (manuscritos uno, dos y tres), Dr. Ian Janssen (manuscritos uno, dos y tres), Mtro. Sergio Bautista (manuscritos uno, dos y tres), Dr. Clicerio González (manuscrito uno), Dra. María Elena González (manuscrito uno), Dra. Pamela Coxson (manuscrito dos), Dra. Joanne Penko (manuscrito dos), Dra. Kirsten Bibbins-Domingo (manuscrito dos), Dr. Martín Romero (manuscrito tres).

*Manuscrito uno:* La inactividad física como un factor de riesgo para HTA y DM2 en adultos mexicanos: Un estudio de cohorte prospectivo publicado en Marzo del 2018 en la revista científica *Scientific Reports*. La versión del artículo publicada en ésta tesis está traducida al español. Catalina Medina fue responsable de hacer la pregunta de investigación, revisión de literatura, limpieza de datos, análisis estadísticos, interpretación de resultados y escritura del primer borrador. Los Dres. Ian Janssen, Simón Barquera y el Mtro. Sergio Bautista guiaron en la interpretación de resultados y revisión de borradores. Los Dres. Clicerio González y María Elena González ayudaron con la recolección de datos y revisión de los borradores.

*Manuscrito dos:* La contribución de la inactividad física a la carga cardiovascular y de DM2 en México. Este artículo se someterá a la revista *Plos One*, por lo que la versión podría cambiar de acuerdo con los comentarios de los revisores. La versión del artículo publicada en ésta tesis está traducida al español. Catalina Medina fue responsable de generar la pregunta de investigación, revisión de literatura, alimentar el modelo, análisis de datos, interpretación de resultados y escritura del primer borrador. La Dra. Pamela Coxson ayudó en explicar la metodología del modelo, la forma de alimentarlo y calibrarlo, guió en la interpretación de resultados y revisión de los borradores. Los Dres. Ian Janssen, Simón Barquera y el Mtro. Sergio Bautista guiaron en la interpretación de resultados y revisión de los borradores. Las Dras. Joanne Penko y Kirsten Bibbins-Domingo ayudaron con la revisión de los borradores.

*Manuscrito tres:* Muévete en bici. Estrategia comunitaria para promover actividad física en la Ciudad de México. Este artículo se someterá a la revista *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, por lo que la versión podría cambiar de acuerdo con los comentarios de los revisores. La versión del artículo publicada en ésta tesis está traducida al español. Catalina Medina fue responsable de generar la pregunta de investigación, revisión de literatura, levantamiento de datos, limpieza y análisis de datos, interpretación de resultados y escritura del primer borrador. El Dr. Martín Romero ayudó con el cálculo de muestra, estimar el número de participantes, guió en la interpretación de los resultados y revisión de los borradores. Los

Dres. Ian Janssen, Simón Barquera y el Mtro. Sergio Bautista guiaron en la conceptualización del artículo, en la interpretación de resultados y revisión de los borradores.

## Agradecimientos

Me es muy difícil escribir en una hoja los agradecimientos de cinco años de trabajo de el doctorado. Seguramente a lo largo de este trayecto encontré muchas personas que de forma directa o indirecta me brindaron apoyo en una de las etapas más difíciles y retadoras de la vida. Cada uno de ustedes forman parte de éste gran resultado. Me gustaría poder mencionarlas a todas, sin embargo, mencionaré a aquellos que caminaron más cerca.

Primero que nada agradezco a mis asesores de maestría y doctorado Dr. Ian Janssen y Dr. Simón Barquera. Ustedes fueron un pilar fundamental para mi desarrollo profesional, admiro su paciencia, dedicación, compromiso y entrega. Espero algún día poder llegar a ser tan humana y profesional como ustedes. Agradezco enormemente el apoyo de mis profesores de doctorado Dr. Salmerón, Dr. Malaquías y Dr. Rojas, de mis compañeros de clase, co-autores y compañeros de trabajo. Gracias por compartir sus críticas y retroalimentaciones.

Además agradezco el apoyo incondicional de mi pareja, amigas y amigos Pablo Gavaldón, Teresa Siliceo, Lucía de la Torre, Ingrid Fetter, Lucía LLanes, Sonia Salazar, Analie Gutiérrez, Ximena Insua, Gabriela García, Claudia Nieto, Margarita Safdie y Andrei Rosua. Estoy muy agradecida con la vida por haberlos puesto en éste camino. Ustedes han sido y seguramente serán personas fundamentales que me motiven a seguir adelante aún en momentos difíciles. No estoy segura que hubiera sido de éste trabajo sin su apoyo.

Agradezco también a mi familia grande y chica, en especial a mis papás y hermano. No tengo palabras para expresar lo que han aportado a mi vida. Gracias por enseñarme a ser paciente, disciplinada, compartida, agradecida, a luchar por lo que se quiere y sobre todo por enseñarme a no rendirse.

Finalmente, me pregunto, ¿Qué me deja el doctorado más allá del estudio? Me deja que la vida no es fácil, que luchar por lo que se quiere tampoco es fácil, pero me deja una enorme satisfacción de que a pesar de haber pasado por situaciones sumamente difíciles durante éste proceso, la perseverancia siempre será mi mejor aleada. Estoy sumamente agradecida con la vida por haberme brindado la oportunidad de vivir ésta experiencia.

## Tabla de contenido

Resumen	ii
Autorías	iv
Agradecimientos	vi
Lista de tablas	ix
Lista de figuras	x
Lista de abreviaciones	xi
<i>Capítulo 1. Introducción</i>	1
1.1 Antecedente general	1
1.2 Objetivo de la tesis	1
1.3 Organización de la tesis	2
1.4 Referencias	2
<i>Capítulo 2. Revisión de literatura</i>	3
2.1 Visión general	3
2.2 Definiciones clave	3
2.3 Inactividad física como problema de salud pública	4
2.4 Breve descripción de la inactividad física	5
2.4.1 Inactividad física en México	5
2.5 Breve descripción de la asociación entre inactividad física y ECNTs	5
2.5.1 Asociación entre inactividad física y ECNTs en México	7
2.6 Inactividad física como factor de riesgo atribuible para ECNTs	8
2.6.1 Fracción de riesgo atribuible a la inactividad física en México	10
2.7 La carga de la inactividad física	10
2.7.1 La carga de la inactividad física en México	11
2.8 Intervenciones costo efectivas para promover actividad física	11
2.8.1 Ciclovías recreativas	12
2.9 Resumen	12
2.10 Referencias	13
<i>Capítulo 3. La inactividad física como un factor de riesgo para HTA y DM2 en adultos. Un estudio de cohorte prospectivo</i>	18
Resumen	18
Introducción	18
Métodos	19
Resultados	23
Discusión	26
Conclusiones	28
Referencias	29
<i>Capítulo 4. La contribución de la inactividad física a la carga cardiovascular y de DM2 en México</i>	33
Resumen	33
Introducción	34
Métodos	34
Resultados	37
Discusión	40
Conclusiones	42
Referencias	43
<i>Capítulo 5. Muévete en bici. Estrategia comunitaria para promover actividad física en la Ciudad de México</i>	47
Resumen	47

Introducción	48
Métodos	49
Resultados	52
Discusión	58
Conclusiones	61
Referencias	61
<i>Capítulo 6. Discusión general y conclusiones</i>	65
6.1 Resumen de los resultados principales	65
6.2 Fortalezas de la tesis	65
6.3 Limitaciones de la tesis	66
6.4 Implicaciones y contribuciones de la tesis	67
6.5 Dirección para futuras investigaciones	68
6.6 Conclusiones de la tesis	69
6.7 Referencias	70
Anexo 1. Modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares	72
Anexo 2. Comparación entre las incidencias nacionales de ECV y muertes por CC calculadas con el modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares. México, 2010	73
Anexo 3. Parámetros utilizados para alimentar el modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares, México	73
Anexo 4. Marco conceptual sobre el impacto de la actividad física en los desenlaces de salud	77
Anexo 5. Máscara de captura “Survey Monkey” para recolectar información de los participantes del programa “Muévete en Bici”	78
Referencias	79

## Lista de tablas

### **Capítulo 2. Revisión de literatura**

Tabla 1. Resumen de resultados de meta análisis que muestran la asociación entre ECNTs e inactividad física .....	6
Tabla 2. Resultados de estudios que estiman la fracción de riesgo atribuible a inactividad física .....	8

### **Capítulo 3. La inactividad física como un factor de riesgo para HTA y DM2 en adultos. Un estudio de cohorte prospectivo**

Tabla 3. Características basales (1989-90) de acuerdo a condiciones sociodemográficas y de salud en participantes de el estudio prospectivo de DM2 de la Ciudad de México .....	23
Tabla 4. Riesgo de DM2 de acuerdo a los niveles de actividad física. ....	25
Tabla 5. Riesgo de HTA de acuerdo a los niveles de actividad física. ....	26

### **Capítulo 4. La contribución de la inactividad física a la carga cardiovascular y de DM2 en México**

Tabla 6. Entradas usadas en el modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares .....	36
Tabla 7. Prevalencia de inactividad física y promedio de minutos de actividad física por semana entre adultos mexicanos: ENSANUT 2006 y 2012 .....	37
Tabla 8. Número acumulado de casos basados en un período de 7 años entre los mexicanos de 35 a 64 años bajo diferentes supuestos (prevalencia de inactividad física ajustada y no ajustada de 2006 y 2012) .....	38

### **Capítulo 5. Muévete en bici. Estrategia comunitaria para promover actividad física en la Ciudad de México**

Tabla 9. Características sociodemográficas, físicas y del programa. Ciudad de México, 2017-2018 .....	54
Tabla 10. Promedio y medianas de minutos de actividad física durante el programa de acuerdo a las características sociodemográficas, físicas y del programa. Ciudad de México, 2017-2018 .....	55
Tabla 11. Análisis de regresión ordinal de acuerdo a la asociación entre la frecuencia de asistencia al programa y las características sociodemográficas, físicas y del programa .....	57

## Lista de figuras

### **Capítulo 4. La contribución de la inactividad física a la carga cardiovascular y de DM2 en México**

Figura 1. Porcentaje de cambio entre 2006 y 2012 sobre el número de casos con DM2, CC y accidente cerebrovascular entre los adultos mexicanos según los grupos de edad. ....39

Figura 2. Casos incidentes de CC, accidente cerebrovascular y DM2 prevenidos durante el período 2016-2030 entre 35 a 64 años. ....40

### **Capítulo 5. Muévete en bici. Estrategia comunitaria para promover actividad física en la Ciudad de México**

Figura 3. Mapa con la distribución de los participantes y rutas. Ciudad de México, 2017-2018 .....56

#### **Anexos**

Figura 4. Modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares .....72

Figura 5. Comparación entre las incidencias nacionales de enfermedades cardiovasculares y muertes por CC calculadas con el modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares. México, 2010 .....73

Figura 6. Marco conceptual sobre el impacto de la inactividad física en los desenlaces de salud .....77

Figura 7. Máscara de captura “Survey Monkey” para recolectar información del programa “Muévete en Bici” .....78

## Lista de abreviaciones

Diabetes Mellitus tipo 2	DM2
Accidente cerebrovascular	ACV
Actividad Física	AF
Actividad Física Moderada Vigorosa	AFMV
Actividad Física Moderada	AFM
Actividad Física Vigorosa	AFV
Angioplastia Coronaria Transluminal Percutánea	PTCA*
Años de vida ajustados por calidad	QALYs*
Años de vida ajustados por discapacidad	DALYs*
Cardiopatía Coronaria	CC
Cirugía de Revascularización Coronaria	CABG*
Clasificación Internacional de Enfermedades	ICD*
Colesterol de alta densidad	HDL*
Colesterol de baja densidad	LDL*
Comisión Nacional del Deporte	CONADE
Consejo Nacional de Población	CONAPO
Cuestionario Global de Actividad Física	GPAQ*
Cuestionario Internacional de Actividad Física	IPAQ*
Equivalente metabólico	MET o METs*
Enfermedades Cardiovasculares	ECV
Enfermedades Crónico no Transmisibles	ECNTs
Encuesta Mundial de Tabaquismo en Adultos	GATS*
Encuesta Nacional de Salud y Nutrición	ENSANUT
Estados Unidos de América	EUA
Fracción de Riesgo Atribuible	FRA
Hipertensión Arterial	HTA
Infarto al Miocardio	IM
Índice de Masa Corporal	IMC
Instituto Mexicano del Seguro Social	IMSS
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática	INEGI
Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado	ISSSTE
Muévete en Bici	MEB
Organización Mundial de la Salud	OMS
Petróleos Mexicanos	PEMEX
Secretaría de Medio Ambiente	SMA
Secretaría de Salud	SSA
Sistema Nacional de Informática en Salud	SINAIS
Riesgo Relativo	RR
USA National Hospital Discharge Survey	NHDS

---

\* Por sus siglas en inglés

# Capítulo 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedente general

La población mundial ha experimentado cambios sustanciales en los hábitos alimenticios y patrones de actividad física en las últimas décadas, lo que ha llevado a un aumento en la prevalencia de las ECNTs. Varios esfuerzos de investigación se han centrado en la comprensión de los factores de riesgo que favorecen la incidencia de estas enfermedades, incluyendo la inactividad física.<sup>1</sup> Se estima que más de 5 millones de muertes al año en todo el mundo se atribuyen a este factor de riesgo.<sup>2</sup>

La inactividad física no es sólo un problema de salud en los países de alto ingreso como Estados Unidos de América (EUA), Canadá, etc. Ésta se está volviendo cada vez más importante en los países de ingresos medios como México. De acuerdo con datos de la ENSANUT 2006 y 2012, la prevalencia de inactividad física incrementó 40% en los últimos 6 años y se espera que ésta prevalencia pueda seguir aumentando en los próximos años.<sup>3</sup> Además de estos datos de prevalencia, existe poca información sobre la contribución de la inactividad física en la carga de ECV en la población mexicana. El objetivo de ésta tesis es hacer frente a esta falta de conocimientos. La tesis intentará responder las siguientes preguntas: ¿Cuál es la influencia de la inactividad física en el desarrollo de las ECNTs en los adultos mexicanos? ¿Cuántos casos se podrían evitar mediante la reducción de la inactividad física dentro de la población mexicana? ¿Hay intervenciones comunitarias rentables para hacer frente a la inactividad física en México? Las respuestas a estas preguntas podrían contribuir a orientar los recursos para reducir las principales ECNTs atribuibles a la inactividad física en México. Además, puede proporcionar información relevante para el diseño de políticas para prevenir las enfermedades causadas por este factor de riesgo.

### 1.2 Objetivo de la tesis

*General:*

Caracterizar la carga de la inactividad física en adultos mexicanos e identificar alguna estrategia comunitaria con potencial de reducir la inactividad física en México.

*Específicos:*

- 1) Determinar si la inactividad física moderada-vigorosa predice la incidencia de la HTA y la DM2 en adultos mexicanos.
- 2) Estimar la contribución de la inactividad física a la carga de ECV y DM2 en México.

3) Describir y evaluar el programa “Muévete en bici” de la Ciudad de México y conocer la asociación de la participación con variables socioeconómicas, físicas y características del programa.

### **1.3 Organización de la tesis**

Se elaboró una tesis basada en tres diferentes manuscritos. Se generó un manuscrito para cada uno de los objetivos específicos mencionados anteriormente. Se utilizaron diversas fuentes de datos y diseños de estudio dentro de los manuscritos.

### **1.4 Referencias**

1. Stevens G., Dias R. H., Thomas K. J., et al. Characterizing the epidemiological transition in Mexico: national and subnational burden of diseases, injuries, and risk factors. *PLoS Med.* 2008;5(6):e125.
2. Lee I. M., Shiroma E. J., Lobelo F., et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet.* 2012;380(9838):219-229.
3. Medina C., Janssen I., Campos I., Barquera S. Physical inactivity prevalence and trends among Mexican adults: results from the National Health and Nutrition Survey (ENSANUT) 2006 and 2012. *BMC Public Health.* 2013;13:1063.

## Capítulo 2

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Visión general

La revisión de literatura abordada en éste capítulo proveerá un resumen de la contribución de la inactividad física en el desarrollo de ECNTs, principalmente en el desarrollo de HTA y DM2, describirá la carga de la inactividad física en México y aportará información sobre programas comunitarios y costo efectivos de promoción de la actividad física en la población.

#### 2.2 Definiciones clave

*Actividad física* se conoce como cualquier movimiento realizado por el músculo esquelético que resulta en un incremento del gasto energético.<sup>1</sup> El *equivalente metabólico* (por sus siglas en inglés: MET o METs) es la unidad que estima el gasto energético (consumo de oxígeno) de la actividad física.<sup>1</sup> De acuerdo con el gasto energético, la actividad física se puede clasificar en ligera, moderada o vigorosa. Las actividades ligeras son aquellas que tienen un gasto energético menor a 2.9 METs, las actividades moderadas son aquellas con un gasto energético de 3.0 a 5.9 METs, y las actividades vigorosas tienen un gasto energético  $\geq 6$  METs.<sup>2</sup> El total de AFMV que una persona puede acumular en una semana sirve para clasificar a un individuo como *físicamente activo* (ejemplo: acumular suficiente AFMV para obtener beneficios a la salud) o *físicamente inactivo* (ejemplo: no acumular la suficiente cantidad de AFMV para obtener beneficios a la salud). De acuerdo con las recomendaciones de actividad física de la OMS, el acumular al menos 150 minutos por semana de actividad física moderada (AFM), o 75 minutos por semana de actividad física vigorosa (AFV) o la combinación de ambas se usa para clasificar a los individuos como físicamente activos.<sup>3</sup>

La *prevalencia de un factor de riesgo* es una medida de la proporción de la población que tiene el factor de riesgo, mientras que las medidas de asociación tales como el *riesgo relativo (RR)* se utilizan para estimar la fuerza de la asociación entre un factor de riesgo (ejemplo: la inactividad física) y un resultado (ejemplo: enfermedad crónica) en la investigación etiológica. La *carga de la enfermedad* es una función de la prevalencia y el RR, y puede ser capturada por la *fracción de riesgo atribuible (FRA)*.<sup>4</sup> La FRA refleja "la cantidad de enfermedad extra (ECNTs como la HTA, la DM2 o la obesidad) que puede ser atribuida o causada por un factor de riesgo específico (ejemplo: inactividad física)".<sup>5,6</sup>

Los desenlaces más conocidos de salud en la estimación de la carga de la enfermedad son los *años de vida ajustados por calidad* (por sus siglas en inglés: QALYs) y los *años de vida*

*ajustados por discapacidad* (por sus siglas en inglés: DALYs).<sup>7</sup> Los QALYs se definen como "toda la gama de experiencias humanas, estados, percepciones y esferas de pensamiento sobre la vida de un individuo o una comunidad". Los DALYs se refieren a los años potenciales de vida perdidos, por muerte prematura o discapacidad, debido a una enfermedad específica o a alguna lesión.<sup>7</sup>

El *análisis de cadena de Markov* " ilustra el proceso de enfermedad distribuyendo a todos los pacientes a través de un número finito de estados de enfermedad distintos y mutuamente excluyentes al inicio y siguiendo el desarrollo de la cohorte durante un tiempo definido (número de ciclos)".<sup>8</sup> Los estados de enfermedad se llaman "estados de Markov" y generalmente están definidos por los parámetros de la enfermedad.<sup>9</sup> Los parámetros de la enfermedad pueden no solo ser resultados finales (muerte) sino simplemente representar puntos de detención convenientes.<sup>9</sup> El punto de detención puede ser la esperanza de vida cruda o una expectativa de vida ajustada de calidad.<sup>9,10</sup> Los modelos de Markov se usan normalmente en ECNTs donde el riesgo de progresión de la enfermedad está cambiando a lo largo del tiempo.<sup>8</sup>

El *modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares* (por sus siglas en inglés: CVD policy model) es un modelo de simulación de Monte Carlo por ordenador, el cuál considera el estado de transición (Markov) y ha sido utilizado durante 20 años para predecir la prevalencia, incidencia, mortalidad y costos de las ECV (incluyendo CC, accidentes cerebrovasculares) y DM2 entre la población de EUA de 35 a 94 años de edad.<sup>11</sup> Este modelo ha sido modificado y calibrado para predecir ECV en otros países, entre ellos México. La calibración consiste en la comparación de las cifras reportadas en la población mexicana (ejemplo: número de habitantes, prevalencia, incidencia y mortalidad) y las estimaciones obtenidas por el modelo.<sup>12</sup>

### **2.3 Inactividad física como problema de salud pública**

Actualmente, las ECNTs causan el 60% de las muertes en todo el mundo.<sup>13</sup> La inactividad física es un factor de riesgo altamente prevalente y modificable para el desarrollo de estas.<sup>13</sup> Datos de países de altos ingresos sugieren que entre el 5-39% de las ECNTs se atribuyen a inactividad física,<sup>14-18</sup> el porcentaje de muertes totales atribuidas a la inactividad física oscila entre el 3.3% y 10.3%.<sup>15,19</sup> Finalmente, si se eliminara la inactividad física se podrían reducir hasta 5.3 millones de muertes anuales por ECNTs.<sup>20</sup>

Otras estimaciones de países de altos ingresos sugieren que los programas de salud pública, como las intervenciones comunitarias destinadas a promover las caminatas regulares, pueden tener éxito en la disminución de la prevalencia de inactividad física en la población adulta hasta en un 10%. Estos programas podrían ahorrar miles de millones de dólares en asistencia sanitaria en caso de aplicarse a una nivel nacional.<sup>21</sup>

## **2.4. Breve descripción de la inactividad física**

En 2010, la OMS publicó las recomendaciones mundiales de actividad física, que se basan en un análisis científico de la influencia de la inactividad física sobre los desenlaces por ECNTs.<sup>3</sup> Las recomendaciones señalan que los adultos deben acumular al menos 150 minutos de AFM o 75 minutos de AFV por semana.<sup>3</sup> Los adultos que cumplen estos minutos semanales son considerados como "físicamente activos", mientras que aquellos que no cumplen se clasifican como "físicamente inactivos".

Los instrumentos más comunes que se utilizan para evaluar la prevalencia de inactividad física en estudios poblacionales son la versión corta del IPAQ<sup>22</sup> y el GPAQ.<sup>23</sup> En 2012, Hallal y cols.<sup>24</sup> estimaron los niveles de inactividad física a nivel mundial utilizando datos de varios países con información obtenida de ambos instrumentos.

De acuerdo con Hallal y cols. el 31% de los adultos de 121 países, son clasificados como físicamente inactivos con un rango que va de 5% (Bangladesh) a 72% (Malta).<sup>24</sup> Al estratificar por región, la prevalencia de inactividad física es de 43% en las Américas, 28% en África, 43% en el este del Mediterráneo, 35% en Europa, 17% en el Sudeste de Asia, y 34% en el Pacífico occidental. Dentro de los países que forman parte de las Américas la prevalencia de inactividad es de 41% para los EUA, el 34% para Canadá, el 44% para Colombia, 64% para Argentina, 41% para Paraguay, 49% para Brasil y el 34% para Uruguay.<sup>24</sup>

### **2.4.1 Inactividad física en México**

Los datos nacionales de inactividad física son escasos. Sin embargo, como parte de la ENSANUT se estimó la prevalencia de inactividad física de los adultos Mexicanos en 2006 y 2012 utilizando la versión corta del IPAQ.<sup>25</sup> En total, una submuestra de 17,183 y 10,729 participantes respondieron en ambos años.<sup>25</sup> La prevalencia de inactividad física incrementó de 13.4% en 2006 a 19.4% en 2012.<sup>25</sup> Se observó que las mujeres tienden a ser más físicamente inactivas (21%) que los hombres (18%), aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa. En contraste, los adultos de 60-69 años, las personas con obesidad, y los que tienen un estatus socioeconómico más alto tenían significativamente mayor prevalencia de inactividad física.<sup>25</sup>

## **2.5 Breve descripción de la asociación entre inactividad física y ECNTs**

La asociación entre la inactividad física y el desarrollo de ECNTs ha sido examinada en decenas de estudios de cohorte prospectivo de los cuales se resumen en una serie de revisiones sistemáticas y meta analysis.<sup>14-18,26,27</sup> Las principales conclusiones de los meta análisis se muestran en la Tabla 1. Las ECNTs mayormente asociadas con la inactividad física son las CC, accidente

cerebrovascular, la HTA, el cáncer de colon y de mama, DM2 y osteoporosis.<sup>14,15</sup> De acuerdo con estos meta análisis, el RR de éstas enfermedades asociadas con la inactividad física es de 1.43 – 2.00 para CC,<sup>14-18,26</sup> 1.40 – 2.00 para accidentes cerebrovasculares,<sup>14-16,18,26</sup> 1.30 - 1.50 para HTA,<sup>14-18,26,27</sup> 1.30 - 1.74 para DM2,<sup>14,16-18</sup> 1.10 - 1.42 para cáncer de mama,<sup>14-18,26</sup> 1.37 – 2.00 para cáncer de colon,<sup>14-18,26</sup> y 1.40 – 2.00 para osteoporosi

**Tabla 1. Resumen de resultados de meta análisis que muestran la asociación entre ECNTs e inactividad física.**

<b>Autor, año</b>	<b>Riesgo relativo (Intervalo de confianza del 95%)</b>
<b><u>CC</u></b>	
Colditz y cols., <sup>17</sup> 1999	2.00
Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	1.45 (1.38-1.54)
Warburton y cols., <sup>14</sup> 2010	1.50
Popkin y cols., <sup>16</sup> 2006	1.70
Janssen, <sup>18</sup> 2012	1.43 (1.37-1.49)
<b><u>Accidentes cerebrovasculares</u></b>	
Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	1.60 (1.42-1.80)
Warburton y cols., <sup>14</sup> 2010	2.00
Popkin y cols., <sup>16</sup> 2006	1.70
Janssen, <sup>18</sup> 2012	1.40 (1.30-1.51)
<b><u>HTA</u></b>	
Colditz y cols., <sup>14,17</sup> 1999	1.50
Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	1.30 (1.16-1.46)
Popkin y cols., <sup>16</sup> 2006	1.42
Janssen, <sup>18</sup> 2012	1.36 (1.28-1.45)
<b><u>DM2</u></b>	
Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	1.50 (1.37-1.63)
Warburton y cols., <sup>14</sup> 2010	1.30
Colditz y cols., <sup>14,17</sup> 1999	1.50
Popkin y cols., <sup>16</sup> 2006	1.70
Janssen, <sup>18</sup> 2012	1.74 (1.65-1.83)
<b><u>Cáncer de mama</u></b>	
Colditz y cols., <sup>17</sup> 1999	1.20

Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	1.31 (1.23-1.38)
Warburton y cols., <sup>14</sup> 2010	1.10
Popkin y cols., <sup>16</sup> 2006	1.42
Janssen, <sup>18</sup> 2012	1.21 (1.16-1.25)

#### **Cáncer de colon**

Colditz y cols., <sup>17</sup> 1999	2.00
Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	1.41 (1.31-1.53)
Warburton y cols., <sup>14</sup> 2010	1.50
Popkin y cols., <sup>16</sup> 2006	2.00
Janssen, <sup>18</sup> 2012	1.37 (1.29-1.46)

#### **Osteoporosis**

Colditz y cols., <sup>17</sup> 1999	2.00
Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	1.59 (1.40-1.80)
Warburton y cols., <sup>14</sup> 2010	1.40
Popkin y cols., <sup>16</sup> 2006	1.70
Janssen, <sup>18</sup> 2012	1.57 (1.38-1.77)

### **2.5.1. Asociación entre inactividad física y ECNTs en México**

Se encontró una asociación positiva y significativa entre los niveles de inactividad física y las ECNTs en todos los estudios antes mencionados (RR osciló entre 1.10 -1.74)<sup>14-18</sup> Esta asociación positiva fue consistente entre los estudios.<sup>14-18</sup> Sin embargo, ninguno de los estudios incluyeron países de América Latina o México. Por lo que se puede concluir que estos RR podrían ser diferentes en la población mexicana debido a diferentes factores. Estos factores podrían estar relacionados con: 1) la alta incidencia de DM2 e HTA. A modo de ejemplo, se ha demostrado que la actividad física moderada protege contra el desarrollo de la DM2 en el grupo de alto riesgo de desarrollar esta enfermedad (RR = 0.16) comparada con el grupo de bajo riesgo (RR = 0.08) en 897 hombres finlandeses.<sup>28,29</sup> Además, la actividad física reduce en gran medida el riesgo de HTA, incluso en individuos normotensos e hipertensos. 2) La alta prevalencia de obesidad, principal mediador entre la actividad física y las ECNTs. Por ejemplo: la actividad física se asoció con una disminución del riesgo de DM2 en especial entre las personas con un índice de masa corporal (IMC) elevado.<sup>28</sup> Por otra parte, en un estudio de 5,463 alumnos de EUA se observó que los estudiantes dentro de la categoría más alta de IMC y que informaron que realizaban deportes de intensidad vigorosa tuvieron mayor riesgo de HTA (RR = 1.30) que aquellos que se encontraban en la categoría más baja de IMC y que declararon realizar actividades vigorosas.<sup>30</sup> 3) Menor prevalencia de actividad física, por ejemplo: los participantes en el nivel más alto de actividad física que se mantienen o mejoran su actividad física, tienen menor riesgo de muerte prematura en comparación con las personas que no realizan actividad física.<sup>28</sup> 4) La ubicación geográfica y

genética.<sup>31</sup> Existe poca e inconsistente evidencia en relación a la actividad física y las ECNTs de acuerdo con ciertos grupos étnicos. Sin embargo, según una revisión sistemática, existe una relación inversa entre la actividad física y el riesgo de CC / ECV en personas blancas y no blancas.<sup>32</sup> Y, 5) La alta prevalencia de la glucemia en ayunas y dislipidemias.

## 2.6. Inactividad física como factor de riesgo atribuible para ECNTs

Algunos estudios han estimado la FRA de la inactividad física a ECNTs, tal como se resume en la Tabla 2. La evidencia disponible sugiere que la FRA varía del 12-24% para HTA,<sup>17,18,33-35</sup> 7-39% para DM2,<sup>17,18,20,26,34,35</sup> 6-27% para CC,<sup>17,18,20,26,34,35</sup> 16-26% para accidente cerebrovascular,<sup>18,26,34,35</sup> 5-15% para cáncer de mama,<sup>17,18,20,26,34,35</sup> 9-24% para cáncer de colon,<sup>17,18,20,26,34,35</sup> y 18-33% para osteoporosis.<sup>17,18,26,34</sup> Dentro de los resultados principales se encuentra: 1) la mayor parte de la evidencia disponible se obtuvo de países desarrollados como Canadá, EUA y Australia. Finalmente, Lee y cols.<sup>20</sup> estimaron la FRA para más de 120 países. Ésta se calculó basada en valores de prevalencia (en caso de que estuvieran disponibles) o en valores de varios estudios de cohorte ajustados. El RR se obtuvo de un meta análisis; a excepción de cáncer de mama, en donde se utilizó el valor más reciente proveniente de una revisión. Por último, estos autores utilizaron RR crudos o ajustados por edad para generar un RR ajustado por país. La mediana de la FRA, asociada con la inactividad física teniendo en cuenta los RR ajustados fue menor que en los estudios previos para CC (5.8%), y DM2 (7.2%) y similar para cáncer de mama (10.1%), y para cáncer de colon (10.4%).

**Tabla 2. Resultados de estudios que estiman la fracción de riesgo atribuible a inactividad física.**

Autor, año	N	Sexo	País	FRA%
<b><u>HTA</u></b>				
Forman y cols., <sup>33</sup> 2009	83,882	Mujer	EUA	14%
Colditz y cols., <sup>14,17</sup> 1999	-	Ambos	EUA	12%
Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	-	Ambos	Canadá	14%
Lobelo y cols., <sup>35</sup> 2006	-	Ambos	Colombia	14%
Janssen, <sup>18</sup> 2012	-	Hombre	Canadá	23%
Janssen, <sup>18</sup> 2012	-	Mujer	Canadá	24%
<b><u>DM2</u></b>				
Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	-	Ambos	Canadá	21%
Stephenson y cols., <sup>26</sup> 2010	-	Ambos	Australia	13%
Colditz y cols., <sup>14,17</sup> 1999	-	Ambos	EUA	12%

Lobelo y cols., <sup>35</sup> 2006	-	Ambos	Colombia	21%
Janssen, <sup>18</sup> 2012	-	Hombre	Canadá	38%
Janssen, <sup>18</sup> 2012	-	Mujer	Canadá	39%
Lee y cols., <sup>20</sup> 2012	-	Ambos	Mundial	7%

### CC

Colditz y cols., <sup>14,17</sup> 1999	-	Ambos	EUA	22%
Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	-	Ambos	Canadá	19%
Stephenson y cols., <sup>26</sup> 2010	-	Ambos	Australia	18%
Lobelo y cols., <sup>35</sup> 2006	-	Ambos	Colombia	19%
Janssen, <sup>18</sup> 2012	-	Hombre	Canadá	26%
Janssen, <sup>18</sup> 2012	-	Mujer	Canadá	27%
Lee y cols., <sup>20</sup> 2012	-	Ambos	Mundial	6%

### Accidente cerebrovascular

Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	-	Ambos	Canadá	24%
Stephenson y cols., <sup>26</sup> 2010	-	Ambos	Australia	16%
Lobelo y cols., <sup>35</sup> 2006	-	Ambos	Colombia	24%
Janssen, <sup>18</sup> 2012	-	Hombre	Canadá	25%
Janssen, <sup>18</sup> 2012	-	Mujer	Canadá	26%

### Cáncer de mama

Colditz y cols., <sup>14,17</sup> 1999	-	Ambos	EUA	5%
Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	-	Ambos	Canadá	14%
Stephenson y cols., <sup>26</sup> 2010	-	Ambos	Australia	9%
Lobelo y cols., <sup>35</sup> 2006	-	Ambos	Colombia	14%
Janssen, <sup>18</sup> 2012	-	Mujer	Canadá	15%
Lee y cols., <sup>20</sup> 2012	-	Ambos	Mundial	10%

### Cáncer de colon

Colditz y cols., <sup>14,17</sup> 1999	-	Ambos	EUA	22%
Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	-	Ambos	Canadá	18%
Stephenson y cols., <sup>26</sup> 2010	-	Ambos	Australia	9%
Lobelo y cols., <sup>35</sup> 2006	-	Ambos	Colombia	18%
Janssen, <sup>18</sup> 2012	-	Hombre	Canadá	23%
Janssen, <sup>18</sup> 2012	-	Mujer	Canadá	24%
Lee y cols., <sup>20</sup> 2012	-	Ambos	Mundial	10%

### Osteoporosis

Colditz, et al., <sup>14,17</sup> 1999	-	Ambos	EUA	18%
Katzmarzyk and Janssen, <sup>15</sup> 2000	-	Ambos	Canadá	24%
Stephenson y cols., <sup>26</sup> 2010	-	Ambos	Australia	18%
Janssen, <sup>18</sup> 2012	-	Hombre	Canadá	32%
Janssen, <sup>18</sup> 2012	-	Mujer	Canadá	33%

---

### **2.6.1. Fracción de riesgo atribuible a la inactividad física en México**

México podría tener valores diferentes de FRA comparado con los que se presentan en la Tabla 2. Una de las razones de esto se relaciona con los valores de prevalencia. México tiene una prevalencia menor de inactividad física comparado con otros países (ejemplo: México (19%) contra Canadá (34%), EUA (41%) y Australia (38%).<sup>24</sup> Por lo que puede resultar en una asociación (RR) diferente entre la inactividad física y las ECNTs en México. Un estudio publicado en 2012 por Lee y cols.<sup>20</sup> reportaron que la FRA para los mexicanos fue de 6.2% para CC, 7.7% para DM2, 10.0% para cáncer de mama y 11.2% para cáncer de colon basado en valores de prevalencia más altos a los reportados actualmente en México (46% vs. 19.4%).

### **2.7. La carga de la inactividad física**

Algunos países como Canadá, Suiza, Reino Unido y los EUA han estimado la contribución de la inactividad física a la carga de las ECNTs. Katzmarzyk y cols. en 2000<sup>15</sup> estimaron que la contribución de la inactividad física a la carga de mortalidad por CC, accidentes cerebrovasculares, cáncer de colon y mama, DM2 y mortalidad total en adultos canadienses fue de 15,774 muertes (35.8%), 3,088 muertes (19.9%), 843 muertes (19.9%), 542 muertes (11%), 1,093 muertes (19.9%) y 21,340 muertes (10.3%) respectivamente. Lear y cols.<sup>19</sup> en 2017 estimaron que 5,334 muertes, 1,987 infartos al miocardio, 2,086 accidentes cerebrovasculares, 386 fallas del corazón fueron atribuidas a la inactividad física en 141,945 adultos de 17 países de diversos niveles socioeconómicos. Joubert y cols.<sup>36</sup> en 2007 estimaron que 17,037 muertes totales (3.3%), 9,250 muertes por enfermedad isquémica del corazón, 3,880 muertes por accidentes cerebrovasculares, 510 muertes por cáncer de mama, 636 muertes por cáncer de colon y 2,761 muertes por DM2 fueron atribuidas a la inactividad física en adultos sudafricanos.

Existen pocos estudios que han proyectado el impacto que tiene una reducción en la prevalencia de inactividad física en la morbilidad y mortalidad por ECNTs. Por ejemplo: Lobelo y cols.<sup>35</sup> en 2006 estimaron que 4.6% de las muertes por cáncer de colon, 3.8% de las muertes por cáncer de mama, 3.7% de las muertes por HTA y 5.3% de las muertes por DM2 podrían ser prevenibles si se redujera en un 30% la prevalencia de inactividad física en adultos Colombianos. Cadilhac y cols.<sup>37</sup> en 2011 estimaron que el reducir la inactividad física en un 10% reduciría 15% las muertes y 14% los DALYs por año en adultos Australianos. Finalmente, Lee y cols.<sup>20</sup> en 2012 estimaron que la esperanza de vida podría aumentar 0.68 años si se eliminara la inactividad física a nivel mundial.

### **2.7.1. La carga de la inactividad física en México**

Lee y cols.<sup>20</sup> en 2012 estimaron la carga de inactividad física a nivel mundial incluyendo México. Usando una prevalencia de inactividad física de 46%, encontraron que este país podría ganar 0.76 años de vida si se eliminara éste factor de riesgo. Otro estudio reportó que la inactividad física es uno de los 10 principales factores de riesgo para el desarrollo de ECV y DM2.<sup>38</sup> Sin embargo, hasta la fecha se desconoce de algún estudio que proyecte la contribución de la inactividad física al desarrollo de ECNTs en México.

### **2.8 Intervenciones costo efectivas para promover actividad física**

Roux y cols.<sup>39</sup> encontraron que las intervenciones de actividad física (campañas en toda la comunidad, el apoyo social, el acceso mejorado y el comportamiento de salud adaptado al individuo) parecen reducir la incidencia de la enfermedad, ser costo efectivas y ofrecer una buena relación calidad-precio. Cobiac y cols.<sup>40</sup> calcularon el costo de seis diferentes intervenciones en Australianos. Ellos encontraron que el uso de podómetros y campañas comunitarias basadas en medios de comunicación tienen 100% de probabilidad de ahorrar costos. Además, una implementación de seis intervenciones (actividad física, cuestionarios de tamizaje, la información de internet, el transporte activo, las campañas comunitarias con podómetros y medios de comunicación) tendrían una reducción de \$ 50,000 dólares Australianos por DALY (~45,000 dólares americanos)<sup>†</sup>. Garret y cols.<sup>41</sup> encontraron que el costo de mover un individuo físicamente inactivo a activo en 12 meses osciló de 331 a 3,673€ por DALY (~291 dólares americanos) ganado.

En los últimos años, las intervenciones comunitarias han tomado auge en la promoción de actividad física así como en la reducción de la incidencia de ECNTs entre la población.<sup>42</sup> Una de las intervenciones más populares en los países de América Latina son las ciclovías recreativas; programas comunitarios masivos multisectoriales, gratuitos, en donde las calles se cierran temporalmente al transporte motorizado, lo que permite el acceso a caminantes, corredores, patinadores y ciclistas.<sup>43</sup> Este tipo de programas tienen múltiples efectos en la salud como aumentar los niveles de actividad física, incrementar el transporte activo,<sup>44</sup> reducir el tráfico, mejorar la calidad del aire<sup>45,46</sup> y permitir la cohesión social.<sup>47</sup>

---

<sup>†</sup> Tipo de cambio ajustado a 2010

### **2.8.1. Ciclovías recreativas**

La evidencia disponible sobre la descripción y evaluación de ciclovías en México y alrededor del mundo sugiere que el 75% de los participantes en Chile,<sup>48</sup> 39% de San Diego,<sup>49</sup> 19.4% de Atlanta,<sup>50</sup> 50% de St. Louis<sup>51</sup> y 17.3% de la frontera entre Texas y México<sup>51</sup> cumplen con la recomendación de actividad física durante los programa. Además, el programa puede contribuir con un rango de entre 56 y 180 minutos activos.<sup>45,48-57</sup> Por otro lado, la cantidad de asistentes varía de 1,000 a 100,000.<sup>45,49,51,52,55</sup> A pesar de que las ciclovías se implementaron principalmente para que los grupos vulnerables tuvieran mayor acceso a espacios seguros que propiciaran un aumento en los niveles de actividad física, algunos programas han reportado que la población joven, de sexo masculino y con mayor nivel de escolaridad tienen mayor participación. En los últimos años, este programa se ha ampliado a 67 ciudades en América del Norte<sup>47</sup> y a 4 de 32 estados en México.<sup>47</sup> Sin embargo, existen menos de 20 estudios formales sobre la evaluación y el impacto de este programa en el mundo y en México.

## **2.9 Resumen**

Las ECNTs causan el 60% de las muertes en todo el mundo.<sup>13</sup> La inactividad física es un factor de riesgo modificable para el desarrollo de ECNTs.<sup>13</sup> De acuerdo con la OMS, una persona físicamente inactiva es aquella que no acumula al menos 150 minutos de AFM a la semana o 75 minutos de AFV a la semana o la combinación de ambas.<sup>3</sup> De acuerdo con la ENSANUT la prevalencia de inactividad física incrementó de 13.4% en 2006 a 19.4% en 2012 en México.<sup>25</sup> Se ha documentado ampliamente que la inactividad física está asociada con el riesgo de CC (rango de RR = 1.43 – 2.00),<sup>14-18,26</sup> accidentes cerebrovasculares (rango de RR = 1.40 – 2.00),<sup>14-16,18,26</sup> HTA arterial (rango de RR = 1.30 - 1.50),<sup>14-18,26,27</sup> DM2 (rango de RR = 1.30 - 1.74),<sup>14,16-18</sup> cáncer de mama (rango de RR = 1.10 - 1.42),<sup>14-18,26</sup> cáncer de colon (rango de RR = 1.37 – 2.00)<sup>14-18,26</sup> y osteoporosis (rango de RR = 1.40 – 2.00).<sup>14-18,26</sup> Además se ha observado que la fracción de riesgo atribuible de la inactividad física a HTA es de 12-24%,<sup>17,18,33-35</sup> de 7-39% para DM2,<sup>17,18,26,34,35</sup> 6-27% para CC,<sup>17,18,26,34,35</sup> 16-26% para accidentes cerebrales,<sup>18,26,34,35</sup> 5-15% para cáncer de mama,<sup>17,18,26,34,35</sup> 9-24% para cáncer de colon,<sup>17,18,26,34,35</sup> y 18-33% para osteoporosis.<sup>17,18,26,34</sup>

Además, los resultados sobre la contribución de la inactividad física a la carga de ECNTs indican que el 35.8% de las muertes por CC, 19.9% de las muertes por accidentes cerebrovasculares y 10.3% de muertes totales son atribuidas a este factor de riesgo.<sup>15</sup> Existe un estudio que ha proyectado el efecto de una reducción en la prevalencia de inactividad física reflejada en desenlaces de salud, entre los principales resultados se encuentran que el 6% de las muertes por cáncer de colon, 3.8% de las muertes por cáncer de mama, 3.7% de las muertes por HTA y 5.3% de las

muerdes por DM2 podrían ser prevenibles si se redujera en un 30% la prevalencia de inactividad física en adultos.<sup>35</sup> Hasta la fecha, no existen estudios que proyecten una reducción en la prevalencia de inactividad física reflejada en desenlaces de salud en población mexicana.

Finalmente, se ha observado que el programa ciclovía recreativa es efectivo para aumentar los niveles de actividad física en la población. A nivel mundial se ha observado que este programa puede contribuir con hasta 180 minutos semanales.<sup>45,48-57</sup> En la actualidad 4 estados de México cuentan con este programa. Sin embargo, hasta la fecha, no existe una evaluación formal del programa de ciclovías en México.<sup>47</sup>

## 2.10 Referencias

1. Bouchard C., Blair S., Haskell L. *Physical activity and health*. USA: Human Kinetics; 2011.
2. Tremblay M. S., Colley R. C., Saunders T. J., Healy G. N., Owen N. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010;35(6):725-740.
3. Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud. Organización Mundial de la Salud. 2010. Disponible en:  
[http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977_spa.pdf).
4. Walter S. D. The estimation and interpretation of attributable risk in health research. *Biometrics*. 1976;32(4):829-849.
5. Webb P., Bain C. *Essential Epidemiology. An introduction for students and health professionals*. Second ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 2011.
6. Janssen I. The public health burden of obesity in Canada. *Can J Diabetes*. 2013;37(2):90-96.
7. Briggs A. H., Gray A. M. Handling uncertainty when performing economic evaluation of healthcare interventions. *Health Technol Assess*. 1999;3(2):1-134.
8. Kobelt G. *Health Economics: An Introduction to Economic Evaluation*. United Kingdom: Office of Health Economics; 2013.
9. Sonnenberg F. A., Beck J. R. Markov models in medical decision making: a practical guide. *Med Decis Making*. 1993;13(4):322-338.
10. Briggs A., Sculpher M. An introduction to Markov modelling for economic evaluation. *Pharmacoeconomics*. 1998;13(4):397-409.
11. Weinstein M. C., Coxson P. G., Williams L. W., Pass T. M., Stason W. B., Goldman L. Forecasting coronary heart disease incidence, mortality, and cost: the Coronary Heart Disease Policy Model. *Am J Public Health*. 1987;77(11):1417-1426.

12. Sanchez-Romero L. M., Penko J., Coxson P. G., et al. Projected Impact of Mexico's Sugar-Sweetened Beverage Tax Policy on Diabetes and Cardiovascular Disease: A Modeling Study. *PLoS Med.* 2016;13(11):e1002158.
13. Prevención de las enfermedades crónicas: una inversión vital. Organización Mundial de la Salud. 2006. Disponible en:  
[http://www.who.int/chp/chronic\\_disease\\_report/overview\\_sp.pdf](http://www.who.int/chp/chronic_disease_report/overview_sp.pdf).
14. Warburton D. E., Charlesworth S., Ivey A., Nettlefold L., Bredin S. S. A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2010;7:39.
15. Katzmarzyk P. T., Gledhill N., Shephard R. J. The economic burden of physical inactivity in Canada. *CMAJ.* 2000;163(11):1435-1440.
16. Popkin B. M., Kim S., Rusev E. R., Du S., Zizza C. Measuring the full economic costs of diet, physical activity and obesity-related chronic diseases. *Obes Rev.* 2006;7(3):271-293.
17. Colditz G. A. Economic costs of obesity and inactivity. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(11 Suppl):S663-667.
18. Janssen I. Health care costs of physical inactivity in Canadian adults. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012;37(4):803-806.
19. Lear S. A., Hu W., Rangarajan S., et al. The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries: the PURE study. *Lancet.* 2017;390(10113):2643-2654.
20. Lee I. M., Shiroma E. J., Lobelo F., et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet.* 2012;380(9838):219-229.
21. Jones T. F., Eaton C. B. Cost-benefit analysis of walking to prevent coronary heart disease. *Arch Fam Med.* 1994;3(8):703-710.
22. Craig C. L., Marshall A. L., Sjostrom M., et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1381-1395.
23. Armstrong T., Bull F. C. Development of the World Health Organization Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). *Journal of Public Health.* 2006;14(2):66-70.
24. Hallal P. C., Andersen L. B., Bull F. C., et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet.* 2012;380(9838):247-257.

25. Medina C., Janssen I., Campos I., Barquera S. Physical inactivity prevalence and trends among Mexican adults: results from the National Health and Nutrition Survey (ENSANUT) 2006 and 2012. *BMC Public Health*. 2013;13:1063.
26. Stephenson J. B., Armstrong A., Smith T., Bellew B. The cost of illness attributable to physical inactivity in Australia: a preliminary study: Commonwealth Department of Health and Aged Care and the Australian Sports Commission; 2000: Available from: [https://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/5F2C0F157D587DAECA257BF0001E44CE/\\$File/phys\\_costofillness.pdf](https://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/5F2C0F157D587DAECA257BF0001E44CE/$File/phys_costofillness.pdf).
27. Jeon C. Y., Lokken R. P., Hu F. B., van Dam R. M. Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Care*. 2007;30(3):744-752.
28. Warburton D. E., Nicol C. W., Bredin S. S. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*. 2006;174(6):801-809.
29. Lynch J., Helmrich S. P., Lakka T. A., et al. Moderately intense physical activities and high levels of cardiorespiratory fitness reduce the risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in middle-aged men. *Arch Intern Med*. 1996;156(12):1307-1314.
30. Paffenbarger R. S., Jr., Jung D. L., Leung R. W., Hyde R. T. Physical activity and hypertension: an epidemiological view. *Ann Med*. 1991;23(3):319-327.
31. Schulz L. O., Bennett P. H., Ravussin E., et al. Effects of traditional and western environments on prevalence of type 2 diabetes in Pima Indians in Mexico and the U.S. *Diabetes Care*. 2006;29(8):1866-1871.
32. Shiroma E. J., Lee I. M. Physical activity and cardiovascular health: lessons learned from epidemiological studies across age, gender, and race/ethnicity. *Circulation*. 2010;122(7):743-752.
33. Forman J. P., Stampfer M. J., Curhan G. C. Diet and lifestyle risk factors associated with incident hypertension in women. *JAMA*. 2009;302(4):401-411.
34. Katzmarzyk P. T., Janssen I. The economic costs associated with physical inactivity and obesity in Canada: an update. *Can J Appl Physiol*. 2004;29(1):90-115.
35. Lobelo F., Pate R., Parra D., Duperly J., Pratt M. Carga de mortalidad asociada a la inactividad física en Bogotá. *Rev. Salud Pública*. 2006;8 (sup 2):28-41.
36. Joubert J., Norman R., Lambert E., Groenewald P., Schneider M., Bull F., Bradshaw D. Estimating the burden of disease attributed to physical inactivity in South Africa 2000. *SAMJ*. 2007;97(8):725-731.

37. Cadilhac D. A., Cumming T. B., Sheppard L., Pearce D. C., Carter R., Magnus A. The economic benefits of reducing physical inactivity: an Australian example. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011;8:99.
38. Gomez-Dantes H., Fullman N., Lamadrid-Figueroa H., et al. Dissonant health transition in the states of Mexico, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet.* 2016;388(10058):2386-2402.
39. Roux L., Pratt M., Tengs T. O., et al. Cost effectiveness of community-based physical activity interventions. *Am J Prev Med.* 2008;35(6):578-588.
40. Cobiac L. J., Vos T., Barendregt J. J. Cost-effectiveness of interventions to promote physical activity: a modelling study. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000110.
41. Garrett S., Elley C. R., Rose S. B., O'Dea D., Lawton B. A., Dowell A. C. Are physical activity interventions in primary care and the community cost-effective? A systematic review of the evidence. *Br J Gen Pract.* 2011;61(584):e125-133.
42. Hoehner C. M., Soares J., Parra Perez D., et al. Physical activity interventions in Latin America: a systematic review. *Am J Prev Med.* 2008;34(3):224-233.
43. Diaz Del Castillo A., Sarmiento O. L., Reis R. S., Brownson R. C. Translating evidence to policy: urban interventions and physical activity promotion in Bogota, Colombia and Curitiba, Brazil. *Transl Behav Med.* 2011;1(2):350-360.
44. Gómez L., Sarmiento O., Lucumí D., Espinosa G., Forero R., Bauman A. Prevalence and factors associated with walking and bicycling for transport among young adults in two low-income localities of Bogotá, Colombia. *J Phys Act Health.* 2005;2:445-459.
45. Wolf S. A., Grimshaw V. E., Sacks R., Maguire T., Matera C., Lee K. K. The impact of a temporary recurrent street closure on physical activity in New York City. *J Urban Health.* 2015;92(2):230-241.
46. Shu S., Batteate C., Cole B., Froines J., Zhu Y. Air quality impacts of a CicLAvia event in Downtown Los Angeles, CA. *Environmental pollution.* 2016;208(Pt A):170-176.
47. Sarmiento O., Torres A., Jacoby E., Pratt M., Schmid T. L., Stierling G. The Ciclovía-Recreativa: A mass-recreational program with public health potential. *J Phys Act Health.* 2010;7 Suppl 2:S163-180.
48. Mora R., Greene M., Corado M. Physical activity and health implications of the CicloRecreoVia program in Chile. *Revista medica de Chile.* 2018;146(4):451-459.
49. Engelberg J. K., Carlson J. A., Black M. L., Ryan S., Sallis J. F. Ciclovía participation and impacts in San Diego, CA: the first CicloSDias. *Prev Med.* 2014;69 Suppl 1:S66-73.

50. Torres A. Atlanta Streets Alive: A Movement Building a Culture of Health in an Urban Environment. Active Living Research. 2015. Available from: [http://activelivingresearch.org/sites/default/files/2015\\_PAPromotion\\_Torres.pdf](http://activelivingresearch.org/sites/default/files/2015_PAPromotion_Torres.pdf).
51. Hipp J. A., Eyler A. A., Kuhlberg J. A. Target population involvement in urban ciclovias: a preliminary evaluation of St. Louis open streets. *J Urban Health*. 2013;90(6):1010-1015.
52. Cohen D., Han B., Derosé K. P., Williamson S., Paley A., Batteate C. CicLAvia: Evaluation of participation, physical activity and cost of an open streets event in Los Angeles. *Prev Med*. 2016;90:26-33.
53. Zieff S. G., Kim M. S., Wilson J., Tierney P. A "Ciclovía" in San Francisco: Characteristics and physical activity behavior of Sunday Streets participants. *J Phys Act Health*. 2014;11(2):249-255.
54. Salazar-Collier C. L., Reininger B., Gowen R., Rodriguez A., Wilkinson A. Evaluation of Event Physical Activity Engagement at an Open Streets Initiative Within a Texas-Mexico Border Town. *J Phys Act Health*. 2018;15(8):605-612.
55. Perry C. K., Ko L. K., Hernandez L., Ortiz R., Linde S. Ciclovía in a Rural Latino Community: Results and Lessons Learned. *J Public Health Manag Pract*. 2017;23(4):360-363.
56. Weistein A., Nixon H. Survey of Viva CalleSJ Participants: San Jose, California. *Mineta Transportation Institute Publications*. 2016.
57. Gomez L. F., Mosquera J., Gomez O. L., et al. Social conditions and urban environment associated with participation in the Ciclovía program among adults from Cali, Colombia. *Cad Saude Publica*. 2015;31 Suppl 1:257-266.

### Capítulo 3

## LA INACTIVIDAD FÍSICA COMO UN FACTOR DE RIESGO PARA HTA Y DM2 EN ADULTOS. UN ESTUDIO DE COHORTE PROSPECTIVO

### RESUMEN

*Antecedentes.* Hasta la fecha no hay evidencia de estudios longitudinales que analicen la asociación entre la inactividad física y la ECNTs en mexicanos.

*Objetivo.* Examinar la relación entre la AFMV total, durante el tiempo libre y ocupacional y la incidencia de DM2 e HTA por medio de el estudio prospectivo de DM2 de la Ciudad de México

*Diseño del estudio y población.* Se utilizaron los datos de el *Estudio Prospectivo de Diabetes de la Ciudad de México*, una cohorte de 2,282 hombres y mujeres no embarazadas que residen en seis barrios de bajos ingresos en la Ciudad de México. Los datos basales fueron recolectados entre 1989-90. Las visitas de seguimiento se realizaron en 3 diferentes periodos: 1) 1993-94, 2) 1997-98 y 3) 2008-09. Las fechas de muerte de la cohorte fueron recolectadas en 2008-09.

*Resultados.* Después de controlar por principales factores de confusión,  $<1$  MET / min / semana de AFMV durante el tiempo libre se asoció con un mayor riesgo de HTA (HR 1.29, IC 95% 1.01, 1.66) y DM2 (HR 1.31 IC 95% 1.00, 1.72). Además, acumular  $<1$  MET / min / semana de AFMV ocupacional se asoció con un mayor riesgo de HTA (HR 1.47, IC 95% 1.13, 1.90).

*Conclusión.* La ausencia de AFMV ocupacional y durante el tiempo libre se asoció con un mayor riesgo de HTA. Sin embargo, no se encontraron asociaciones entre AFMV ocupacional y DM2.

### INTRODUCCIÓN

Las ECNTs, principalmente las ECV, el cáncer y la DM2, son una de las principales causas de muerte en el mundo.<sup>1</sup> Más de 80% de estas muertes ocurren en países de bajos y medianos ingresos.<sup>1</sup> En México, un país de ingreso medio, el 31.5% de los adultos tiene HTA<sup>2</sup> y el 14.4% tienen DM2.<sup>3</sup> Las ECNTs tienen importantes efectos adversos en la calidad de vida y contribuyen de manera importante a las muertes prematuras y los costos de atención médica.<sup>1</sup> La epidemia de ECNTs en países de bajos y medianos ingresos, es en gran medida atribuible a los cambios en el entorno alimentario y los estilos de vida, incluidos los niveles decrecientes de actividad física.

Se ha demostrado que la inactividad física es un factor de riesgo modificable importante para la HTA<sup>4</sup> y la DM2.<sup>4,5</sup> Por otro lado, las revisiones sistemáticas recientes de los estudios de intervención sugieren que la actividad física total reduce la incidencia de HTA y DM2 en un 34%<sup>6</sup> y 42%,<sup>7</sup> respectivamente. La mayoría de los estudios que analizaron la relación entre la actividad

física, la HTA y la DM2 únicamente observaron actividad física en el tiempo libre y total, y los pocos estudios que examinaron la actividad ocupacional informaron resultados inconsistentes para la HTA<sup>6,8-11</sup> y una asociación inversa para la DM2.<sup>12</sup> Además, la mayoría de la evidencia disponible se basa en poblaciones que viven en países de altos ingresos como EUA, Japón, Finlandia y Canadá.<sup>7</sup> Existe una falta de información sobre las relaciones entre la inactividad física total, en el tiempo libre y ocupacional y las ECNTs en países latinoamericanos de ingresos medios. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue examinar la relación entre la inactividad física total, en el tiempo libre y ocupacional y la incidencia de HTA y DM2 en adultos mexicanos.

## MÉTODOS

*Diseño del estudio y población.* Nuestros datos se obtuvieron de el *Estudio Prospectivo de Diabetes de la Ciudad de México*, un estudio de cohorte que comenzó en 1989 con la selección de áreas de bajos ingresos en la Ciudad de México. Las áreas de bajos ingresos abarcan seis secciones censales definidas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). De 15,532 habitantes de esta área, se seleccionaron todos los hombres, mujeres y no embarazadas de entre 35 y 64 años. De un total de 3,505 personas, 2,282 fueron seguidas durante 20 años. El objetivo principal del estudio principal fue caracterizar la prevalencia, la incidencia e historia natural de la DM2 y los factores de riesgo de ECV.<sup>13,14</sup> Los exámenes físicos y los cuestionarios fueron recolectados en diferentes períodos de tiempo. Los exámenes consistieron en mediciones antropométricas (altura, peso, circunferencia de cintura y cadera y pliegues cutáneos), presión arterial, prueba de tolerancia oral a la glucosa (con una carga de glucosa de 75 gr.) y una muestra de sangre en ayunas mediante exámenes físicos. El cuestionario contenía elementos que evaluaban las características sociodemográficas, la historia de las afecciones médicas diagnosticadas (incluida la DM2 y la HTA) y el uso de medicamentos que se recogieron en 4 diferentes períodos de tiempo (1989-1990, 1993-1994, 1997-1998, 2008-2009). Los comportamientos de estilo de vida (consumo de alcohol, tabaco, dieta, actividad física) se recolectaron solo al inicio del estudio (1989-1990).<sup>15</sup> Se usaron certificados de defunción o autopsias verbales para identificar la fecha y causa de muerte entre los participantes de la cohorte que murieron durante el período de seguimiento.

*Variables de exposición a la actividad física.* La variable de exposición fue el promedio de minutos por semana de actividad física moderada, vigorosa y muy vigorosa realizada en el trabajo y en el tiempo libre. Los niveles de actividad física se midieron al inicio del estudio (1989-90) utilizando el cuestionario de actividad física de Stanford.<sup>16</sup> Este cuestionario pregunta sobre el tiempo que la persona pasa durmiendo, en actividades moderadas, vigorosas y muy vigorosas

durante los últimos 7 días. Este instrumento ha sido validado en varios países y se ha demostrado que tiene una buena fiabilidad para actividades moderadas ( $r = 0.75$ ) y vigorosas ( $r = 0.83$ )<sup>16</sup> y una modesta validez ( $r = 0.54$ ) para la actividad física total.<sup>17</sup> Para ambos dominios (trabajo y tiempo libre) se convirtieron los minutos por semana de actividades moderadas, vigorosas y muy vigorosas en equivalentes metabólicos (METs) / minutos / semana multiplicando los minutos totales / semana por 4, 6 y 10, respectivamente.<sup>16</sup> Los METs moderados, vigorosos y muy vigorosos se sumaron para crear un total de METs / minutos / semana de AFMV para el trabajo y el tiempo libre. Los METs / minutos / semana de AFMV durante el trabajo y el tiempo libre se sumaron para crear AFMV total. Finalmente, los METs / minutos / semana de tiempo libre, trabajo y AFMV total se clasificaron en cuatro grupos: 1)  $<1$  MET / minutos / semana, 2) 1-599.9 METs / minutos / semana, 3) 600-1199.9 METs / minutos / semana, y 4) 1200 o más METs / minutos / semana. Estos puntos de corte MET / minutos / semana se seleccionaron para representar “no realiza AFMV”, un volumen de AFMV que cae por debajo de las recomendaciones de actividad física, un volumen de AFMV que excedía las recomendaciones de actividad física y un volumen de actividad física que era al menos el doble propuesto en las recomendaciones de actividad física.<sup>18</sup>

*Variable de resultado de HTA.* La presión arterial fue medida al inicio del estudio y en cada examen posterior por medio de un esfigmomanómetro de mercurio (Hawksley) por enfermeras capacitadas. Los participantes estuvieron en reposo durante 5 minutos antes de realizar 3 mediciones de presión arterial. La presión arterial promedio de las mediciones 2 y 3 se utilizaron para los análisis. Los participantes se clasificaron como hipertensos si su presión arterial era igual o superior a 140/90,<sup>19</sup> si reportaron haber sido diagnosticados con HTA por un médico, si estaban tomando medicamentos antihipertensivos, o (para participantes fallecidos únicamente) si la HTA se reportó como causa de muerte en el certificado de defunción. Todas aquellas personas con HTA en la medición basal, antecedentes de infarto de miocardio o accidente cerebrovascular al inicio del estudio, o que reportaron haber tenido los niveles de presión arterial elevados durante el embarazo al inicio del estudio fueron excluidos de los análisis.

*Variable de resultado DM2.* La DM2 se definió como glucosa en ayunas  $\geq 7.0$  mmol / l (126 mg / dl), prueba de tolerancia a la glucosa 2 horas después de la administración oral de glucosa  $\geq 11.1$  mmol / l (200 mg / dl),<sup>20</sup> diagnóstico previo de DM2; tomar medicamentos para la DM2 (insulina o agentes antidiabéticos orales) o (en el caso de los participantes fallecidos únicamente), DM2 como causa de muerte en su certificado de defunción. Los miembros de la cohorte con DM2 en la medición basal, antecedentes de infarto al miocardio o accidente cerebrovascular al inicio del

estudio, y aquellos que informaron niveles altos de glucosa durante el embarazo al inicio del estudio, fueron excluidos de los análisis.

*Covariables.* Se consideraron varios factores sociodemográficos (sexo, edad, nivel educativo, estado civil, antecedentes familiares de DM2), estilo de vida (consumo actual de tabaco, consumo de energía total, horas de sueño y consumo de alcohol) y antropométricos (IMC) al inicio del estudio. El nivel de educación se estratificó en tres grupos de acuerdo con el nivel más alto de educación obtenido: primaria o inferior, secundaria y preparatoria o más. El estado civil se clasificó como casado (matrimonio legal o unión libre) o no casado (viuda, divorciado, separado o soltero). La historial familiar de DM2 se clasificó como "sí" o "no" a la pregunta: ¿Sus padres tienen DM2? El IMC se calculó considerando el peso y la talla medidos en la línea basal.<sup>21</sup> El consumo de tabaco basal se obtuvo al preguntar: ¿Actualmente fumas? La ingesta de alcohol se clasificó como "no" (participantes que no consumieron alcohol en una semana típica) o "sí" (los que consumieron al menos 1 gr. de alcohol por semana). La ingesta total de energía se estimó mediante un cuestionario de frecuencia de alimentos de un año que enumera 36 alimentos más comunes de la Ciudad de México.<sup>22</sup> Las horas de sueño se obtuvieron al preguntar: en promedio, ¿Cuántas horas dormiste el día antes de ir a trabajar o el día anterior (si los participantes no trabajaban)? Para minimizar la pérdida de participantes debido a valores perdidos, los datos faltantes de las covariables se reemplazaron con un valor imputado. Se utilizó la función de imputación SPSS para reemplazar las variables faltantes (IMC, consumo de energía total y horas de sueño) y categóricas (estado civil, nivel de educación, tabaquismo e historia de DM2). La imputación múltiple involucró 4 pasos: 1) análisis de los patrones faltantes de cada variable, 2) creación de cinco conjuntos de datos con valores imputados, 3) análisis de datos en cada uno de los cinco conjuntos de datos, y 4) informe del resultado de los 5 conjuntos de datos. El porcentaje global de datos faltantes fue: 5.5% para el estado civil, 0.4% para el nivel educativo, 0.3% para el tabaquismo, 2.5% para los antecedentes familiares de DM2, 0.1% para el IMC, 0.0001% para la ingesta total de energía y 0.5% para horas de sueño. Para los análisis de HTA, el 6.7% de la cohorte tenía al menos un dato faltante y para el de DM2 el 8.2% tenía al menos un dato faltante.

*Tiempo de seguimiento / tiempo de supervivencia.* La duración del seguimiento se calculó como el tiempo transcurrido entre 1989-90 (fecha de inicio) y cualquiera de los siguientes: la fecha de DM2 o HTA confirmada, la fecha de fallecimiento por cualquier causa, la fecha de pérdida del participante, o 2009 (final del período de estudio). La fecha de DM2 o HTA confirmada se estableció como la fecha de los exámenes clínicos en este estudio, la fecha de fallecimiento por

cualquiera de estas causas o la fecha del diagnóstico médico informada por los participantes (si los participantes no pudieron recordar el día y el mes exacto se imputó el primer día del mes “1” y el primer mes “Enero”).<sup>13-15</sup> Para DM2, 5.5% (1% de días y 4.5% de días y mes) de las fechas fueron imputadas y para HTA 12.1% (2.6% de días y 9.5% de días y mes) de las fechas fueron imputadas.

*Análisis estadístico.* Los análisis se realizaron con el software SPSS versión 24. Se utilizaron estadísticas descriptivas para caracterizar a los participantes. La tasa de incidencia se obtuvo dividiendo el número de casos por años persona de seguimiento en cada categoría de actividad física. Las tasas de incidencia se estandarizaron por edad mediante el método directo, utilizando la población total como estándar.<sup>23</sup> Los grupos de edad se categorizaron en: 30-34, 35-39, 40-44, 45-49, 50-54, 55-59, 60-64 y 65-69.

El modelo de regresión de muestras complejas de Cox se utilizó para estimar los cocientes de riesgo de HTA y DM2 (variables dependientes) de acuerdo a las categorías de inactividad física (variable independiente) en la línea basal ajustada por edad (Modelo 1). La variable ajustada por edad se introdujo en el modelo como un ponderador para controlar el efecto de la edad a lo largo de los años. Además, las variables de clúster y estrato se introdujeron como variables constantes. Los ingresos bajos (= 1) se introdujeron como estratos. El clúster fue el número de identificación en el estudio de cohorte (de 1 a 2,282). Estas variables se introdujeron en el modelo para indicar que no habían estratos ni clústeres en la selección de participantes. Se hicieron pruebas de multicolinealidad, prueba de rangos logarítmicos y diferencias entre participantes incluidos y excluidos. El análisis de sensibilidad se realizó usando 4 fechas diferentes imputadas (día / mes aleatorio, día aleatorio, siempre el día 15 del mes, siempre el primero del mes). La asociación entre DM2 e HTA con las variables de inactividad física fue la misma en las cuatro imputaciones (datos no mostrados). Las interacciones entre el logaritmo natural del tiempo y las covariables para cada condición de salud se probaron usando el análisis de regresión de Cox con una función dependiente del tiempo. Se consideraron interacciones estadísticamente significativas en los modelos. El nivel de significancia se estableció en  $p < 0.05$ . El modelo 2 se controló para las covariables descritas anteriormente, por AFMV durante el tiempo libre y trabajo y por la historia familiar de DM2 a excepción del IMC. El modelo 3 se controló para todas las covariables.

## RESULTADOS

La tabla 3 muestra las características de la cohorte al inicio del estudio. De los 2,282 participantes, 342 (15%) tenían DM2 y 651 (28.5%) tenían HTA al inicio de estudio y fueron excluyeron del análisis. Por lo tanto, el análisis prospectivo se limitó a 1,883 participantes para la muestra de DM2 y 1,541 participantes para la muestra de HTA. La media de IMC fue de 27.5 kg / m<sup>2</sup> para la muestra de DM2 y de 26.9 kg / m<sup>2</sup> para la muestra de HTA. Más del 70% de la cohorte se clasificó dentro del nivel educativo más bajo. La mediana de glucosa en ayunas fue de 84.3 mg / dl para la muestra de DM2 y de 85.1 mg / dl para la muestra de HTA. La mediana de presión arterial sistólica y diastólica fue de 114/72 mmHg para la muestra de DM2 y de 112/71 mmHg para la muestra de HTA. Los participantes informaron niveles más altos de AFMV durante el trabajo (1620 y 1500 METs min / semana para muestras de DM2 e HTA) que durante el tiempo libre (300 y 336 METs min / semana para muestras de DM2 e HTA).

**Tabla 3. Características basales (1989-90) de acuerdo a condiciones sociodemográficas y de salud en participantes de el estudio prospectivo de DM2 de la Ciudad de México.<sup>a</sup>**

Características	Muestra analítica para DM2 N = 1883	Muestra analítica para HTA N = 1541
Sexo (% mujeres)	58.3	54.9
Edad, años (mediana, RIC)	45 (39, 52)	45 (39, 52)
Talla, m (mediana, RIC)	156 (150, 163)	156.5 (150.2, 163.5)
Peso, kg (median, RIC)	68.2 (60.5, 76)	67.5 (59.7, 74.9)
IMC, kg/m <sup>2</sup> (mediana, RIC)	27.5 (25.1, 30.3)	26.9 (24.7, 29.7)
Glucosa en ayunas, mg/dl (mediana, RIC)	84.3 (76.5, 91.7)	85.1 (77, 94)
Presión arterial sistólica, mmHg (mediana, RIC)	114 (105, 125)	112 (104, 120)
Presión arterial diastólica, mmHg (mediana, RIC)	72 (66, 79)	71 (65, 76)
Educación		
Primaria o menos (%)	73.6	72.6
Secundaria (%)	16.1	16.4
Preparatoria o más (%)	10.3	11.0
Con pareja (%)	87.1	87.9
Historia familiar de DM2 (%)	23.5	25.5
Consumo actual de tabaco (%)	32.4	34.1
Ingesta de energía, kcal/día (mediana, RIC)	2052 (1635, 2637)	2058 (1646, 2624)
Uso de alcohol (%)	33.6	35.4
Sueño, hora/día (mediana, RIC)	7.5 (6.5, 8)	7.5 (7, 8)
Actividad Física Moderada - Vigorosa		
Ocupacional* MET/min/semana (mediana, RIC)	1620 (380, 3160)	1500 (300, 3060)
Tiempo libre* MET/min/semana (mediana, RIC)	300 (0, 1350)	336 (0, 1353)

a- muestras mutuamente excluyentes

Para los análisis de DM2, la mediana de la duración del seguimiento fue de 14.4 años persona (rango IC: 6.08 – 16.8 años), con un total de seguimiento de 21,835 años persona. Para los análisis de HTA, la mediana de la duración del seguimiento fue de 11.8 años (rango IC: 6.08 – 16.6 años), con un total de 16,666 años persona de seguimiento. Hubo 383 (17.2%) casos incidentes de DM2 y 477 (31%) casos incidentes de HTA. Con base en la muestra de DM2, toda la población era significativamente más joven, consumía más tabaco y tenían mayor historial de DM2 que los participantes que salieron del estudio. De acuerdo a la muestra de HTA, la población utilizada para el análisis fue significativamente más joven que los participantes que salieron del estudio.

La asociación entre la AFMV en el tiempo libre, ocupacional y total con DM2 se muestra en la Tabla 4. Los participantes que acumularon <1 MET / min / semana de AFMV durante el tiempo de ocio tuvieron 1.45 (95% CI: 1.10-1.92) mayor riesgo de DM2 en comparación con los participantes que lograron 1200 o más METs / min / semana de AFMV ( $p = 0.008$ ) después de ajustar por las covariables excepto por el IMC. Esta asociación se mantuvo significativa después de incluir el IMC en el modelo 1.31 (IC 95%: 1.00-1.74). No se observó asociación entre la inactividad física ocupacional y total y la DM2.

**Tabla 4. Riesgo de DM2 de acuerdo a los niveles de actividad física.**

Niveles de actividad física (METs/min/semana)	Total (N)	Casos incidentes, n	Seguimiento (años persona)	Tasa de incidencia por 1000 años persona	Modelo 1 <sup>+</sup> HR (95% CI)	Modelo 2 <sup>°</sup> HR (95% CI)	Modelo 3* HR (95% CI)
<b>Ocupacional**</b>							
1200 o más	861	232	12,785	18.1	1	1	1
600-1199.9	187	41	2,696	13.8	0.83 (0.59, 1.16)	0.91 (0.65, 1.28)	0.87 (0.62, 1.22)
1-599.99	253	59	3,290	17.9	1.01 (0.76, 1.35)	1.03 (0.77, 1.38)	0.93 (0.69, 1.24)
<1	240	51	3,063	16.6	0.95 (0.70, 1.30)	1.01 (0.74, 1.40)	0.98 (0.71, 1.35)
<i>Valor P de tendencia</i>					0.721	0.904	0.718
<b>Tiempo libre**</b>							
1200 o más	442	95	6,352	14.9	1	1	1
600-1199.9	211	79	3,076	25.7	1.12 (0.80, 1.58)	1.18 (0.85, 1.66)	1.11 (0.79, 1.56)
1-599.99	323	50	4,316	11.6	1.29 (0.96, 1.74)	1.28 (0.95, 1.73)	1.11 (0.82, 1.50)
<1	565	156	8,089	19.2	<b>1.41 (1.08, 1.83)</b>	<b>1.45 (1.10, 1.92)</b>	<b>1.31 (1.00, 1.74)</b>
<i>Valor P de tendencia</i>					0.062	<b>0.008</b>	0.065
<b>Total</b>							
1200 o más	1168	299	17,031	17.5	1	1	1
600-1199.9	195	38	2,683	14.1	0.83 (0.59, 1.17)	0.82 (0.58, 1.15)	0.72 (0.51, 1.02)
1-599.99	137	37	1,631	22.7	<b>1.43 (1.01, 2.01)</b>	<b>1.42 (1.00, 2.00)</b>	1.15 (0.81, 1.63)
<1	41	9	488	18.4	1.30 (0.66, 2.55)	1.13 (0.58, 2.20)	1.13 (0.58, 2.22)
<i>Valor P de tendencia</i>					0.091	0.255	0.902

<sup>+</sup>Ajustados por edad

<sup>°</sup>Ajustados por sexo, edad, niveles de educación, estado marital, consumo actual de tabaco, uso de alcohol, ingesta de energía, historia familiar de DM2, sueño, actividad física en el tiempo libre y ocupacional (METs/min/semana). Las variables de ajuste provienen de los datos basales.

\* Covariables usadas en el modelo 2 e índice de masa corporal.

\*\* Suma de actividad física moderada, vigorosa y muy vigorosa en el trabajo y tiempo libre.

La Tabla 5 contiene los resultados de los análisis que examinan la asociación entre la inactividad física y la HTA. Después de controlar por covariables, excepto el IMC, los participantes que acumularon <1 MET / min / semana de AFMV ocupacional y en el tiempo libre tuvieron un mayor riesgo de HTA en comparación con los que alcanzaron 1200 MET / min / semana o más (HR 1.37, IC 95%: 1.07 , 1.75, p = 0.015 y HR 1.52, IC 95%: 1.17, 1.97, p = 0.001) para el tiempo libre y la actividad ocupacional, respectivamente. Esta asociación se mantuvo significativa después de incluir el IMC en el modelo (HR 1.29 IC 95%: 1.01, 1.66, p = 0.43 y HR 1.47, IC 95%: 1.13 1.90, p = 0.004) respectivamente. No se observó asociación entre la inactividad física total y el riesgo de HTA. Se observó una relación dosis respuesta significativa entre la inactividad física del tiempo libre (p = 0.036) y la actividad física ocupacional (p = 0.028) y el riesgo de HTA.

**Tabla 5. Riesgo de HTA de acuerdo a los niveles de actividad física.**

Niveles de actividad física (METs/min/semana)	Total (N)	Casos incidentes, n	Seguimiento (años persona)	Tasa de incidencia por 1000 años persona	Modelo 1 <sup>+</sup> HR (95% CI)	Modelo 2 <sup>∞</sup> HR (95% CI)	Modelo 3* HR (95% CI)
<b>Ocupacional**</b>							
1200 o más	1094	259	9,888	26.2	1	1	1
600-1199.9	227	67	2,054	32.6	1.28 (0.97, 1.70)	1.30 (0.99, 1.71)	1.29 (0.99, 1.70)
1-599.99	291	65	2,800	23.2	0.95 (0.72, 1.25)	0.97 (0.74, 1.28)	0.94 (0.71, 1.24)
<1	271	86	2,444	35.1	<b>1.41 (1.09, 1.83)</b>	<b>1.52 (1.17, 1.97)</b>	<b>1.47 (1.13, 1.90)</b>
<i>Valor P de tendencia</i>					<b>0.020</b>	<b>0.012</b>	<b>0.028</b>
<b>Tiempo libre**</b>							
1200 o más	528	122	5,095	23.9	1	1	1
600-1199.9	255	67	2,537	26.4	1.09 (0.80, 1.47)	1.07 (0.79, 1.44)	1.02 (0.75, 1.37)
1-599.99	375	99	3,502	28.2	1.24 (0.94, 1.62)	1.19 (0.91, 1.56)	1.12 (0.86, 1.47)
<1	725	189	6,051	31.2	<b>1.39 (1.09, 1.76)</b>	<b>1.37 (1.07, 1.75)</b>	<b>1.29 (1.01, 1.66)</b>
<i>Valor P de tendencia</i>					<b>0.042</b>	<b>0.011</b>	<b>0.036</b>
<b>Total</b>							
1200 o más	1453	351	13,278	26.4	1	1	1
600-1199.9	226	72	2,178	33.0	<b>1.30 (1.01, 1.67)</b>	1.24 (0.96, 1.60)	1.20 (0.93, 1.55)
1-599.99	160	38	1,302	29.1	1.24 (0.88, 1.76)	1.13 (0.81, 1.59)	1.07 (0.76, 1.50)
<1	44	16	428	37.3	1.48 (0.85, 2.61)	1.50 (0.90, 2.49)	1.24 (0.74, 2.08)
<i>Valor P de tendencia</i>					0.086	0.055	0.235

<sup>+</sup>Ajustados por edad

<sup>∞</sup>Ajustados por sexo\*T, edad, niveles de educación, estado marital, consumo actual de tabaco, uso de alcohol\*T, ingesta de energía, sueño, actividad física en el tiempo libre y ocupacional (METs/min/semana). Las variables de ajuste provienen de los datos basales.

\* Covariables usadas en el modelo 2 e índice de masa corporal.

\*\* Suma de actividad física moderada, vigorosa y muy vigorosa en el trabajo y tiempo libre. T= tiempo (ln (T\_))

## DISCUSIÓN

Este estudio examinó la asociación entre los METs / min / semana de AFMV total, durante el tiempo libre y ocupacional y el riesgo de DM2 e HTA en una muestra de adultos de bajos ingresos que residen en la Ciudad de México. Nuestros hallazgos indican que la ausencia de AFMV durante el tiempo libre y el trabajo se asoció con un riesgo moderadamente mayor de HTA. Sin embargo, la falta de AFMV ocupacional no se asoció con DM2.

Al comparar nuestros resultados con aquellos reportados en países de altos ingresos se observa que los adultos de países de bajos y medianos ingresos como México reportan mayor AFMV durante el trabajo<sup>24,25</sup> y menor AFMV durante el tiempo libre.<sup>24</sup> En este estudio se observó

que la actividad física durante el trabajo es más frecuente que en el tiempo libre. Por lo que, en futuras investigaciones se debería poner especial énfasis en monitorearla, ya que según estudios recientes, la actividad física durante el trabajo ha disminuido en los países de bajo ingreso probablemente debido a un rápido desarrollo socioeconómico.<sup>24,26,28</sup> Este factor de riesgo es uno de los principales factores modificables que ha contribuido a las crecientes tendencias en la morbilidad y mortalidad por ECNTs, incluida la HTA<sup>2</sup> y la DM2.<sup>27-29</sup>

Nuestro estudio indica que la ausencia de AFMV durante el trabajo aumenta el riesgo de HTA (en un 47%) pero no el riesgo de DM2. Aunque muchos estudios han examinado la asociación entre la inactividad física y las ECNTs,<sup>30</sup> solo algunos se han enfocado en el efecto de la actividad física ocupacional y los resultados de estos estudios demuestran una asociación inversa para la DM2<sup>10,12</sup> y resultados inconsistentes para la HTA.<sup>6,8-11</sup> Algunos estudios han demostrado que la actividad física ocupacional reduce el riesgo de HTA,<sup>31</sup> mientras que otros no han mostrado asociación<sup>9</sup> o incluso un mayor riesgo de HTA (en hombres negros),<sup>6</sup> ECV<sup>11</sup> y mortalidad por todas las causas.<sup>32</sup> Estas discrepancias podrían explicarse por el efecto de confusión de la masa muscular en el IMC entre los trabajadores más físicamente intensos,<sup>33</sup> el mínimo efecto de la actividad física ocupacional en la capacidad cardiorrespiratoria,<sup>32</sup> el proceso inflamatorio involucrado en la elevación prolongada de la frecuencia cardíaca elevada durante el trabajo extenuante,<sup>32,34</sup> y / o por casualidad. Por lo que se necesita más investigación para aclarar el impacto de los trabajos extenuantes y el efecto en salud.<sup>8</sup>

El no acumular AFMV durante el tiempo libre se asoció con un aumento de ~ 30% en el riesgo de DM2 e HTA después de controlar por posibles factores de confusión en este estudio. Este resultado es consistente con investigaciones publicadas previamente y sugiere que el efecto de la AFMV sobre el riesgo de DM2 e HTA es similar independientemente de la raza / etnia y el nivel socioeconómico.<sup>35-41,6,35,42,43</sup> La asociación protectora de la actividad física sobre la DM2 podría explicarse en parte por mejorar la sensibilidad a la insulina, por el aumento en la captación y administración de glucosa por las células musculares mediante los transportadores GLUT-4, cambios estructurales en el músculo esquelético (ejemplo: tamaño de fibra y densidad capilar), regulación hormonal mejorada (ejemplo: cortisol), por un mejor control de las enzimas relacionadas con el metabolismo de la glucosa y los lípidos (ejemplo: hexoquinasa, glucógeno sintasa, lipoproteína lipasa) y por la reducción del peso corporal y la adiposidad.<sup>40,44,45</sup> La actividad física podría reducir el riesgo de HTA arterial mediante diversos mecanismos, como la reducción de los

principales factores de riesgo de HTA (ejemplo: peso corporal),<sup>9,46</sup> reducción en las concentraciones séricas de colesterol,<sup>47</sup> mejorando la sensibilidad a la insulina y reduciendo la hiperinsulinemia<sup>46,47</sup> a través de los efectos de la insulina sobre la excreción urinaria de sodio<sup>9,46</sup> y finalmente, atenuando la actividad simpática adrenérgica y la resistencia periférica total, resultando en una reducción de la presión arterial.<sup>9,46</sup>

Nuestro estudio tiene algunas limitaciones que deben ser consideradas. La medición de los niveles de actividad física se realizaron únicamente en la línea basal y esto no necesariamente representa los niveles habituales de actividad física a lo largo de la vida. El uso de cuestionario aumenta el riesgo de tener un error de medición, y la mala clasificación generada al usar un auto reporte probablemente predisponga la asociación hacia el nulo. Además, la conveniencia social y / o la aprobación social también pudieron haber afectado los niveles auto reportados de actividad física. El diagnóstico de HTA y DM2 en nuestro estudio se basó en una información auto reportada por los participantes, lo que también pudo haber contribuido a una clasificación errónea en los desenlaces y probablemente a asociaciones subestimadas. Aunque los modelos fueron ajustados por posibles factores de confusión, se pudieron haber generado residuos de confusión como consecuencia de la medición imperfecta de los niveles de actividad física. Finalmente, la generalización de nuestro estudio es limitada ya que las áreas de bajos ingresos de la Ciudad de México tienen diferencias importantes en relación con otras partes del país en características como nivel educativo y acceso a servicios de salud.

## **CONCLUSIONES**

Encontramos que la falta de AFMV ocupacional y durante el tiempo libre están asociadas con un mayor riesgo de HTA en una muestra de bajos ingresos de la Ciudad de México. Sin embargo, no se encontraron asociaciones entre AFMV ocupacional y el riesgo de DM2. Por lo que se necesita más investigación para aclarar el beneficio de la AFMV ocupacional en los desenlaces de salud, debido a que el realizar AFMV ocupacional forma parte de las recomendaciones de actividad física de la OMS.<sup>18</sup>

## REFERENCIAS

1. Morabia A., Abel T. The WHO report "Preventing chronic diseases: a vital investment" and us. *Sozial- und Praventivmedizin*. 2006;51(2):74.
2. Campos-Nonato I., Hernandez-Barrera L., Rojas-Martinez R., Pedroza A., Medina-Garcia C., Barquera-Cervera S. Hypertension: prevalence, early diagnosis, control and trends in Mexican adults. *Salud Publica Mex*. 2013;55 Suppl 2:S144-150.
3. Villalpando S., de la Cruz V., Rojas R., et al. Prevalence and distribution of type 2 diabetes mellitus in Mexican adult population: a probabilistic survey. *Salud Publica Mex*. 2010;52 Suppl 1:S19-26.
4. Kruk J. Physical activity in the prevention of the most frequent chronic diseases: an analysis of the recent evidence. *Asian Pacific journal of cancer prevention : APJCP*. 2007;8(3):325-338.
5. Jeon C. Y., Lokken R. P., Hu F. B., van Dam R. M. Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Care*. 2007;30(3):744-752.
6. Pereira M. A., Folsom A. R., McGovern P. G., et al. Physical activity and incident hypertension in black and white adults: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Prev Med*. 1999;28(3):304-312.
7. Warburton D. E., Charlesworth S., Ivey A., Nettlefold L., Bredin S. S. A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2010;7:39.
8. Holtermann A., Hansen J. V., Burr H., Sogaard K., Sjogaard G. The health paradox of occupational and leisure-time physical activity. *Br J Sports Med*. 2012;46(4):291-295.
9. Huai P., Xun H., Reilly K. H., Wang Y., Ma W., Xi B. Physical activity and risk of hypertension: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Hypertension*. 2013;62(6):1021-1026.
10. Probert A. W., Tremblay M. S., Connor Gorber S. Desk potatoes: the importance of occupational physical activity on health. *Can J Public Health*. 2008;99(4):311-318.
11. Li J., Loerbroks A., Angerer P. Physical activity and risk of cardiovascular disease: what does the new epidemiological evidence show? *Current opinion in cardiology*. 2013;28(5):575-583.
12. Aune D., Norat T., Leitzmann M., Tonstad S., Vatten L. J. Physical activity and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis. *Eur J Epidemiol*. 2015;30(7):529-542.

13. Stern M. P., Gonzalez C., Mitchell B. D., Villalpando E., Haffner S. M., Hazuda H. P. Genetic and environmental determinants of type II diabetes in Mexico City and San Antonio. *Diabetes*. 1992;41(4):484-492.
14. Burke J. P., Williams K., Haffner S. M., Villalpando C. G., Stern M. P. Elevated incidence of type 2 diabetes in San Antonio, Texas, compared with that of Mexico City, Mexico. *Diabetes Care*. 2001;24(9):1573-1578.
15. Gonzalez-Villalpando C., Davila-Cervantes C. A., Zamora-Macorra M., Trejo-Valdivia B., Gonzalez-Villalpando M. E. Incidence of type 2 diabetes in Mexico: results of the Mexico City Diabetes Study after 18 years of follow-up. *Salud Publica Mex*. 2014;56(1):11-17.
16. Sallis J. F., Haskell W. L., Wood P. D., et al. Physical activity assessment methodology in the Five-City Project. *Am J Epidemiol*. 1985;121(1):91-106.
17. Richardson M. T., Ainsworth B. E., Jacobs D. R., Leon A. S. Validation of the Stanford 7-day recall to assess habitual physical activity. *Ann Epidemiol*. 2001;11(2):145-153.
18. Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud. Organización Mundial de la Salud. 2010. Disponible en:  
[http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977_spa.pdf).
19. Chobanian A. V., Bakris G. L., Black H. R., et al. The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report. *JAMA*. 2003;289(19):2560-2572.
20. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 2014;37 Suppl 1:S81-90.
21. Obesity: preventing and managing the global epidemic: WHO Technical Report Series 894: World Health Organization. 2000.
22. Stern M. P., Gonzalez C., Hernandex M., et al. Performance of semiquantitative food frequency questionnaires in international comparisons. Mexico City versus San Antonio, Texas. *Ann Epidemiol*. 1993;3(3):300-307.
23. Ahmad O., Boschi-Pinto C., Lopez A.D., Murray C. JL., Lozano R., Inoue M. Age standarization of rates: a new WHO standard. World Health Organization. 2001.
24. Bauman A., Ma G., Cuevas F., et al. Cross-national comparisons of socioeconomic differences in the prevalence of leisure-time and occupational physical activity, and active commuting in six Asia-Pacific countries. *J Epidemiol Community Health*. 2011;65(1):35-43.
25. Hallal P. C., Andersen L. B., Bull F. C., et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet*. 2012;380(9838):247-257.

26. Ng S. W., Popkin B. M. Time use and physical activity: a shift away from movement across the globe. *Obes Rev.* 2012;13(8):659-680.
27. Gomez-Dantes H., Fullman N., Lamadrid-Figueroa H., et al. Dissonant health transition in the states of Mexico, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet.* 2016;388(10058):2386-2402.
28. Barquera S., Pedroza-Tobias A., Medina C. Cardiovascular diseases in mega-countries: the challenges of the nutrition, physical activity and epidemiologic transitions, and the double burden of disease. *Current opinion in lipidology.* 2016;27(4):329-344.
29. Hernandez-Avila M., Gutierrez J. P., Reynoso-Noveron N. Diabetes mellitus in Mexico: Status of the epidemic. *Salud Publica Mex.* 2013;55 Suppl 2:s129-136.
30. Kriska A. M., Saremi A., Hanson R. L., et al. Physical activity, obesity, and the incidence of type 2 diabetes in a high-risk population. *Am J Epidemiol.* 2003;158(7):669-675.
31. Gu D., Wildman R. P., Wu X., et al. Incidence and predictors of hypertension over 8 years among Chinese men and women. *J Hypertens.* 2007;25(3):517-523.
32. Holtermann A., Marott J. L., Gyntelberg F., et al. Occupational and leisure time physical activity: risk of all-cause mortality and myocardial infarction in the Copenhagen City Heart Study. A prospective cohort study. *BMJ open.* 2012;2(1):e000556.
33. Sofi F., Capalbo A., Marcucci R., et al. Leisure time but not occupational physical activity significantly affects cardiovascular risk factors in an adult population. *European journal of clinical investigation.* 2007;37(12):947-953.
34. Krause N., Brand R. J., Kaplan G. A., et al. Occupational physical activity, energy expenditure and 11-year progression of carotid atherosclerosis. *Scand J Work Environ Health.* 2007;33(6):405-424.
35. Haapanen N., Miilunpalo S., Vuori I., Oja P., Pasanen M. Association of leisure time physical activity with the risk of coronary heart disease, hypertension and diabetes in middle-aged men and women. *Int J Epidemiol.* 1997;26(4):739-747.
36. Manson J. E., Nathan D. M., Krolewski A. S., Stampfer M. J., Willett W. C., Hennekens C. H. A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US male physicians. *JAMA.* 1992;268(1):63-67.
37. Hu F. B., Manson J. E., Stampfer M. J., et al. Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *N Engl J Med.* 2001;345(11):790-797.
38. Helmrich S. P., Ragland D. R., Paffenbarger R. S., Jr. Prevention of non-insulin-dependent diabetes mellitus with physical activity. *Med Sci Sports Exerc.* 1994;26(7):824-830.

39. Dziura J., Kasl S., Di Pietro L. Physical activity reduces type 2 diabetes risk in aging independent of body weight change. *J Phys Act Health*. 2004;1:19-28.
40. Hu F. B., Sigal R. J., Rich-Edwards J. W., et al. Walking compared with vigorous physical activity and risk of type 2 diabetes in women: a prospective study. *JAMA*. 1999;282(15):1433-1439.
41. Rana J. S., Li T. Y., Manson J. E., Hu F. B. Adiposity compared with physical inactivity and risk of type 2 diabetes in women. *Diabetes Care*. 2007;30(1):53-58.
42. Folsom A. R., Prineas R. J., Kaye S. A., Munger R. G. Incidence of hypertension and stroke in relation to body fat distribution and other risk factors in older women. *Stroke*. 1990;21(5):701-706.
43. Levenstein S., Smith M. W., Kaplan G. A. Psychosocial predictors of hypertension in men and women. *Arch Intern Med*. 2001;161(10):1341-1346.
44. Kokkinos P., Myers J. Exercise and physical activity: clinical outcomes and applications. *Circulation*. 2010;122(16):1637-1648.
45. LaMonte M. J., Blair S. N., Church T. S. Physical activity and diabetes prevention. *J Appl Physiol (1985)*. 2005;99(3):1205-1213.
46. Hu G., Barengo N. C., Tuomilehto J., Lakka T. A., Nissinen A., Jousilahti P. Relationship of physical activity and body mass index to the risk of hypertension: a prospective study in Finland. *Hypertension*. 2004;43(1):25-30.
47. Whelton S. P., Chin A., Xin X., He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med*. 2002;136(7):493-503.

## Capítulo 4

# LA CONTRIBUCIÓN DE LA INACTIVIDAD FÍSICA A LA CARGA CARDIOVASCULAR Y DE DM2 EN MÉXICO

### RESUMEN

*Objetivos.* Estimar cómo el aumento del 40% en la inactividad física en México entre 2006 y 2012 influyó en la incidencia de DM2 y ECV, y estimar el impacto proyectado de las recomendaciones de la OMS es decir, la disminución del 10% y el 15% en la inactividad física para 2025 y 2030, respectivamente, sobre la incidencia de ECV y DM2.

*Métodos.* Las estimaciones se obtuvieron utilizando el modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares, un modelo de simulación por computadora y transición de estado (Markov) de adultos de 35 a 64 años de edad. Los insumos del modelo incluyeron datos de encuestas nacionales de actividad física 2006 y 2012, medidos usando la versión en español del IPAQ.

*Resultados.* El aumento del 40% en la inactividad física observada de 2006 a 2012 proyectó un aumento de 27,300 casos de DM2, 10,300 casos de CC y 2,500 casos de accidente cerebrovascular entre las personas de 35 a 64 años. Se proyectó una reducción del 10% de la inactividad física en 2025 en comparación con el status quo y se observó que con esta se podrían reducir hasta 8,400 casos de DM2, 1,100 accidentes cerebrovasculares y 4,200 eventos incidentes de CC; por otra parte una reducción del 15% en la inactividad en el 2030 reduciría 8,700, 1,400 y 4,900 más casos, respectivamente.

*Conclusión.* A medida que la carga de la DM2, ECV y los accidentes cerebrovasculares aumentaron de 2006 a 2012 debido al incremento de la inactividad física, una disminución relativa del 15% en esta podría evitar un total de 17,200 casos de DM2, 2,500 de accidente cerebrovascular y 9,200 casos de CC en 2030.

*Palabras clave.* Inactividad física, enfermedades cardiovasculares, DM2, mortalidad, México.

## INTRODUCCIÓN

Las ECNTs, en particular las CC, los accidentes cerebrovasculares y la DM2 son las principales causas de muerte a nivel mundial.<sup>1</sup> siendo responsables del 60% de las muertes, la mayoría de ellas en países de ingresos bajos y medios.<sup>2</sup> En México, las CC y la DM2 son las principales causas de muerte.<sup>3</sup> A pesar de que en el país se han implementado estrategias efectivas para reducir esta carga,<sup>4</sup> aún se necesitan políticas de salud pública para reducir los factores de riesgo asociados a estas enfermedades, especialmente la inactividad física.<sup>5</sup> Las personas clasificadas como físicamente inactivas tienen un 16% más riesgo de CC,<sup>6</sup> 18% más riesgo de accidente cerebrovascular<sup>7</sup> y 16% más riesgo de DM2.<sup>7-9</sup> En México, la prevalencia de adultos clasificados como físicamente inactivos (es decir, aquellos que realizan <600 METs / min / semana de AFMV) aumentó 40% de 2006 a 2012.<sup>10</sup> Esta tendencia al alza de inactividad física contrasta con los objetivos globales establecidos por la OMS, es decir, reducir 10% la prevalencia de inactividad física para 2025 y reducir 15% para 2030.<sup>9</sup> Por lo que analizamos en qué medida los cambios en la actividad física en adultos mexicanos de 35-64 años de edad influyen en la carga de ECV (CC y accidentes cerebrovasculares) y DM2. Nuestros objetivos fueron estimar hasta qué punto el aumento observado en la inactividad física en México de 2006 a 2012 influyó en las tasas de ECV y DM2 y proyectar las posibles reducciones de ECV y DM2 que se podrían alcanzar usando los porcentajes de reducción sugeridos por la OMS.

## MÉTODOS

El modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares – México (por sus siglas en inglés CVD policy model) se ha utilizado durante 30 años para proyectar la prevalencia, incidencia, mortalidad y costos de ECV entre la población de EUA de 35 a 94 años de edad. El modelo se adaptó para representar a la población mexicana como se ha descrito con anterioridad.<sup>11</sup> Se trata de una simulación por computadora, modelo de transición de estado (Markov) compuesto de tres sub modelos. El sub modelo demográfico epidemiológico estratifica la población sin ECV preexistente en células definidas por sexo, categorías de edad de 10 años y distribuciones de factores de riesgo para consumo de tabaco, presión arterial sistólica, colesterol de alta densidad (HDL) y colesterol de baja densidad (LDL), IMC, la presencia de DM2, y niveles de actividad física. En ciclos anuales, el modelo predice la incidencia de DM2, CC, accidente cerebrovascular y muerte sin ECV entre las personas sin ECV preexistentes que utilizan funciones de riesgo estimadas a partir de los datos del estudio de cohorte de Framingham original y descendencia.<sup>12,13</sup> El sub modelo “puente” captura el evento incidente (paro cardíaco, infarto al miocardio, angina) y secuelas en los 30 días posteriores al evento. El sub modelo de la historia de la

enfermedad estratifica la población con ECV por edad, sexo e historia de la ECV. Las personas con antecedente de ECV cuentan con información de tasas anuales de eventos recurrentes, procedimientos de revascularización y muerte cardiovascular y no cardiovascular con probabilidades de transición determinadas a partir de estudios de la historia natural, bases de datos de hospitales y calibración de las tasas de eventos. Esto para lograr eventos cardiovasculares totales y muertes reportadas en hospitales mexicanos y datos de estadísticas vitales (Anexo 3 y 4).<sup>14,15</sup>

### *Entradas del modelo*

Se consideró 2010 como el año basal de el modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares, con aportes de modelo derivados de fuentes de datos representativos a nivel nacional (Tabla 6, Anexo 3). Obtuvimos datos sobre la actividad física de las ENSANUT 2006 y 2012, encuestas representativas a nivel nacional de 22,995 y 6,273 adultos de 35 a 64 años de edad respectivamente.<sup>10</sup> La actividad física se midió usando la versión corta de el IPAQ, un instrumento de auto reporte que ha sido desarrollado por un grupo internacional de expertos para estimar la prevalencia y la tendencia de este factor de riesgo entre poblaciones de diferentes países y entornos.<sup>16</sup> El IPAQ ha sido desarrollado y probado para su uso en adultos de 15 a 69 años de edad.<sup>16</sup> Este instrumento ha sido validado en población mexicana con una confiabilidad modesta ( $r = 0.55$ ) y poca validez respecto al acelerómetro de ( $r = 0.31$ ).<sup>17</sup> Clasificamos a los participantes como físicamente activos si acumularon al menos 150 minutos de AFMV por semana ( $\geq 600$  METs / min / semana) o físicamente inactivos si no acumularon esta cantidad de actividad física.<sup>10</sup> Finalmente, determinamos la prevalencia de la actividad física en 2006 y en 2012 entre adultos de 35 a 64 años de edad, estratificados por sexo y grupos de 10 años de edad.

Obtuvimos información sobre la asociación entre la inactividad física y la incidencia de DM2, CC y accidente cerebrovascular a través de dos meta análisis. El RR de la incidencia de DM2 (RR = 0.78) y accidente cerebrovascular (RR = 0.80) en personas físicamente inactivas en comparación con los adultos activos se obtuvo a partir de un meta análisis publicado por el grupo de el Global Burden of Disease.<sup>7</sup> El RR para la asociación entre la inactividad física y la CC se obtuvo del estudio de Sattelmair y cols.<sup>6</sup> RR = 0.86 ( $\beta = -0.150$ ) para hombres y 0.76 ( $\beta = -0.274$ ) para mujeres.<sup>6</sup> En los casos donde los resultados del meta análisis compararon más de dos estratos de nivel de actividad física, combinamos los registros naturales de los RR al ponderar los valores de los componentes por la inversa de su varianza para generar RR que comparan a los físicamente activos ( $\geq 600$  MET / min / semana) y físicamente inactivos ( $< 600$  METs / min / semana).

**Tabla 6. Entradas usadas en el modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares.**

<b>Parámetros (año)</b>	<b>Fuente</b>
Estimaciones de la población mexicana (2010)	INEGI <sup>18</sup>
Estimación de las proyecciones (2010-2030)	Consejo Nacional de Población (CONAPO) <sup>19</sup>
Mortalidad total y específica (2010)	Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS) <sup>20</sup>
Incidencia de enfermedades cardiovasculares (2010)	Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), <sup>21</sup> Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), <sup>22</sup> Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS) <sup>20</sup>
Muertes por enfermedades cardiovasculares (Muerte cardíaca súbita, sobrevida en el hospital, tasas de letalidad, tasas de revascularización) (2000 y 2010)	Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS), <sup>20</sup>
Funciones de riesgo para incidencias por enfermedades cardiovasculares y muertes por enfermedades que no sean cardiovasculares (2010)	USA National Hospital Discharge Survey (NHDS) <sup>23,24</sup> Estudio de Cohorte de Framingham Original <sup>12</sup> y Descendencia <sup>13</sup>
Transiciones entre factores de riesgo (2006)	ENSANUT 2006 <sup>25</sup>
Prevalencia de inactividad física (2006 y 2012)	ENSANUT 2006 <sup>25</sup> y 2012 <sup>10</sup>
Distribución de los factores de riesgo (2006 y 2009)	ENSANUT 2006 <sup>25</sup> y Encuesta Mundial de Tabaquismo en Adultos (GATS) 2009 <sup>26</sup>
Riesgos relativos para inactividad física (2011 y 2016)	Kyu y cols. 2016 (DM2 y accidentes cerebrovasculares) <sup>7</sup> y Sattelmair y cols. 2011 (CC) <sup>6</sup>

### *Simulaciones y supuestos*

Utilizamos el modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares para simular dos escenarios. Primero, simulamos el impacto del aumento en la inactividad física de 2006 a 2012 entre los adultos de 35 a 64 años de edad en la incidencia de DM2, CC y accidente cerebrovascular. Comparamos los resultados después de ejecutar simulaciones separadas de 7 años, primero utilizando la prevalencia de inactividad física de la ENSANUT 2006 y segundo utilizando las aportaciones de la encuesta del 2012. La diferencia en los resultados acumulativos de la enfermedad representa el impacto en la carga de la enfermedad durante un período de 7 años asociado con el aumento de la inactividad observado en 2012. Para el objetivo 2, estimamos el impacto de una reducción relativa del 10% en la prevalencia de inactividad física entre 2016-2025 y una reducción relativa del 15% en la prevalencia de inactividad física entre 2016-2030, de acuerdo con la recomendación de la OMS.<sup>27</sup> Utilizamos la prevalencia de inactividad observada en 2012 para la prevalencia inicial en 2016 dado que no se observaron diferencias estadísticamente

significativas en la inactividad física entre esos años.<sup>28</sup> Modelamos disminuciones graduales en la inactividad a lo largo del tiempo entre adultos de 35-64 años para alcanzar una reducción del 10% general para 2025 y el 15% para 2030. Supusimos que la distribución de todos los demás factores de riesgo cardiovascular, incluida la presión arterial, el tabaquismo, el colesterol LDL y HDL, y el IMC se mantuvieron constantes a lo largo del tiempo, según lo observado en la ENSANUT 2006.<sup>10</sup>

### *Análisis de sensibilidad*

La evidencia sugiere que los auto reportes sobreestiman los niveles de actividad física cuando se comparan con los datos del acelerómetro.<sup>29</sup> Investigaciones recientes han sugerido que la sobreestimación de estos instrumentos se puede ajustar utilizando ecuaciones basadas en el acelerómetro.<sup>10,30</sup> Con base en lo anterior, realizamos un análisis de sensibilidad para estimar el efecto de la prevalencia de inactividad física ajustada por acelerómetro en la incidencia de ECV y DM2. Utilizamos el mismo procedimiento de modelaje que se describe para el objetivo 1, pero utilizando la prevalencia de inactividad física ajustada por el acelerómetro. Comparamos las diferencias en los resultados de salud entre las prevalencias de inactividad física no ajustadas y ajustadas.

## **RESULTADOS**

Según la tabla 7, la prevalencia de inactividad física aumentó de 2006 a 2012 en todos los grupos de edad. La prevalencia fue más alta en el grupo de mayor edad (14.4% en 2006 y 16.6% en 2012) y más baja en el grupo de edad más joven.

**Tabla 7. Prevalencia de inactividad física y promedio de minutos de actividad física por semana entre adultos mexicanos: ENSANUT 2006 y 2012**

Grupos de edad (años)	2006 (escenario basal)			2012 (estimaciones con el 40% de incremento)		
	n	N	% (95% IC)	N	N	% (95% IC)
35-44	11,287	13,542,328	10.8 (9.8, 11.9)	2,783	15,843,461	16.3 (13.7, 19.2)
45-54	7,114	9,820,085	12.3 (11.0, 13.6)	1,995	11,475,090	14.9 (12.4, 17.8)
55-64	4,594	6,484,080	14.4 (12.8, 16.2)	1,495	8,416,371	16.6 (13.5, 20.1)
Total	22,995	29,846,493	12.1 (11.3, 12.9)	6,273	35,734,922	15.9 (14.2, 17.7)

Como se muestra en la tabla 8, durante un período de 7 años, las simulaciones utilizando la prevalencia de inactividad física no ajustada de 2012 produjo 27,300 casos de DM2, 10,300 de CC y 2,500 de accidentes cerebrovasculares en comparación con las simulaciones que utilizaron la prevalencia de inactividad de 2006 (escenario base), que representan incrementos relativos del 1%, 0.8% y 0.6%, respectivamente. Los análisis de sensibilidad utilizando los datos auto reportados de

actividad física ajustados por los datos del acelerómetro, proyectaron reducciones en la carga de la enfermedad que fueron aproximadamente 1.5 veces más altas de lo que se proyectó utilizando la prevalencia auto reportada no ajustada.

**Tabla 8. Número acumulado de casos basados en un período de 7 años entre los mexicanos de 35 a 64 años bajo diferentes supuestos (prevalencia de inactividad física ajustada y no ajustada de 2006 y 2012)**

Desenlaces	Escenario base	No ajustados		Ajustados	
	Prevalencia de inactividad física 2006	Incremento de eventos	Porcentaje de cambio	Incremento de eventos	Porcentaje de cambio
	N	N	%	N	%
Incidencia de CC	1,267,300	10,300	0.8	15,000	1.2
Incidencia de enfermedades cerebrovasculares	381,100	2,500	0.6	3,900	1.0
Incidencia de DM2	2,586,300	27,300	1.0	37,700	1.5
Infartos al miocardio totales	294,000	1,400	0.5	2,500	0.9
Mortalidad por CC	141,900	400	0.2	600	0.4
Mortalidad por enfermedades cerebrovasculares	67,000	400	0.6	700	1.0

Los valores están redondeados al más cercano 100 en todos los desenlaces

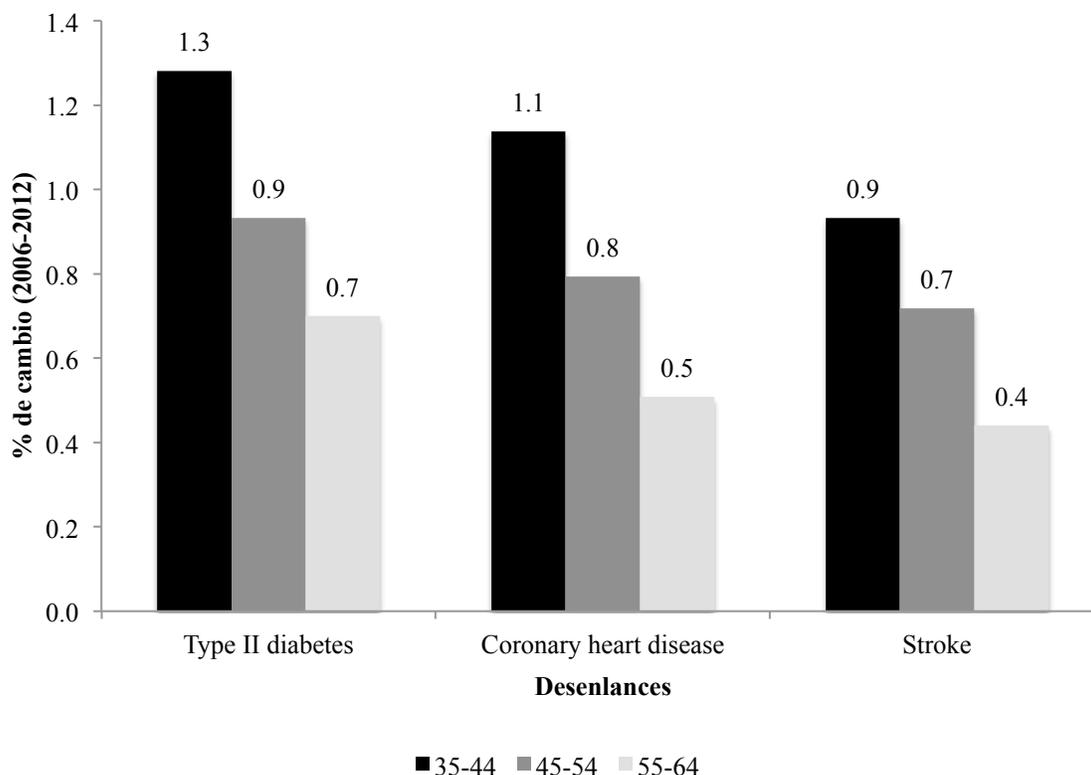
CC - CC

No ajustados - niveles de actividad física auto reportados

Ajustados - niveles de actividad física auto reportados ajustados por acelerómetro

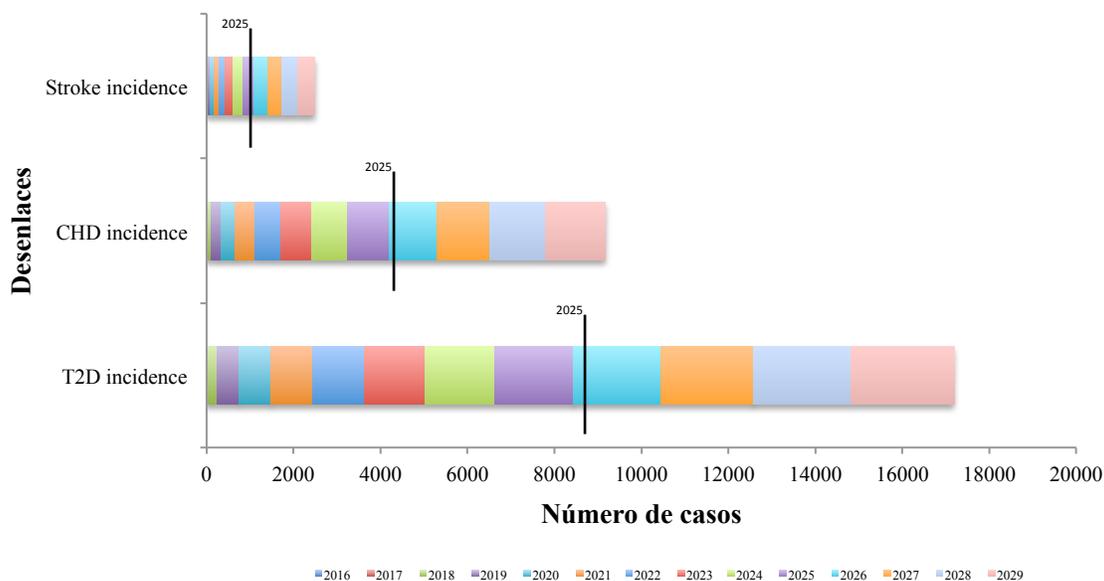
El aumento relativo en los eventos asociados con el aumento en los niveles de inactividad física en 2012 en comparación con 2006 fue mayor para el grupo de edad más joven (35-44 años) y menor para los grupos de edad más viejos (55-64 años), con aumentos porcentuales que van desde 0.4 a 1.3%, lo que representa un aumento de 2,400 a 14,500 casos de DM2, de 2,100 a 4,500 casos de CC, y de 680 a 1,100 casos de accidente cerebrovascular. (Figura 1)

**Figura 1. Porcentaje de cambio entre 2006 y 2012 sobre el número de casos con DM2, CC y accidente cerebrovascular entre adultos mexicanos según los grupos de edad.**



Las simulaciones que plantean una disminución relativa del 10% en la prevalencia de inactividad física de 2016-2025 en comparación con el supuesto de que no haya cambios en la inactividad física resultaron en una disminución acumulada de 4,200 (0.2%) eventos de CC, 1,110 (0.17%) casos de accidentes cerebrovasculares y 8,400 (0.2%) casos de DM2. Una reducción del 15% en la inactividad física de 2016-2030 resultaría en una mayor disminución acumulativa de todos los resultados (4,900 eventos de CC, 1,400 eventos de accidente cerebrovascular y 8,700 eventos de DM2). (Figura 2) Los resultados sobre el impacto de una reducción del 10% y 15% de la inactividad física fueron 19%, 18% y 19% más altos para la incidencia de CC, la incidencia de accidentes cerebrovasculares y la incidencia de DM2, respectivamente, según la prevalencia ajustada por acelerómetro (datos no mostrados).

**Figura 2. Casos incidentes de CC, accidente cerebrovascular y DM2 prevenidos durante el período 2016-2030 entre adultos de 35 a 64 años.**



## DISCUSIÓN

Estimamos que el aumento en la prevalencia de inactividad física de 11.4% en 2006 a 16% en 2012 observado en adultos mexicanos de 35-64 años de edad se asoció con 0.8% mayor incidencia de CC, 0.6% más de incidencia de accidentes cerebrovasculares y 1% más incidencia de DM2 en 7 años. En contraste, la disminución del 10% en la prevalencia de inactividad física proyectó 8,400 casos menos de DM2, 4,200 casos menos de CC y 1,100 menos eventos de accidentes cerebrovasculares de 2016 a 2025. La reducción en el número de casos fue 18%, 26% y 4% mayor para CC, accidente cerebrovascular y DM2, respectivamente, con una reducción proyectada del 15% en la prevalencia de inactividad física para 2030.

Es bien conocido que el realizar actividad física protege en el desarrollo de ECNTs como DM2 al mejorar la sensibilidad a la insulina, en la regulación hormonal y al mejorar el control de las enzimas relacionadas con el metabolismo de la glucosa y los lípidos,<sup>31-33</sup> y un efecto positivo en la presión arterial al reducir el peso corporal, el colesterol sérico y la hiperinsulinemia.<sup>34,35</sup> A pesar de la contribución de la actividad física en las ECNTs y la implementación de diversas estrategias nacionales y sub nacionales, la población mundial sigue siendo menos activa.<sup>9</sup> Solo algunos estudios han proporcionado información sobre la carga de la inactividad física en países desarrollados;<sup>36-38</sup> ninguno de estos ha proyectado estimaciones sobre el incremento en los niveles de inactividad física.

Se utilizaron las encuestas nacionales 2006 y 2012 para estimar la prevalencia de inactividad física en el presente estudio. Estos y otros cuestionarios de auto reporte son propensos a una clasificación errónea sustancial que subestima la verdadera prevalencia de la inactividad física. Para corregir esta clasificación errónea, algunos autores han aplicado una ecuación ajustada por acelerómetro en la prevalencia de actividad física.<sup>10,39</sup> En el presente estudio se realizó un análisis de sensibilidad utilizando una prevalencia ajustada por acelerómetro.<sup>10</sup> Se observó que la proyección ajustada incrementó en 50% el número de casos. Si bien un valor ajustado podría ser una estimación mejorada sobre el uso de la prevalencia no ajustada, consideramos que la prevalencia ajustada por acelerómetro debe usarse para obtener el efecto más cercano en la salud de la inactividad física.

Existen algunas limitaciones relacionadas con los riesgos relativos utilizados en la asociación entre la inactividad física y las ECNTs en el modelo. Primero, utilizamos estimaciones de riesgo relativo provenientes de un meta análisis de diferentes estudios prospectivos de todo el mundo que pueden no necesariamente representar a la población mexicana.<sup>40</sup> En segundo lugar, la mayoría de los riesgos relativos provienen de estudios observacionales que pueden no representar la verdadera asociación entre inactividad física y las ECNTs.<sup>6,7</sup>

Nuestro análisis sugirió que una reducción del 10% en la prevalencia de inactividad física para 2025 daría como resultado 0.2% menor incidencia de CC, 0.2% menor incidencia de accidentes cerebrovasculares y 0.2% menor incidencia de DM2, y una reducción del 0.5%, 0.5% y 0.5% respectivamente con una disminución del 15% en la prevalencia de inactividad física para 2030. Según nuestro conocimiento, tres estudios previos estimaron hasta qué punto una reducción en la prevalencia de inactividad física influiría en la morbilidad y la mortalidad. El primero de estos estudios, basado en población Australiana en 2008, estimó que una reducción absoluta del 10% en la prevalencia de inactividad física (70% a 60%) disminuiría el número de muertes en un 15% y en 14% la enfermedad ajustada por años de vida.<sup>41</sup> El segundo de estos estudios, basado en población Colombiana en 2002, estimó que una reducción relativa del 30% en la prevalencia de inactividad física (53.2% a 37.2%) disminuiría las muertes atribuidas a DM2 en 5.3% y en 2% la mortalidad por todas las causas.<sup>38</sup> El último estudio, basado en población Canadiense en 1995, estimó que una reducción relativa del 10% en los niveles de inactividad física (62% a 55.8%) daría como resultado un 19.9% menos muertes por DM2, 19.9% menos muertes por accidentes cerebrovasculares, y 10.3% menos muertes por todas las causas.<sup>42</sup> Una de las principales diferencias en la contribución de inactividad física entre los países podría ser el porcentaje propuesto de reducción de la prevalencia de inactividad física (10-30%),<sup>38,41,42</sup> diferencias en el valor de prevalencia (53.2% al 70%),<sup>38,41,42</sup> la prevalencia e incidencia de las ECNTs de cada país, el rango de edad utilizado para

estimar las prevalencias de inactividad física (15 a 64 años), el tiempo propuesto para reducir los niveles de inactividad física,<sup>38,41,42</sup> y los riesgos relativos utilizados en los estudios, que normalmente se basan en meta análisis de poblaciones de ascendencia Europea. Si bien, los resultados no son directamente comparables dadas las diferencias metodológicas fundamentales, los estudios anteriores brindan una valiosa contribución a la literatura sobre la carga de la inactividad física.

Una limitación de este estudio podría ser la ausencia de la prevalencia actual de DM2, HTA y obesidad en la población mexicana. Asumimos que la prevalencia de estos factores de riesgo se mantuvo constante durante 7, 9 y 14 años y esto podría resultar en una subestimación del efecto. Este supuesto se basó en el hecho de que la prevalencia nacional de obesidad,<sup>43</sup> DM2<sup>44</sup> e HTA<sup>45</sup> no ha cambiado en los últimos 6 años. Sin embargo, la información proyectada durante los periodos 2016-2025 y 2016-2030 se debe de tomar con cautela ya que estas estimaciones podrían cambiar si se implementa alguna estrategia preventiva para ECV en los próximos años.

Finalmente, para disminuir las prevalencias de inactividad física a nivel mundial, la OMS ha desarrollado un plan de acción global para ayudar a los países a ampliar las medidas de política para promover la actividad física.<sup>9</sup> Los objetivos principales incluyen crear sociedades activas, crear entornos activos, crear personas activas y crear sistemas activos.<sup>9</sup> México ha implementado algunas estrategias locales y federales para incrementar los niveles de actividad física dentro de la población; sin embargo, se necesitan más estrategias, especialmente si se espera que el país logre una reducción del 15% en la prevalencia de inactividad física para 2030.

## **CONCLUSIÓN**

El aumento en la prevalencia de inactividad física ha provocado 37,200 casos de DM2, 3,900 de accidentes cerebrovasculares y 15,300 casos de CC en mexicanos de 2006 a 2012. Sin embargo, 8,400 casos de DM2, 1,100 casos de accidentes cerebrovasculares y 4,200 casos de CC podrían evitarse con una reducción relativa del 10% en la prevalencia de inactividad física para 2025 y con una reducción del 15%, se podrían evitar un total de 17,200 casos de DM2, 9,200 casos de CC y 2,500 casos de accidentes cerebrovasculares para 2030. Aunque los gobiernos nacionales y sub nacionales han implementado algunas estrategias para promover niveles de actividad física dentro de la población (ejemplo: programas de ciclismo, carreras de aficionados, etc.) se deben considerar intervenciones adicionales para reducir el número acumulado de casos atribuidos a la inactividad física y contribuir al control de la alerta epidemiológica nacional actual relacionada con las ECNTs en México.

## REFERENCIAS

1. Morabia A., Abel T. The WHO report "Preventing chronic diseases: a vital investment" and us. *Sozial- und Praventivmedizin*. 2006;51(2):74.
2. Lozano R., Naghavi M., Foreman K., et al. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012;380(9859):2095-2128.
3. Gomez-Dantes H., Fullman N., Lamadrid-Figueroa H., et al. Dissonant health transition in the states of Mexico, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2016;388(10058):2386-2402.
4. Barquera S., Rivera J., Campos I., Hernández L., Santos-Burgoa C., Durán E., Rodríguez L., Hernández M. Bases técnicas del Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria. Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad. Secretaría de Salud. 1a. ed. México. 2010.
5. Feigin V. L., Roth G. A., Naghavi M., et al. Global burden of stroke and risk factors in 188 countries, during 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet. Neurology*. 2016;15(9):913-924.
6. Sattelmair J., Pertman J., Ding E. L., Kohl H. W., 3rd, Haskell W., Lee I. M. Dose response between physical activity and risk of coronary heart disease: a meta-analysis. *Circulation*. 2011;124(7):789-795.
7. Kyu H. H., Bachman V. F., Alexander L. T., et al. Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: systematic review and dose-response meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *BMJ*. 2016;354:i3857.
8. Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud. Organización Mundial de la Salud. 2010. Disponible en:  
[http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977_spa.pdf).
9. The global action plan on physical activity 2018-2030. World Health Organization. 2018. Available from: <http://www.who.int/ncds/prevention/physical-activity/gappa/action-plan>.
10. Medina C., Janssen I., Campos I., Barquera S. Physical inactivity prevalence and trends among Mexican adults: results from the National Health and Nutrition Survey (ENSANUT) 2006 and 2012. *BMC Public Health*. 2013;13:1063.
11. Sanchez-Romero L. M., Penko J., Coxson P. G., et al. Projected Impact of Mexico's Sugar-Sweetened Beverage Tax Policy on Diabetes and Cardiovascular Disease: A Modeling Study. *PLoS Med*. 2016;13(11):e1002158.

12. Framingham Heart Study-Cohort (FHS-Cohort) data request site. Biologic Specimen and Data Repository Information Coordinating Center: National Heart, Lung, and Blood Institute. 2013. Available from:  
<http://biolincc.nhlbi.nih.gov/studies/framcohort/?q=framingham>.
13. Framingham Heart Study-Offspring Study (FHS-OS) data request site. Biologic Specimen and Data Repository Information Coordinating Center: National Heart, Lung, and Blood Institute. 2013. Available from:  
<http://biolincc.nhlbi.nih.gov/studies/framoffspring/?q=framingham>.
14. Weinstein M. C., Coxson P. G., Williams L. W., Pass T. M., Stason W. B., Goldman L. Forecasting coronary heart disease incidence, mortality, and cost: the Coronary Heart Disease Policy Model. *Am J Public Health*. 1987;77(11):1417-1426.
15. Dirección General de Información a la Salud. Bases de datos sobre defunciones. Defunciones generales (INEGI/SALUD). Secretaría de Salud. 2012. Disponible en:  
[http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/std\\_defunciones.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/std_defunciones.html).
16. Craig C. L., Marshall A. L., Sjostrom M., et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(8):1381-1395.
17. Medina C., Barquera S., Janssen I. Validity and reliability of the International Physical Activity Questionnaire among adults in Mexico. *Rev Panam Salud Publica*. 2013;34(1):21-28.
18. Estadística población, hogares y vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Disponible en:  
<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=17484>.
19. Proyecciones de la población 2010-2050. Secretaría de Gobernación 2014. Disponible en:  
<https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico>.
20. Bases de Sector Salud. Cubos Dinámicos-Egresos Hospitalarios 2012. Sistema Nacional de Información de Salud. Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud 2012. Disponible en:  
[http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc\\_egresoshosp\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc_egresoshosp_gobmx.html).
21. Memoria estadística 2011. Instituto Mexicano del Seguro Social. 2012. Disponible en:  
<http://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/memoria-estadistica-2011>.

22. Estadística: anuarios 2011. Instituto de Seguridad Social y Servicios para los Trabajadores del Estado. 2011. Disponible en:  
<http://www.issste.gob.mx/datosabiertos/anuarios/anuarios2011.html>.
23. Lagerqvist B., Husted S., Kontny F., et al. A long-term perspective on the protective effects of an early invasive strategy in unstable coronary artery disease: two-year follow-up of the FRISC-II invasive study. *Journal of the American College of Cardiology*. 2002;40(11):1902-1914.
24. Zijlstra F., Hoorntje J. C., de Boer M. J., et al. Long-term benefit of primary angioplasty as compared with thrombolytic therapy for acute myocardial infarction. *The New England journal of medicine*. 1999;341(19):1413-1419.
25. Olaiz-Fernández G., Rivera-Dommarco J., Shamah-Levy T., Rojas R, Villalpando-Hernández S., Hernández-Avila M., Sepúlveda-Amor J. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2006.
26. Reynales Shigematsu LM., Shamah T., Méndez I., Rojas R., Lazcano E. Encuesta Global de Tabaquismo en Adultos (GATS). Cuernavaca, Morelos México: Organización Panamericana de la Salud. Instituto Nacional de Salud Pública; 2010.
27. Noncommunicable disease global monitoring framework: indicator definitions and specifications. World Health Organization. 2011. Available from:  
[http://www.who.int/nmh/ncd-tools/indicators/GMF\\_Indicator\\_Definitions\\_Version\\_NOV2014.pdf](http://www.who.int/nmh/ncd-tools/indicators/GMF_Indicator_Definitions_Version_NOV2014.pdf).
28. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. Informe final de resultados. Secretaría de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. 2016: Disponible en:  
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf>.
29. Shephard R. J. Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *Br J Sports Med*. 2003;37(3):197-206; discussion 206.
30. Hallal P. C., Andersen L. B., Bull F. C., et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet*. 2012;380(9838):247-257.
31. Kokkinos P., Myers J. Exercise and physical activity: clinical outcomes and applications. *Circulation*. 2010;122(16):1637-1648.
32. Hu F. B., Sigal R. J., Rich-Edwards J. W., et al. Walking compared with vigorous physical activity and risk of type 2 diabetes in women: a prospective study. *JAMA*. 1999;282(15):1433-1439.
33. LaMonte M. J., Blair S. N., Church T. S. Physical activity and diabetes prevention. *J Appl Physiol (1985)*. 2005;99(3):1205-1213.

34. Whelton S. P., Chin A., Xin X., He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med.* 2002;136(7):493-503.
35. Hu G., Barengo N. C., Tuomilehto J., Lakka T. A., Nissinen A., Jousilahti P. Relationship of physical activity and body mass index to the risk of hypertension: a prospective study in Finland. *Hypertension.* 2004;43(1):25-30.
36. de Rezende L. F., Rabacow F. M., Viscondi J. Y., Luiz Odo C., Matsudo V. K., Lee I. M. Effect of physical inactivity on major noncommunicable diseases and life expectancy in Brazil. *J Phys Act Health.* 2015;12(3):299-306.
37. Joubert J., Norman R., Lambert E., Groenewald P., Schneider M., Bull F., Bradshaw D. Estimating the burden of disease attributed to physical inactivity in South Africa 2000. *SAMJ.* 2007;97(8):725-731.
38. Lobelo F., Pate R., Parra D., Duperly J., Pratt M. Carga de mortalidad asociada a la inactividad física en Bogotá. *Rev. Salud Pública.* 2006;8 (sup 2):28-41.
39. Hallal P. C., Victora C. G., Wells J. C., Lima R. C. Physical inactivity: prevalence and associated variables in Brazilian adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(11):1894-1900.
40. Medina C., Janssen I., Barquera S., Bautista-Arredondo S., Gonzalez M. E., Gonzalez C. Occupational and leisure time physical inactivity and the risk of type II diabetes and hypertension among Mexican adults: A prospective cohort study. *Scientific reports.* 2018;8(1):5399.
41. Cadilhac D. A., Cumming T. B., Sheppard L., Pearce D. C., Carter R., Magnus A. The economic benefits of reducing physical inactivity: an Australian example. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011;8:99.
42. Katzmarzyk P. T., Gledhill N., Shephard R. J. The economic burden of physical inactivity in Canada. *CMAJ.* 2000;163(11):1435-1440.
43. Rivera-Dommarco J., Campos-Nonato I., Shamah T., Hernández L. *Epidemia de la obesidad en México.* México ANMM-UNAM; 2018 (en prensa).
44. Rojas-Martinez R., Basto-Abreu A., Aguilar-Salinas C. A., Zarate-Rojas E., Villalpando S., Barrientos-Gutierrez T. Prevalence of previously diagnosed diabetes mellitus in Mexico. *Salud Publica Mex.* 2018;60(3):224-232.
45. Campos-Nonato I., Hernandez-Barrera L., Pedroza-Tobias A., Medina C., Barquera S. Hypertension in Mexican adults: prevalence, diagnosis and type of treatment. ENSANUT MC 2016. *Salud Publica Mex.* 2018;60(3):233-243.

## Capítulo 5

# MUÉVETE EN BICL. ESTRATEGIA COMUNITARIA PARA PROMOVER ACTIVIDAD FÍSICA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

### RESUMEN

*Antecedentes.* Las intervenciones comunitarias se han vuelto populares para aumentar los niveles de actividad física. Los programas como las ciclovías cierran temporalmente las calles y permiten el acceso a caminantes, corredores, patinadores y ciclistas. Hasta ahora hay poca evidencia sobre la evaluación de estos programas en todo el mundo y en México.

*Objetivos.* Los objetivos de este estudio son estimar la participación, los niveles de actividad física en el programa “Muévete en Bici” (MEB) y la asociación sobre la frecuencia de participación con características sociodemográficas, físicas y del programa en la Ciudad de México.

*Métodos.* De octubre 2017 a julio 2018, se encuestaron a seiscientos setenta y nueve participantes utilizando un cuestionario que contiene características sociodemográficas, físicas y del programa. Se utilizó una cámara de video de gran angular para estimar la velocidad promedio por evento de cada participante. Por medio de entrevistas a usuarios para conocer si visitaban o no la ruta principal del evento, corregimos la estimación oficial del número de participantes por evento.

*Resultados.* En un día promedio del programa, 21,801 personas asistieron al evento. El programa MEB contribuye con una media de 221 minutos de AFMV por evento. En total, el 88.4% de los usuarios acumulan al menos 150 minutos de actividad física por evento. El 29.6% de los participantes asisten al programa todos los domingos. Los grupos que asistieron más frecuentemente al programa fueron los hombres, aquellos entre 41 y 64 años de edad, los participantes clasificados como muy y suficientemente activos habitualmente y durante el programa, aquellos que usan el transporte activo para llegar al programa, y los participantes que asisten solos.

*Conclusiones.* Este programa contribuye con un 20% más de los minutos de AFMV recomendados por semana. Los asistentes regulares son más propensos a ser físicamente activos. Las autoridades del MEB deberían de buscar formas de incluir a las personas con sobrepeso y a aquellas que viven en áreas de bajos ingresos que han demostrado ser más vulnerables a la obesidad y la DM2 y a ser más físicamente inactivos durante el tiempo libre.

*Palabras clave.* Actividad física, ciclovías, calles abiertas, intervenciones comunitarias, México.

## INTRODUCCIÓN

Las ECNTs son la principal causa de muerte en todo el mundo<sup>1</sup> y están relacionadas con algunos factores de riesgo modificables, como la inactividad física.<sup>2,3</sup> En 2010, la OMS estipuló que los adultos tenían que acumular al menos 150 minutos de AFV por semana en períodos de al menos 10 minutos.<sup>4</sup> La proporción de adultos mexicanos que no cumplen con estas recomendaciones aumentó en un 40% entre 2006 y 2012.<sup>5</sup> Esto podría continuar aumentando en el futuro a menos que se implementen programas efectivos comunitarios de actividad física.

El programa de ciclovía recreativa, es un tipo de estrategia de actividad física comunitaria que se ha hecho popular en todo el mundo. Este es un programa multisectorial, gratuito y masivo en el donde las calles están temporalmente cerradas al transporte motorizado, permite el acceso a caminantes, corredores, patinadores y ciclistas.<sup>6</sup> En la actualidad existen más de 50 programas de Ciclovía que se ejecutan en 67 ciudades de América del Norte.<sup>7</sup> Estos programas resultaron tener un costo beneficio,<sup>8</sup> mejorar el capital social y la seguridad,<sup>7</sup> reducir la contaminación del aire,<sup>9</sup> y están asociados con una mejor calidad de vida<sup>10</sup> y menor riesgo de mortalidad.<sup>9</sup>

La Secretaría de Medio Ambiente junto con veinte organizaciones privadas y públicas implementaron el programa "Muévete en bici" (MEB) en la Ciudad de México en 2007. El objetivo de este programa es reducir el uso de automóviles y aumentar los niveles de actividad física. El MEB involucra un circuito de 55 kilómetros de calle en áreas de ingresos medios-altos (Reforma, División del Norte, Patriotismo, Centro Histórico, La Villa), cerrados tres domingos por mes de 8:00 a.m. a 2:00 p.m.<sup>11</sup> Este programa además brinda diversos servicios gratuitos a lo largo del circuito como primeros auxilios, estaciones de hidratación, baños, alquiler de bicicletas, mecánica de bicicletas y clases de ciclismo.<sup>12</sup> La ruta está conectada con parques y otras actividades recreativas.<sup>12</sup>

Hasta ahora existe una falta de información relacionada con la evaluación de este programa en México. Los principales objetivos de este estudio fueron estimar el número de participantes en el programa MEB, los niveles de actividad física de los asistentes al programa y describir las características sociodemográficas, físicas y de la participación al programa.

## MÉTODOS

Los datos se recopilaron desde el inicio (8:00 am) hasta el final (2:00 pm) del programa en los tres primeros domingos de cada mes desde octubre del 2017 hasta julio del 2018.

### **Determinación del número de participantes en el programa**

Para estimar el número de participantes usamos información recolectada por las autoridades del programa de enero del 2018 a julio del 2018.

#### *Estimación del número de participantes por las autoridades del programa*

El programa cuenta a los participantes en 16 diferentes puntos de la ruta de las 8:00 am a las 2:00 pm. La distancia entre cada punto es de ~ 2.5 km a lo largo de los 55 km de la ruta. Este punto de corte fue seleccionado por los responsables del programa para evitar el doble conteo de los participantes. Los 16 puntos de conteo incluyen: 1. Intersección de Reforma y Julio Verne (este), 2. Intersección de Reforma y Mariano Escobedo (este), 3. Intersección de Reforma e Insurgentes (este), 4. Intersección de Reforma y Av. Juárez (bidireccional), 5. Glorieta Simón Bolívar (este), 6. Intersección de Calzada de Guadalupe y Acero (este), 7. Intersección Calzada de Guadalupe y Excelsior (este), 8. Tlaxcoaque (unidireccional), 9. Intersección de Durango y Veracruz (sur), 10. Intersección de Mazatlán y Alfonso Reyes (unidireccional), 11. Intersección de División Norte y Viaducto (unidireccional), 12. Intersección de la División Norte y Cuauhtémoc (unidireccional), 13. Intersección de División del Norte y Churubusco (unidireccional), 14. Intersección de Eje 7 Sur Zapata y Av. Universidad (unidireccional), 15. Intersección de Av. Patriotismo y Empresa (unidireccional), y 16. Intersección de Av. Patriotismo y Puente de la Morena (unidireccional). Los voluntarios se ubican en cada uno de los puntos y cuentan manualmente a ciclistas, corredores y caminantes durante 15 minutos cada hora durante todo el programa. Se suma la cantidad total de participantes por cada punto para generar el número total de asistentes en el programa

#### *Corrección de las estimaciones oficiales del programa*

Tomando en cuenta las estimaciones del programa, el punto más transitado es la intersección de Avenida Reforma e Insurgentes (este). Para determinar el número de participantes que llegaron a este punto, en 12 de los 15 puntos (punto 5 al 16 mostrados arriba) preguntamos a 220 participantes, si llegarían a la Avenida Reforma durante su viaje (sí / no). Asumimos que todos los participantes que llegarían a la Avenida Reforma serían contados manualmente en algunos de los puntos de conteo. Basándonos en esta pregunta, corregimos la estimación oficial del número de participantes por evento mediante la siguiente fórmula:

$N = ((100 / (\% \text{ personas que llegaron a Avenida Reforma})) * \text{Número total de personas contadas en Avenida Reforma})$

N= número total de participantes

% personas que llegaron a Avenida Reforma = 76.3%

Promedio de personas que fueron contadas en Avenida Reforma (de enero a julio 2018) = 16,643 participantes

### **Cuestionario para los asistentes de el MEB**

De octubre de 2017 a marzo de 2018, asistentes de investigación capacitados se acercaron a 871 participantes de el MEB, al azar, y les pidieron que completaran un cuestionario; de estos, 150 (17.2%) no quisieron contestar la encuesta y 42 (4.8%) tuvieron datos incompletos, finalizando con 679 cuestionarios completos. Los entrevistadores se ubicaron principalmente en la calle más utilizada dentro de la ruta (a partir de aquí "Avenida Reforma") en un punto en donde los participantes de el MEB normalmente disminuyen la velocidad. Todos los participantes proporcionaron consentimiento informado por escrito antes de participar. La comisión de Ética del Instituto Nacional de Salud Pública de México aprobó el estudio (No. 1703). El cuestionario se contestaba en aproximadamente 10 minutos, este se realizó con lápiz y papel o mediante Survey Monkey en el celular. El cuestionario fue desarrollado originalmente por la Secretaría de Medio Ambiente para recopilar información sociodemográfica de los participantes del programa.<sup>11</sup> Para este estudio, se agregaron preguntas para evaluar los niveles habituales de actividad física de los participantes y el tipo y cantidad de actividad física que realizaban cuando no asistían al programa. El cuestionario fue piloteado 5 veces antes de ser implementado.

Como parte del cuestionario, los participantes reportaron su fecha de nacimiento, último grado de estudios completado, código postal, estado civil (soltero, casado, viudo, divorciado o separado), peso y estatura. El código postal se utilizó para estimar el nivel socioeconómico de los participantes según la base de datos del INEGI.<sup>13,14</sup> El IMC se calculó en  $\text{kg} / \text{m}^2$ . El IMC se clasificó de acuerdo a los puntos de corte de adultos de la OMS: bajo peso ( $<18.5 \text{ kg} / \text{m}^2$ ), peso normal ( $18.5\text{--}24.9 \text{ kg} / \text{m}^2$ ), sobrepeso ( $25.0\text{--}29.9 \text{ kg} / \text{m}^2$ ) y obesidad ( $\geq 30.0 \text{ kg} / \text{m}^2$ ).<sup>15</sup>

Los patrones de actividad física fueron determinados mediante el GPAQ. Este cuestionario pregunta el tiempo y la frecuencia de actividad física realizada durante el tiempo libre y el trabajo en una semana típica. Además, este cuestionario contiene preguntas relacionadas con el transporte activo (caminar y montar en bicicleta) en una semana típica y el tiempo que pasan sentados en un día típico. El GPAQ ha sido validado internacionalmente<sup>16</sup> y adaptado al español.<sup>17</sup> Estos datos se limpiaron de acuerdo con el protocolo del GPAQ.<sup>17</sup> Se determinaron los minutos totales por semana dedicados a la práctica de AFMV, y estos se utilizaron para clasificar a los participantes en tres categorías de actividad física basadas en las recomendaciones de actividad física de la OMS:<sup>4</sup> 1) " físicamente inactivo" si participaron en  $<150 \text{ min} / \text{semana}$  de intensidad

moderada, o <75 min / semana de intensidad vigorosa, o una combinación equivalente de las dos intensidades ; 2) "suficientemente activo" si acumulaban 150-299 min / semana de intensidad moderada, o 75-149 min / semana de intensidad vigorosa, o una combinación equivalente; o 3) "muy activo" si participaron en  $\geq 300$  min / semana de intensidad moderada, o  $\geq 150$  min / semana de intensidad vigorosa, o una combinación equivalente.<sup>4</sup>

Para medir el tipo (bicicleta, caminata, carrera, patines) y la intensidad de la actividad física realizada durante el programa se utilizaron las preguntas: “¿Cuál es la actividad que normalmente realiza durante el programa? y ¿Cuántas horas suele pasar en el programa?” y una cámara de gran angular para conocer la intensidad de la actividad por medio de la velocidad. La cámara se colgó en un poste colocado a aproximadamente 1.50 metros del suelo en medio de la calle. La calle contenía una marca en la ruta con el número de metros hacia la cámara. Se seleccionaron al azar cincuenta participantes por actividad. Se estimó el tiempo que le tomó a cada participante andar en bicicleta, caminar, patinar, correr desde la marca en la ruta hasta la cámara. La velocidad promedio se calculó mediante la siguiente fórmula:  $\text{velocidad} = \text{distancia} / \text{tiempo}$ . La velocidad promedio fue de 22 mph para ciclismo, 7.6 mph para caminar, 15.8 mph para patines y 14.5 mph para correr. Las actividades se clasificaron como moderadas (caminatas, patinadores, ciclismo) y vigorosas (correr) de acuerdo al compendio de actividades.<sup>18</sup> Con esta información, se clasificó a los participantes como “físicamente inactivos”, “suficientemente activos” o “muy activos” de acuerdo a la participación en el programa, utilizando los criterios de la OMS mencionados anteriormente.<sup>4</sup>

Además se utilizaron preguntas para evaluar la frecuencia de participación en el programa (cada domingo, dos veces al mes, una vez al mes, no asisten regularmente, primera vez), el modo de viaje para llegar al programa el día en que se realizó el cuestionario (automóvil, transporte público o transporte activo [bicicleta, caminar, patinar o trotar / correr]), si asistieron al programa solos o acompañados el día que completaron el cuestionario (algún miembro de la familia, compañeros de trabajo, pareja, vecino, compañero de clase, amigo), y el tipo de actividades que realizan normalmente los domingos que no asisten al programa (actividades sedentarias, actividades activas o actividades muy activas). Para estimar la distancia que recorrieron mientras participaban en el programa el día en que se completó el cuestionario, se preguntó a los participantes: “¿Dónde comenzó su viaje?”, “¿Dónde terminó su viaje?” y “¿Cuál es el punto más lejano al que llegará durante el recorrido?”. Se trazó una ruta en GoogleMyMaps basada en la conexión de los tres puntos de viaje (punto inicial – punto más lejano – punto final) y los kilómetros totales sumaron para obtener la distancia total recorrida.

## **Análisis de los datos.**

Se utilizaron estadísticas descriptivas simples (medias, desviaciones estándar, medianas, rangos intercuartiles, porcentajes, intervalos de confianza del 95%) para caracterizar a la muestra. La prueba de Kolmogorov-Smirnov se utilizó para examinar la normalidad. Las variables que no se distribuyeron normalmente se transformaron logarítmicamente. Las diferencias en las medias entre los minutos de actividad física en el programa, de forma habitual y las características sociodemográficas y físicas se examinaron mediante la prueba t para muestras independientes y ANOVA. El valor de p utilizado para denotar si la prueba era estadísticamente significativa se ajustó para comparaciones múltiples utilizando el método de Bonferroni. Se utilizó un análisis de regresión ordinal univariado para examinar la asociación entre la frecuencia de participación y las características de los usuarios. El análisis de regresión ordinal multivariado se ajustó por sexo, edad, nivel educativo, prevalencia de actividad física habitual e IMC. Se probaron supuestos en el modelo antes de análisis subsecuentes. El nivel de significancia se estableció en  $p < 0.05$ . Todos los análisis se realizaron utilizando el software SPSS versión 25 (estadísticas de IBM SPSS, IBM Corporation, Somers, NY).

## **RESULTADOS**

### *Número de participantes*

De acuerdo a las observaciones de los 16 puntos del programa y la corrección del conteo total de participantes, 21,801 personas (IC del 95%: 20,111 a 23,491) asistieron al evento en un día promedio. La Avenida Reforma es la calle más importante y emblemática de la Ciudad de México. Más del 70% de las personas visitan esta calle durante el recorrido. La segunda calle más transitada es División del Norte, esta ruta conecta la parte sur con la parte norte de la Ciudad de México.

### *Características de los participantes del programa*

Las características sociodemográficas, físicas y niveles de actividad física de los 679 participantes se describen en la tabla 9. El 51.3% de los participantes del programa eran mujeres, el 64.1% tenía entre 18 y 40 años de edad, el 62.8% era soltero, el 61.3% tenía una licenciatura o más, y el 13% reportó tener obesidad. Según el código postal reportado, 84.4% de los participantes vivían en la Ciudad de México y 13.8% vivían en el Estado de México. (Figura 3). La mayoría de los participantes viven en áreas de ingresos medios (7.6%) y altos (91.8%). Durante la semana en la que los participantes fueron encuestados el 14.1% se clasificó como físicamente inactivo, 15.6% como suficientemente activo y 70.3% como físicamente inactivo. Aproximadamente 61.7% de los participantes cumplen con la recomendación de actividad física durante el programa.

En promedio los participantes acumulan 221 minutos de actividad física en los días que participan en el programa. La mayoría (88.5%) de los participantes utilizaron la bicicleta durante el programa (el 57% de ellos no usó casco), el 59.9% recorrió 10 km o más y el 29.6% informó que acudía al MEB todos los domingos. Finalmente, el 55% informó que realizaría actividades sedentarias o de intensidad ligera si no asistían al programa MEB (datos no mostrados).

#### *Correlación entre la duración y frecuencia de participación en el programa*

De acuerdo a la tabla 10, el tiempo de participación en el MEB fue mayor en hombres que en mujeres ( $p < 0.05$ ). Aquellos entre 41 y 64 años pasaron más tiempo dentro del programa que aquellos que tenían entre 18 y 40 años (240 vs. 180,  $p < 0.05$ ). Con respecto al nivel educativo, aquellos con maestría o nivel escolar superior reportaron pasar menos minutos en el MEB en comparación con la categoría de bachillerato o licenciatura (180 vs. 240). Aquellos que utilizan la bicicleta reportaron una cantidad significativamente mayor de minutos en el MEB en comparación con los que realizan otras actividades (240 vs. 180,  $p < 0.01$ ). Las personas que utilizaron el transporte activo para asistir al programa reportaron una cantidad significativamente mayor de minutos en el programa en comparación con los que usan el transporte público o el automóvil (240 vs. 180,  $p < 0.05$ ). Finalmente, aquellos que asisten solos y todos los domingos reportaron una cantidad significativamente mayor de minutos en el MEB en comparación con los que asisten con alguien y los usuarios que asisten con menor frecuencia.

La tabla 11 muestra la asociación entre las características sociodemográficas, físicas y del programa y la frecuencia de participación. De acuerdo al modelo multivariado, los hombres, aquellos entre 41 y 64 años, aquellos clasificados como suficientemente activos y muy activos de forma habitual y durante el programa, aquellos que usaron transporte activo para asistir al programa y aquellos que asisten solos visitan más frecuentemente el programa comparado con sus contrapartes. En contraste, las personas clasificadas con sobrepeso y con maestría o más asistieron con menor frecuencia al programa que el grupo de personas con peso normal y el grupo con menor nivel de educación.

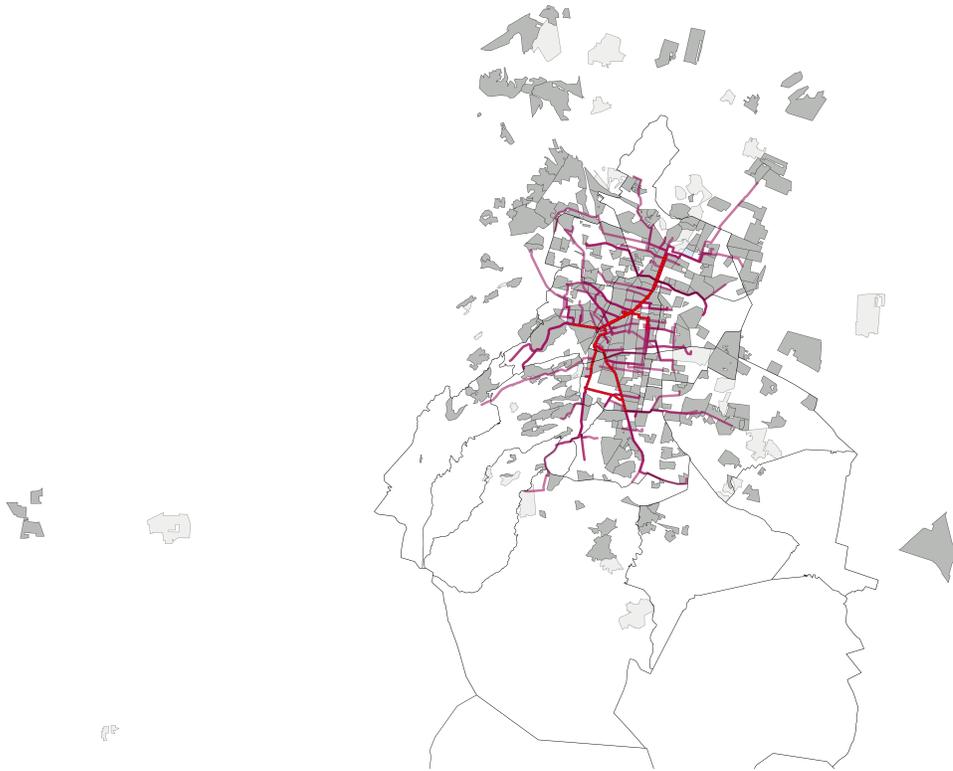
**Tabla 9. Características sociodemográficas, físicas y del programa. Ciudad de México, 2017-2018**

<b>Variables</b>	<b>N= 679</b> <b>% (95% IC)</b>
Sexo	
Hombre	48.7 (44.9, 52.6)
Mujer	51.3 (47.4, 55.1)
Edad (años)	
18-40	64.1 (60.3, 67.7)
41-64	33.9 (30.3, 37.6)
65-87	2.1 (1.1, 3.4)
Estado marital♦	
Soltero	62.8 (59.1, 66.5)
Con pareja	37.2 (33.5, 40.9)
Nivel de educación	
Primaria o secundaria	1.2 (0.5, 2.3)
Preparatoria o licenciatura	37.6 (33.9, 41.3)
Maestría o más	61.3 (57.5, 64.9)
Índice de masa corporal (Kg/m <sup>2</sup> )	
Peso normal	48.6 (44.8, 52.4)
Sobrepeso	38.4 (34.7, 42.2)
Obesidad	13.0 (10.6, 15.8)
Prevalencia de actividad física habitual	
Físicamente inactivo	14.1 (11.6, 17.0)
Suficientemente activo	15.6 (13.0, 18.6)
Muy activo	70.3 (66.7, 73.7)
Actividades que realizan si no asisten al programa	
Sedentarias o ligeras	54.8 (51.0, 58.6)
Activas o muy activas	45.2 (41.4, 49.0)
Prevalencia de actividad física en el programa	
Físicamente inactivo	11.5 (9.2, 14.2)
Suficientemente activo	61.7 (58.0, 65.4)
Muy activo	26.7 (23.4, 30.2)
Actividades en el programa	
Ciclismo	88.5 (85.9, 90.8)
Patinar	3.2 (2.0, 4.9)
Caminar	3.1 (1.9, 4.7)
Correr	5.2 (3.6, 7.1)
Distancia recorrida (Km)	
<10	40.1 (36.4, 43.9)
10 o más	59.9 (56.1, 63.6)
Asistencia al programa	
Solo	34.2 (30.6, 37.9)
Acompañado*	65.8 (62.1, 69.4)
Frecuencia de participación	
Primera vez	9.3 (7.2, 11.7)
No asiste regularmente	8.5 (6.6, 10.9)
1 vez al mes	13 (10.5, 15.7)
2-3 veces al mes	39.6 (35.9, 43.4)
Cada domingo	29.6 (26.2, 33.2)

**Tabla 10. Promedio y medianas de minutos de actividad física durante el programa de acuerdo a las características sociodemográficas, físicas y del programa. Ciudad de México, 2017-2018**

<b>Variables</b>	<b>Promedio (DE)</b>	<b>(Mediana, RIQ)</b>
<i>Características sociodemográficas</i>		
Total	221 (72)	180 (180, 240)
Sexo		
Hombre	229 (75)	240 (180, 300) <sup>b</sup>
Mujer	213 (69)	180 (180, 240)
Edad (años)		
18-40	213 (71)	180 (180, 240) <sup>b</sup>
41-64	236 (71)	240 (180, 300)
65-87	223 (86)	240 (165, 255)
Estado marital <sup>♦</sup>		
Soltero	221 (72)	180 (180, 240)
Con pareja	220 (74)	180 (180, 240)
Nivel de educación		
Primaria o secundaria	218 (31)	240 (180, 240)
Preparatoria o licenciatura	234 (75)	240 (180, 300) <sup>c</sup>
Maestría o más	213 (71)	180 (180, 240)
<i>Características biológicas</i>		
Índice de masa corporal (Kg/m <sup>2</sup> )		
Peso normal	220 (72)	180 (180, 240)
Sobrepeso	221 (72)	180 (180, 240)
Obesidad	224 (74)	180 (180, 300)
Prevalencia de actividad física habitual		
Físicamente inactivo	209 (67)	180 (180, 240)
Suficientemente activo	213 (73)	180 (180, 240)
Muy activo	225 (73)	210 (180, 300)
<i>Características en el programa</i>		
Actividades en el programa		
Ciclismo	227 (72)	240 (180, 300) <sup>b,c,d</sup>
Patinar	172 (43)	180 (120, 180)
Caminar	186 (85)	180 (120, 240)
Correr	177 (62)	180 (120, 180)
Tipo de transporte al programa		
Auto	201 (65)	180 (180, 240)
Transporte público	209 (69)	180 (180, 240)
Transporte activo <sup>†</sup>	234 (74)	240 (180, 300) <sup>a,b</sup>
Asistencia al programa		
Solo	236 (74)	240 (180, 300) <sup>b</sup>
Acompañado <sup>*</sup>	213 (70)	180 (180, 240)
Frecuencia de participación		
Primera vez	186 (58)	180 (120, 240)
No asiste regularmente	211 (70)	180 (180, 240)
1 vez al mes	194 (64)	180 (180, 240)
2-3 veces al mes	225 (73)	240 (180, 300) <sup>a,c</sup>
Cada domingo	241 (73)	240 (180, 300) <sup>a,b,c</sup>

<sup>a, b, c, d</sup> Diferencias significativas entre características sociodemográficas, físicas, y del programa representadas por súper índices (p<0.005)



**Figura 3. Mapa con la distribución de los participantes y rutas. Ciudad de México, 2017-2018**  
Línea roja - Ruta del programa  
Línea morada - Ruta de los participantes.  
Sombras - Áreas donde viven los participantes.

**Tabla 11. Análisis de regresión ordinal de acuerdo a la asociación entre la frecuencia de asistencia y las características sociodemográficas, físicas y del programa**

<b>Variab</b> les	<b>Modelo univariado</b> <b>OR (95% CI)</b>	<b>Modelo multivariado</b> <b>OR (95% CI)</b>
<i>Características sociodemográficas</i>		
Sexo		
Hombre	1	1
Mujer	<b>1.60 (1.21, 2.10)</b>	<b>1.40 (1.05, 1.87)</b>
Edad (años)		
18-40	1	1
41-64	<b>3.01 (2.22, 4.08)</b>	<b>2.85 (2.08, 3.90)</b>
65-87	<b>3.75 (1.36, 10.36)</b>	2.23 (0.75, 6.66)
Estado marital♦		
Soltero	1	1
Con pareja	1.06 (0.80, 1.41)	0.86 (0.63, 1.17)
Nivel de educación		
Primaria o secundaria	1	1
Preparatoria o licenciatura	<b>0.09 (0.01, 0.68)</b>	0.15 (0.02, 1.19)
Maestría o más	<b>0.05 (0.01, 0.39)</b>	<b>0.10 (0.01, 0.77)</b>
<i>Características físicas</i>		
Índice de masa corporal (Kg/m <sup>2</sup> )		
Peso normal	1	1
Sobrepeso	0.90 (0.67, 1.21)	<b>0.70 (0.51, 0.95)</b>
Obesidad	1.02 (0.67, 1.57)	0.68 (0.43, 1.06)
Prevalencia de actividad física habitual		
Físicamente inactivo	1	1
Suficientemente activo	<b>1.87 (1.13, 3.08)</b>	<b>1.73 (1.04, 2.88)</b>
Muy activo	<b>2.47 (1.66, 3.68)</b>	<b>2.19 (1.45, 3.29)</b>
<i>Características en el programa</i>		
Prevalencia de actividad física en el programa		
Físicamente inactivo	1	1
Suficientemente activo	<b>2.23 (1.44, 3.46)</b>	<b>1.88 (1.21, 2.93)</b>
Muy activo	<b>4.53 (2.77, 7.40)</b>	<b>3.59 (2.18, 5.92)</b>
Tipo de transporte al programa		
Auto	1	1
Transporte público	0.90 (0.60, 1.36)	0.93 (0.61, 1.42)
Transporte activo*	<b>3.27 (2.28, 4.68)</b>	<b>2.45 (1.69, 3.57)</b>
Asistencia al programa		
Solo	1	1
Acompañado*	<b>2.25 (1.67, 3.03)</b>	<b>1.89 (1.38, 2.58)</b>

Análisis multivariado ajustado por sexo, edad, nivel de educación, niveles de actividad física e IMC

♦Estado marital: con pareja – casado o con pareja. Soltero – viudo, soltero, divorciado, separado

\*Acompañado: familia, compañero de trabajo, pareja, vecinos, compañeros de clase o amigos

\*Transporte activo: bicicleta, correr, caminar

## DISCUSIÓN

Los objetivos de este estudio fueron estimar la participación, los niveles de actividad física habituales y durante el programa, y evaluar la asociación entre la participación y las características sociodemográficas, físicas y del programa. En promedio 21,801 participantes asistieron al evento. Los asistentes del MEB dedican una media de 221 minutos por domingo a la practica de AFMV. En promedio, el 29.6% de los participantes asisten al programa todos los domingos. El 88.5% de los participantes usa bicicleta, el 62.8% de los participantes son solteros y el 34.2% asisten solos al programa. Los hombres, aquellos de entre 41 y 64 años de edad, aquellos clasificados como suficientemente activos y muy activos habitualmente y en el programa, aquellos que usan el transporte activo para llegar al programa, y los participantes que asisten solos visitan regularmente el programa.

La asistencia promedio del programa son 21,801 personas. Con base a otros resultados de ciclovía, la cantidad de asistentes varía de 1,000 a 100,000.<sup>19-23</sup> La Ciclovía con el mayor número de participantes es Viva CalleSJ en San José, California. La amplia variación en el número de asistentes entre los programas podría estar relacionada con el hecho de que hasta ahora no existe un método estandarizado para calcular el número de asistentes. Por ejemplo, CicloSDias en San Diego, California, estimó la cantidad de asistentes usando el conteo más alto en un periodo de 5 horas obtenido en tres estaciones diferentes.<sup>20</sup> La misma metodología se usó en el programa de St. Louis y Summer Streets en la Ciudad de Nueva York.<sup>21,22</sup> La CicLAvia en Los Ángeles usó una cámara que contó a todas las personas que pasaban en intervalos de 5 minutos, la justificación se basó en estadísticas sociales.<sup>19</sup> Por último, la Ciclovía en un área rural latina realizó una observación directa durante 15 minutos cada hora en 5 puntos sin poder calcular el número total de participantes.<sup>23</sup> Por lo que se necesita más investigación que coadyuve a estimar con precisión el número de asistentes dentro de los programas que permitan hacer comparaciones entre estos.

Según nuestros resultados, los participantes pasan 221 minutos en un programa de 34 millas (55 km) durante las 6 horas de duración. A pesar de que la duración y los horarios varían entre otros programas, nuestros resultados son similares. Los resultados de otras ciclovías recreativas indican que las personas pasan entre 56 y 180 minutos en eventos de 3 a 7 horas de duración.<sup>19-29</sup> Las ciudades de países latinoamericanos tienen algunos de los programas más grandes que van desde 20.5 a 75 millas.<sup>7,27,29</sup> Además, este es un programa comunitario que permite que las personas acumulen los minutos semanales de actividad física recomendados por la OMS.

Encontramos que el 88.4% de los participantes cumplen con las recomendaciones de actividad física durante este programa. Con respecto a otros estudios, esta prevalencia es más alta a la observada en otros estudios. Por ejemplo, el 75% de Chile,<sup>27</sup> 39% de San Diego,<sup>20</sup> 19,4% de Atlanta,<sup>24</sup> 50% de St. Louis y 17.3% de los participantes de la frontera Texas-México<sup>21</sup> cumplen con las recomendaciones de actividad física durante el evento. Esta sobreestimación de la prevalencia podría estar relacionada con el hecho de que las personas informan el tiempo promedio que esperaban permanecer en el programa, pero no el tiempo que pasaron activos. Este resultado también podría estar relacionado con la longitud y la frecuencia de la ruta.

En total, el 55% de los encuestados reportaron realizar actividades sedentarias o ligeras si no asisten al programa. Esto significa que el 48.6% de las personas que cumplen con las recomendaciones semanales de actividad física en el evento serían físicamente inactivas si no participaran en el programa MEB. Los resultados de otros programas indicaron que el 38% de los participantes en Atlanta,<sup>24</sup> 43% de los participantes en St. Louis<sup>21</sup> y 79% de los participantes en zonas rurales de EUA<sup>23</sup> reportaron ser sedentarios si no asisten al programa. Por lo que estos programas parecen ofrecer una buena estrategia de salud pública para incrementar los niveles de actividad física en la población.

Observamos que los hombres, el grupo de edad de entre 41 y 87 años, quienes utilizan bicicleta, transporte activo para llegar al programa, quienes asisten solos y quienes asisten con frecuencia realizaron más actividad física durante el programa en comparación con sus contrapartes. Estos resultados son similares a los reportados por otros estudios.<sup>20-22,25</sup> Aunque el programa de ciclovía recreativa permite que las personas alcancen recomendaciones de actividad física ya sea por medio del uso de la bicicleta o por actividades extra como zumba, se requiere mayor esfuerzo para involucrar a personas físicamente inactivas o mínimamente activas, y personas con sobrepeso.

A pesar de que el programa ofrece estrategias para fomentar la participación de personas de niveles socioeconómicos bajos, como el uso del metro para trasladarse con bicicleta y el préstamo de bicicletas, la mayoría de los participantes provienen de áreas de ingresos medios-altos. La poca asistencia de personas de ingresos bajos podría explicarse por el hecho de que el programa está ubicado principalmente en áreas urbanas de ingresos medios-altos. Las posibles soluciones a este problema podrían ser el expandir o interconectar el MEB a áreas de bajos ingresos y tener rutas accesibles en transporte público.

Nuestro estudio observó que los hombres, aquellos de entre 41 y 64 años de edad, participantes clasificados como muy activos y suficientemente activos de forma habitual y durante el programa, aquellos que usan transporte activo para llegar al programa, y los participantes que llegan solos asisten más frecuentemente al programa. La asociación positiva por ser hombre<sup>5,7,30</sup> y tener altos niveles de actividad física se ha observado en México,<sup>5</sup> países en América Latina y en todo el mundo. Además, aquellos clasificados como muy activos durante el evento y aquellos que usaron transporte activo para llegar al MEB son los que asisten con más frecuencia. Esto significa que participar regularmente podría ayudar a aumentar los niveles de actividad física. Además, aquellos que asisten regularmente al programa tienen más probabilidad de usar bicicletas como forma de transporte,<sup>31</sup> y el aumentar el transporte activo a través de este programa también podría ayudar a reducir el tráfico en la ciudad<sup>22</sup> y mejorar la calidad del aire.<sup>32</sup>

### **Fortalezas y limitaciones**

Este estudio proporciona información auto reportada relacionada con las características sociodemográficas y físicas de los participantes del MEB. Nuestro estudio incluyó un amplio rango de edad (18-87 años). Además obtuvimos información sobre la altura y el peso de los participantes a pesar de ser auto reportado. Aunque el tamaño de muestra fue suficiente para observar diferencias entre los grupos, nuestra muestra puede no ser representativa de los asistentes del programa ya que fue una muestra a conveniencia. La selección aleatoria de muestras no fue posible, específicamente por la dificultad de detener a las personas durante el paseo. Los participantes que aceptaron responder el cuestionario pudieron haber sido más activos que aquellos que no participan en el programa. De acuerdo a informes descriptivos previos, el 70% de los participantes son hombres; esto difiere con nuestros resultados ya que buscábamos conocer las características de las mujeres que participan en el programa. Aunque usamos una cámara de video para medir la velocidad de los participantes, la velocidad instantánea puede no representar la velocidad promedio de los participantes por evento. Nuestra fórmula no necesariamente arroja el número exacto de participantes en el MEB. Finalmente, es difícil hacer comparaciones de asistencia con otros programas, ya que utilizamos un método nuevo para estimar la participación en este programa.

## CONCLUSIONES

Este programa aporta más del 20% de la cantidad sugerida por la OMS de actividad física por semana. Los usuarios más frecuentes fueron los más físicamente activos y los que usaban la bicicleta para asistir al programa. Se debe encontrar la manera de involucrar a personas con sobrepeso y personas de zonas de bajos ingresos, en su mayoría expuestas, a la obesidad,<sup>33</sup> la DM2<sup>34</sup> y la inactividad física durante el tiempo libre.<sup>35</sup>

## REFERENCIAS

1. Morabia A., Abel T. The WHO report "Preventing chronic diseases: a vital investment" and us. *Sozial- und Praventivmedizin*. 2006;51(2):74.
2. Collaborators G. B. D. Risk Factors. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016;388(10053):1659-1724.
3. Global status report on noncommunicable diseases. World Health Organization. 2014. Available from:  
[http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/148114/9789241564854\\_eng.pdf;jsessionid=8ACC3E32245DABA73D6C2702AEF58550?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/148114/9789241564854_eng.pdf;jsessionid=8ACC3E32245DABA73D6C2702AEF58550?sequence=1).
4. Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud. Organización Mundial de la Salud. 2010. Disponible en:  
[http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789243599977_spa.pdf).
5. Medina C., Janssen I., Campos I., Barquera S. Physical inactivity prevalence and trends among Mexican adults: results from the National Health and Nutrition Survey (ENSANUT) 2006 and 2012. *BMC Public Health*. 2013;13:1063.
6. Sarmiento O., Torres A., Jacoby E., Pratt M., Schmid T. L., Stierling G. The Ciclovía-Recreativa: A mass-recreational program with public health potential. *J Phys Act Health*. 2010;7 Suppl 2:S163-180.
7. Torres A., Sarmiento O. L., Stauber C., Zarama R. The Ciclovía and Cicloruta programs: promising interventions to promote physical activity and social capital in Bogota, Colombia. *Am J Public Health*. 2013;103(2):e23-30.
8. Montes F., Sarmiento O. L., Zarama R., et al. Do health benefits outweigh the costs of mass recreational programs? An economic analysis of four Ciclovía programs. *J Urban Health*. 2012;89(1):153-170.

9. Rojas-Rueda D., de Nazelle A., Tainio M., Nieuwenhuijsen M. J. The health risks and benefits of cycling in urban environments compared with car use: health impact assessment study. *BMJ*. 2011;343:d4521.
10. Sarmiento O. L., Schmid T. L., Parra D. C., et al. Quality of life, physical activity, and built environment characteristics among colombian adults. *J Phys Act Health*. 2010;7 Suppl 2:S181-195.
11. Muévete en bici. Estadísticas. SEDEMA. 2015. Disponible en: [http://www.sedema.df.gob.mx/mueveteenbici/index.php?option=com\\_content&view=article&id=73&Itemid=78](http://www.sedema.df.gob.mx/mueveteenbici/index.php?option=com_content&view=article&id=73&Itemid=78).
12. Gobierno del Distrito Federal, Secretaria del Medio Ambiente, Planverde Ciudad de México, Ciclovías Recreativas de las Américas, Cambia de carril y muévete en bici, Embajada de Francia en México, CNRS, CEMCA, UAM-C. De la recreación a la movilidad. Impactos de la ciclovía recreativa de la Ciudad de México en los hábitos de movilidad de sus usuarios. Encuesta Muévete en Bici 2012. Principales resultados. 2012.
13. Mapa Digital de México. INEGI. Disponible en: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF00jIzLjMyMDA4LGxvbjotMTAxLjUwMDAwLHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=>.
14. Regiones Socioeconómicas de México. INEGI. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/regsoc/default.asp?s=est&c=11723>.
15. Obesity: preventing and managing the global epidemic: WHO Technical Report Series 894: World Health Organization. 2000.
16. Bull F. C., Maslin T. S., Armstrong T. Global physical activity questionnaire (GPAQ): nine country reliability and validity study. *J Phys Act Health*. 2009;6(6):790-804.
17. Cuestionario Mundial sobre Actividad Física (GPAQ). Organización Mundial de la Salud. 2002. Disponible en: <http://hhs.sdsu.edu/wp-content/uploads/2012/06/gpaq-spanish.pdf>.
18. Ainsworth B. E., Haskell W. L., Herrmann S. D., et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(8):1575-1581.
19. Cohen D., Han B., Derosé K. P., Williamson S., Paley A., Batteate C. CicLAvia: Evaluation of participation, physical activity and cost of an open streets event in Los Angeles. *Prev Med*. 2016;90:26-33.

20. Engelberg J. K., Carlson J. A., Black M. L., Ryan S., Sallis J. F. Ciclovía participation and impacts in San Diego, CA: the first CicloSDias. *Prev Med.* 2014;69 Suppl 1:S66-73.
21. Hipp J. A., Eyler A. A., Kuhlberg J. A. Target population involvement in urban ciclovías: a preliminary evaluation of St. Louis open streets. *J Urban Health.* 2013;90(6):1010-1015.
22. Wolf S. A., Grimshaw V. E., Sacks R., Maguire T., Matera C., Lee K. K. The impact of a temporary recurrent street closure on physical activity in New York City. *J Urban Health.* 2015;92(2):230-241.
23. Perry C. K., Ko L. K., Hernandez L., Ortiz R., Linde S. Ciclovía in a Rural Latino Community: Results and Lessons Learned. *J Public Health Manag Pract.* 2017;23(4):360-363.
24. Torres A. Atlanta Streets Alive: A Movement Building a Culture of Health in an Urban Environment. Active Living Research. 2015. Available from: [http://activelivingresearch.org/sites/default/files/20015\\_PAPromotion\\_Torres.pdf](http://activelivingresearch.org/sites/default/files/20015_PAPromotion_Torres.pdf).
25. Zieff S. G., Kim M. S., Wilson J., Tierney P. A "Ciclovía" in San Francisco: Characteristics and physical activity behavior of Sunday Streets participants. *J Phys Act Health.* 2014;11(2):249-255.
26. Salazar-Collier C. L., Reininger B., Gowen R., Rodriguez A., Wilkinson A. Evaluation of Event Physical Activity Engagement at an Open Streets Initiative Within a Texas-Mexico Border Town. *J Phys Act Health.* 2018;15(8):605-612.
27. Mora R., Greene M., Corado M. Physical activity and health implications of the CicloRecreoVia program in Chile. *Revista medica de Chile.* 2018;146(4):451-459.
28. Weistein A., Nixon H. Survey of Viva CalleSJ Participants: San Jose, California. *Mineta Transportation Institute Publications.* 2016.
29. Gomez L. F., Mosquera J., Gomez O. L., et al. Social conditions and urban environment associated with participation in the Ciclovía program among adults from Cali, Colombia. *Cad Saude Publica.* 2015;31 Suppl 1:257-266.
30. Hallal P. C., Andersen L. B., Bull F. C., et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet.* 2012;380(9838):247-257.
31. Gómez L., Sarmiento O., Lucumí D., Espinosa G., Forero R., Bauman A. Prevalence and factors associated with walking and bicycling for transport among young adults in two low-income localities of Bogotá, Colombia. *J Phys Act Health.* 2005;2:445-459.
32. Shu S., Batteate C., Cole B., Froines J., Zhu Y. Air quality impacts of a CicLAvia event in Downtown Los Angeles, CA. *Environmental pollution.* 2016;208(Pt A):170-176.

33. Popkin B. M., Adair L. S., Ng S. W. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutr Rev.* 2012;70(1):3-21.
34. Barquera S., Tovar-Guzman V., Campos-Nonato I., Gonzalez-Villalpando C., Rivera-Dommarco J. Geography of diabetes mellitus mortality in Mexico: an epidemiologic transition analysis. *Arch Med Res.* 2003;34(5):407-414.
35. Medina C., Janssen I., Barquera S., Bautista-Arredondo S., Gonzalez M. E., Gonzalez C. Occupational and leisure time physical inactivity and the risk of type II diabetes and hypertension among Mexican adults: A prospective cohort study. *Scientific reports.* 2018;8(1):5399.

## Capítulo 6

### DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES

#### 6.1 Resumen de los resultados principales

La presente tesis examinó la carga de la inactividad física en México. Los resultados principales indican que: 1) la inactividad física durante el trabajo se asoció con 1.3 mayor riesgo de desarrollar DM2 y con 1.47 mayor riesgo de desarrollar HTA, 2) la inactividad física durante el tiempo libre se asoció con 1.29 mayor riesgo de desarrollar HTA, 3) el aumento del 40% en la prevalencia de la inactividad física del 2006 al 2012 aumentó 2,500 casos de accidentes cerebrovasculares, 27,300 casos de DM2 y 10,300 casos de CC, 4) la reducción del 10% en los niveles de inactividad física podría reducir 1,100 casos de accidentes cerebrovasculares, 8,400 casos de DM2 y 4,200 casos de CC para el 2025, y 5) la reducción del 15% de los niveles de inactividad física podría reducir un total de 2,500 casos de accidentes cerebrovasculares, 17,200 casos de DM2, 9,200 casos de CC para el 2030. Finalmente, en un domingo promedio, asisten 21,801 participantes al programa “Muévete en Bici” de la Ciudad de México. Este contribuye con alrededor de 221 minutos de AFMV por evento, es decir, 71 minutos extra de lo recomendado por la OMS. Además, los hombres, aquellos entre 41 y 64 años de edad, participantes clasificados como suficientemente activos y muy activos de forma habitual y durante el programa, aquellos que asisten solos y las personas que utilizan la bicicleta para llegar al programa asisten con más frecuencia.

#### 6.2 Fortalezas de la tesis

Algunas de las fortalezas de esta tesis incluyen el uso de un estudio prospectivo de más de 20 años de seguimiento en una población de bajos recursos de la Ciudad de México, el uso de un modelo de predicción de ECV creado en los 70s y modificado para ser usado en población mexicana y la evaluación de uno de los programas más efectivos para aumentar los niveles de actividad física en la Ciudad de México.

A pesar de que las muestras usadas en los manuscritos uno y tres pueden no ser representativas del resto de la población mexicana, hasta la fecha existe poca información sobre la asociación entre los niveles de actividad física y las ECNTs en México en poblaciones de bajos recursos (manuscrito uno) y casi nula información sobre la evaluación de programas que coadyuven de forma directa o indirecta a aumentar los niveles de actividad física en población mexicana (manuscrito tres). Por lo que esta información aporta evidencia relevante en temas poco estudiados en México.

El manuscrito dos logró estimar el número de casos de ECNTs atribuidos al aumento en la prevalencia de inactividad física. Además, este manuscrito proyectó el número de casos que se podrían reducir al disminuir en 10% y 15% los niveles de inactividad física en la población de acuerdo al plan de acción de la OMS publicado en este año (2018). Los hallazgos de este manuscrito son relevantes para México y otros países, ya que aporta evidencia relevante para que diversos actores consideren la relevancia de la inactividad física en el desarrollo de ECNTs y la importancia de aumentar los niveles de actividad física en la población.

Finalmente, otras de las fortalezas de esta tesis es el uso de pruebas estadísticas complejas como el análisis de regresión de Cox y el utilizar un enfoque novedoso para predecir el número de casos que se podrían reducir al disminuir los niveles de inactividad física usando el modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares.

### **6.3 Limitaciones de la tesis**

El uso de auto reporte para estimar los niveles de actividad física es otra limitación de los manuscritos uno, dos, tres. El uso de auto reporte en el manuscrito uno puede ser objeto de considerables errores de clasificación, que a su vez conducen a una sub o sobreestimación de la asociación con ECNTs.<sup>1-3</sup> Para el manuscrito dos, el uso de auto reporte pudo haber afectado en la sub estimación del número de casos de ECNTs asociados a la inactividad física. El uso de auto reporte en el manuscrito tres pudo haber generado una sobre estimación de los minutos de AFMV que aporta el programa. Sin embargo, una de los aciertos del manuscrito dos es que se hicieron análisis de sensibilidad utilizando la prevalencia de inactividad física ajustada por el acelerómetro obteniendo resultados más cercanos a la realidad.

El diseño de estudio transversal en el manuscrito tres puede ser otra limitación. Sin embargo, a pesar de esto, este estudio aporta información relevante sobre uno de los programas que indirectamente incrementa los niveles de actividad física en la población.

Por último, una de las limitaciones importantes de los manuscritos uno y tres es que la población no representa a todas las personas de bajo nivel socioeconómico de la Ciudad de México y del país (manuscrito uno) y que la población entrevistada durante el programa no representa todos los participantes del programa “Muévete en bici” por tratarse de una muestra a conveniencia (manuscrito tres), sin embargo, a pesar de estas limitaciones, estos estudios son de los pocos que aportan evidencia científica en uno de los temas poco estudiados y evaluados en México.

#### 6.4 Implicaciones y contribuciones de la tesis

Los resultados obtenidos en los tres manuscritos tienen implicaciones en salud pública. La inactividad física es un factor de riesgo modificable que está asociado con el desarrollo de ECNTs incluyendo la HTA y DM2.<sup>4</sup> Por un lado, *el manuscrito uno* encontró que personas de nivel socioeconómico bajo realizan con mayor frecuencia actividad física durante el trabajo. Además se observó que el no realizar AFMV durante el tiempo libre se asocia con un aumento en el riesgo de HTA y DM2 y el no realizar actividad física durante el trabajo está asociado con un aumento en el riesgo de HTA. Al ser la inactividad física un factor de riesgo modificable para el desarrollo de ECNTs, especialmente aquellas que causan mayor mortalidad en México como la DM2,<sup>5</sup> es importante conocer la prevalencia y tendencia de la inactividad física en la población mexicana.

De acuerdo con datos observados en la ENSANUT, los niveles de inactividad física han aumentado 40% del 2006 al 2012.<sup>6</sup> *El manuscrito dos* demuestra que este aumento en los niveles de inactividad física provocó un incremento de 27,300 casos de DM2, 2,500 casos de accidentes cerebrovasculares y 10,300 casos de CC. Dado que los niveles de inactividad física no solo han aumentado en México, sino a nivel mundial,<sup>7</sup> la OMS ha creado un plan de acción para ayudar a los países a ampliar las medidas de política para promover la actividad física.<sup>8</sup> Este plan de acción tiene como objetivos principales el aumentar 10% el nivel de actividad física para el 2025 y 15% para el 2030 mediante cuatro objetivos principales que incluyen el crear sociedades activas, crear entornos activos, crear personas activas y crear sistemas activos.

En el análisis del *manuscrito dos* se describe cuál sería el impacto en salud del 10 y 15% de reducción en la prevalencia de inactividad física en México para 2025 y 2030 respectivamente. En caso de que se logaran estas metas, el reducir el 10% podría disminuir en aproximadamente 8,400 el número de casos de DM2, 1,100 casos de accidentes cerebrovasculares y 4,200 casos de CC para el 2025, mientras que si se redujeran 15%, se podrían disminuir hasta en 17,200 los casos de DM2, 2,500 casos de accidentes cerebrovasculares y 9,200 casos de CC para el 2030.

Sin embargo, a pesar de la implementación de programas nacionales como la campaña de comunicación masiva “Chécate, Mídete, Muévete”,<sup>9</sup> la incorporación de profesionales de actividad física en las unidades de especialidades médicas o los grupos de ayuda mutua,<sup>10</sup> el programa de “Cultura Física y Deporte” por medio de la estrategia nacional de activación física “Muévete en 30” y el rescate de espacios públicos de la Comisión Nacional del Deporte (CONADE).<sup>11</sup> Y programas locales como el Metrobús, el programa ECOBICI (bicicletas públicas compartidas),<sup>12</sup> la ley de movilidad, los gimnasios al aire libre,<sup>13</sup> el rescate y restructuración de espacios públicos y el programa “Muévete en Bici”<sup>14</sup> los niveles de inactividad física siguen aumentando.

El *manuscrito tres* demuestra que un programa local dirigido a la promoción del uso de la bicicleta (Programa “Muévete en Bici”) de la Ciudad de México, puede aportar alrededor de 221 minutos de AFMV por evento en aproximadamente 21,000 personas.

Finalmente, con el fin de reducir la incidencia de ECNTs asociada a la inactividad física en México, el gobierno debería de buscar formas de expandir programas que aumenten, de forma efectiva, los niveles de actividad física sobre todo en personas que siguen siendo físicamente inactivas y en personas vulnerables para desarrollar ECNTs.

### **6.5 Dirección para futuras investigaciones**

Los resultados observados en los tres manuscritos proveen información relevante para investigaciones relacionadas a la inactividad física y su asociación con el riesgo de ECNTs y provee información sobre la evaluación de un programa que ha demostrado aumentar los niveles de actividad física en un gran número de personas.

Con respecto al manuscrito uno, este estudio prospectivo examina la asociación entre los niveles de inactividad física total, en el tiempo libre y durante el trabajo y el riesgo de ECNTs muy prevalentes en México como DM2 e HTA. Sin embargo, se requiere de estudios adicionales para dilucidar si esta asociación es similar en personas de niveles socioeconómicos medios y altos y en otros estados del país.

Referente al manuscrito dos, se trata de uno de los pocos estudios que examina el número de casos generados con el aumento en la prevalencia de inactividad física en México y con la estimación del número de casos que se podrían reducir al implementar una estrategia que permita una reducción en esta. Este tipo de enfoques podría ser utilizado para conocer el impacto de la inactividad física en la mortalidad total, además de conocer el costo en salud generado por el aumento y disminución de los niveles de inactividad física.

El manuscrito tres, aporta información sobre la evaluación de uno de los programas que ayuda a reducir el número de vehículos circulantes en la ciudad y aumenta los niveles de actividad física. Los resultados de este estudio señalan que puede aportar hasta 221 minutos de AFMV por evento en hasta 21,000 personas. Sin embargo, se necesitan más estudios de evaluación de este tipo de programas que permitan 1) expandir, 2) re-estructurar y 3) diseñar programas que de forma directa o indirecta ayuden a aumentar los niveles de actividad física en la población.

## 6.6 Conclusiones de la tesis

La inactividad física es uno de los 10 principales factores de riesgo modificables para el desarrollo de ECNTs. Los resultados de esta tesis indican que el no realizar actividad física en el tiempo libre está asociado con el aumento en el riesgo de DM2 e HTA y el no realizarla durante el trabajo se asocia con el riesgo de HTA. En México, la prevalencia de inactividad física ha aumentado 40% del 2006 al 2012. Este aumento ha generado, un incremento de 27,300 casos de DM2, 2,500 casos de accidentes cerebrovasculares y 10,300 casos de CC. La OMS ha publicado un plan de acción para que los países puedan incrementar los niveles de actividad física cuyos objetivos principales son el reducir este factor de riesgo 10% para el 2025 y 15% para el 2030. De acuerdo con los resultados de esta tesis, si se redujeran en 10% los niveles de inactividad física para el 2025 se podrían disminuir hasta en 0.2% los casos de DM2, de accidentes cerebrovasculares y de CC. Además, si se redujera en 15% los niveles de inactividad física para el 2030 se podrían disminuir en un 0.5% los casos de DM2, de accidentes cerebrovasculares y de CC. En la actualidad existen programas nacionales y sub nacionales que promueven de forma directa o indirecta la práctica de la actividad física, sin embargo no han sido evaluados. En esta tesis se evaluó el programa “Muévete en Bici” de la Ciudad de México. Dado que este programa aporta 221 minutos de AFMV, es decir 71 minutos extra de lo recomendado por la OMS a la semana, en un promedio de 21,000 personas por evento, se puede considerar que entre los diversos beneficios que tiene se encuentra que aporta a sus participantes los niveles de actividad física necesarios para reducir ECNTs. La importancia de este resultado debe ser considerado como uno de los argumentos para fortalecer las iniciativas para replicarlo y expandirlo a otras zonas de la ciudad y a otros estados y países con características similares.

Finalmente, se espera que los resultados generados sean un insumo útil para los diversos sectores involucrados con la promoción de la actividad física y la salud pública y para la comunidad científica y la sociedad civil.

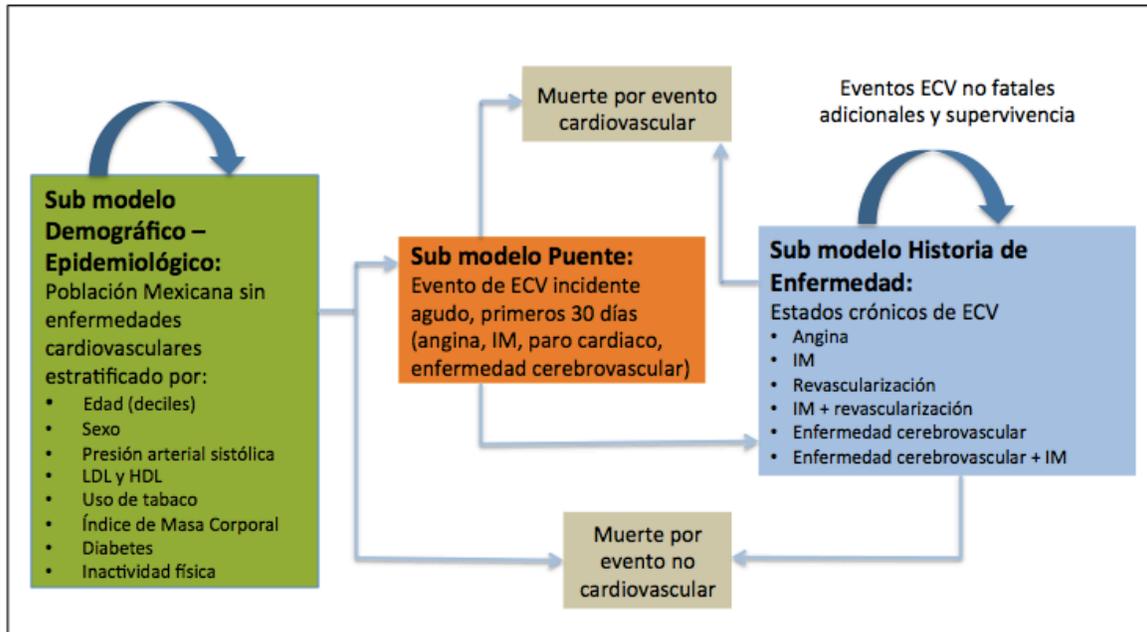
## 6.7 Referencias

1. Sofi F., Capalbo A., Cesari F., Abbate R., Gensini G. F. Physical activity during leisure time and primary prevention of coronary heart disease: an updated meta-analysis of cohort studies. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2008;15(3):247-257.
2. Li J., Siegrist J. Physical activity and risk of cardiovascular disease--a meta-analysis of prospective cohort studies. *Int J Environ Res Public Health.* 2012;9(2):391-407.
3. Shephard R. J. Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *Br J Sports Med.* 2003;37(3):197-206; discussion 206.
4. Gomez-Dantes H., Fullman N., Lamadrid-Figueroa H., et al. Dissonant health transition in the states of Mexico, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet.* 2016;388(10058):2386-2402.
5. Barquera S., Pedroza-Tobias A., Medina C. Cardiovascular diseases in mega-countries: the challenges of the nutrition, physical activity and epidemiologic transitions, and the double burden of disease. *Current opinion in lipidology.* 2016;27(4):329-344.
6. Medina C., Janssen I., Campos I., Barquera S. Physical inactivity prevalence and trends among Mexican adults: results from the National Health and Nutrition Survey (ENSANUT) 2006 and 2012. *BMC Public Health.* 2013;13:1063.
7. Guthold R., Stevens G. A., Riley L. M., Bull F. C. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *The Lancet. Global health.* 2018;6(10):e1077-e1086.
8. The global action plan on physical activity 2018-2030. World Health Organization. 2018. Available from: <http://www.who.int/ncds/prevention/physical-activity/gappa/action-plan>.
9. Arnegard M. E. Ongoing ecological divergence in an emerging genomic model. *Molecular ecology.* 2009;18(14):2926-2929.
10. Lara-Esqueda A., Aroch-Calderón A., Aurora-Jiménez R., Arceo-Guzmán M., Velázquez-Monroy O. Grupos de Ayuda Mutua: Estrategia para el control de diabetes e hipertensión arterial. *Arch. Cardiol.* 2004;74(4):330-336.
11. Wang H. Y., Hook T. O. Eco-genetic model to explore fishing-induced ecological and evolutionary effects on growth and maturation schedules. *Evolutionary applications.* 2009;2(3):438-455.
12. Estadísticas Ecobici. SEDEMA. Disponible en: <https://www.ecobici.cdmx.gob.mx/es/estadisticas>.

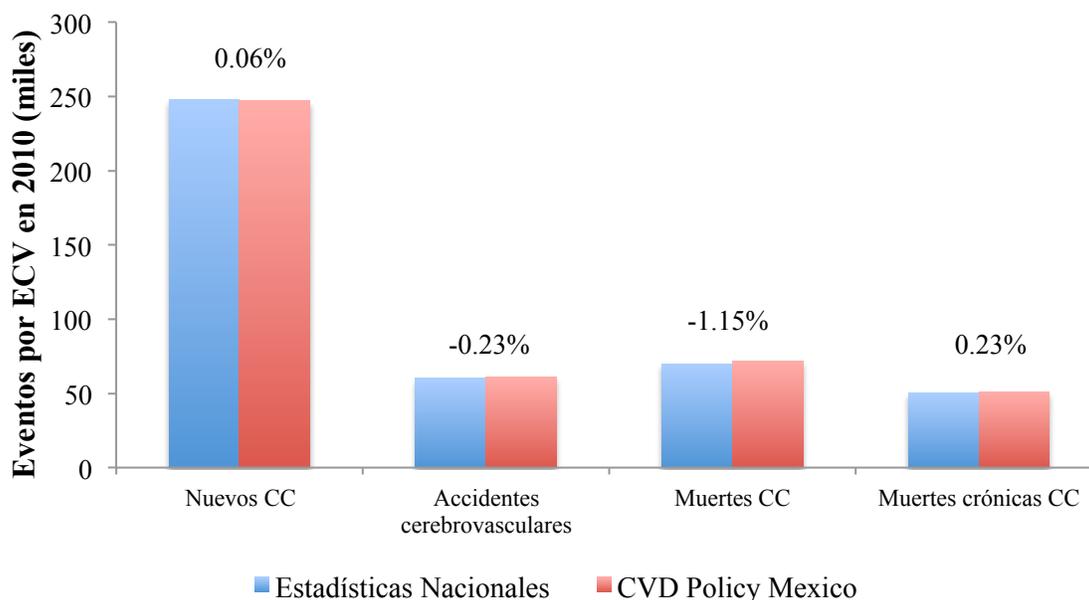
13. Gimnasios urbanos. INDEPORTE. Disponible en:  
<https://indeporte.cdmx.gob.mx/servicios/servicio/gimnasios-urbanos>.
14. Muévete en bici. Estadísticas. SEDEMA. 2015. Disponible en:  
[http://www.sedema.df.gob.mx/mueveteenbici/index.php?option=com\\_content&view=article&id=73&Itemid=78](http://www.sedema.df.gob.mx/mueveteenbici/index.php?option=com_content&view=article&id=73&Itemid=78).

## ANEXOS

Anexo 1. Figura 4. Modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares



**Anexo 2. Figura 5. Comparación entre las incidencias nacionales de ECV y muertes por CC calculadas con el modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares. México, 2010**



El modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares se calibró con datos nacionales sobre el número de accidentes cerebrovasculares y eventos de CC y las muertes por CC y por ECNTs. Se usó la población en riesgo para el evento y las tasas de mortalidad como el denominador. Debido a que el tamaño de la población cambia a través de los años (mayores tasas de eventos y mortalidad posteriores al infarto al miocardio), se utilizó la población en riesgo al comienzo del año (2010) ajustada mediante la actualización iterativa de las estimaciones de población en riesgo de las simulaciones de tasas anteriores. Las iteraciones finalizaron cuando todos los eventos y muertes del modelo 2010 se produjeron dentro del 1% del total de eventos y muertes observadas en los datos nacionales por edad y sexo.

**Anexo 3. Parámetros utilizados para alimentar el modelo para investigación de políticas para enfermedades cardiovasculares, México**

Este modelo se alimentó usando los siguientes parámetros: 1) las estimaciones y distribución de población, 2) las ECV, 3) la incidencia de la ECV, 4) las muertes por ECV (muerte cardiaca súbita, paro de supervivencia en el hospital, las tasas de mortalidad, las tasas de revascularización), 5) funciones de riesgo de la incidencia de ECV y la muerte por otras

complicaciones que no sean por ECV, 6) la transición entre los factores de riesgo, 7) la prevalencia de la enfermedad, 8) la prevalencia de factores de riesgo y las correlaciones entre los factores de riesgo y 9) el riesgo relativo de los niveles de actividad física en la incidencia de la DM2, accidentes cerebrovasculares y CC.

#### 1. Estimaciones y distribución de la población

Las estimaciones de población de adultos de entre 35 y 85 años de edad se obtuvieron del último censo de población 2010, estratificados por edad y sexo.<sup>1</sup> Las estimaciones (1990-2009) y proyecciones de la población de 35 años, de 2010 hasta 2025, se obtuvieron a partir de la proyección poblacional del 2013.<sup>2</sup>

#### 2. Las ECV

Aquellos  $\geq 35$  a  $\leq 85$  años, sin antecedentes de ECV (DE) fueron estratificados por sexo, grupo de edad en intervalos de 10 años, consumo de tabaco (fumador activo, no fumadora con la exposición al humo de tabaco en el ambiente, no fumador sin exposición al medio ambiente), presión arterial diastólica ( $<130$ ,  $130$  a  $139,9$ ,  $\geq 140$  mmHg), colesterol de baja densidad (LDL) ( $<100$ ,  $100$  a  $129,9$ ,  $\geq 130$  mg / dl), colesterol de alta densidad (HDL) ( $<40$ ,  $40$  a  $59,9$ ,  $\geq 60$ mg / dl), índice de masa corporal ( $<25$ ,  $25$ - $29,9$ ,  $30$  kg / m<sup>2</sup>), DM2 (sí o no), presión arterial sistólica ( $<120$ ,  $120$  a  $139,9$ ,  $\geq 140$  mmHg). Las personas de  $\geq 35$  a  $\leq 85$  años con antecedentes de ECV (DH) fueron estratificados por sexo, grupo de edad en intervalos de 10 años, antecedentes de infarto al miocardio, angina de pecho, y / o revascularización. La distribución de los siete factores de riesgo se asumió independiente, condicionado por el rango de edad y sexo.

#### 3. La incidencia de la ECV

La incidencia de ECV (angina de pecho, infarto al miocardio, paro cardíaco, accidente cerebrovascular isquémico y hemorrágico) fue determinada con las bases de datos electrónicas de hospitalización del IMSS, ISSSTE, y SSA de 2010.<sup>3,4</sup>

#### 4. Las muertes por ECV

Los datos sobre muertes por ECV entre los mexicanos se obtuvieron de los datos de mortalidad general del SINAIS 2013 que incluye información del IMSS, ISSSTE, SSA, PEMEX, Defensa Nacional, la marina y otros datos de hospitales públicos y privados.<sup>4</sup> Los datos de mortalidad fueron estratificados por edad, sexo, la Clasificación Internacional de Enfermedades (por sus siglas en inglés: ICD 10), y el lugar de muerte. Las muertes por ECV fueron estimadas utilizando los códigos ICD10 (CC: I20-I25, I46 e I49, I50-I51, y los accidentes cerebrovasculares: I60-I69). Las muertes que no fueron por ECV se obtuvieron teniendo en cuenta la diferencia entre el total de muertes de CC (CC + infarto al miocardio) menos la mortalidad total (SINAIS).

##### 4a. La muerte súbita cardíaca

Se obtuvo el número total de paros cardíacos en la población entre el total de muertes de ECV (ICD10 códigos I20-I25) a partir de las estadísticas nacionales de mortalidad producidas en el ámbito hospitalario, menos el total de muertes intrahospitalarias (ICD10 códigos I20-I25). El resultado se añadió al número total de hospitalizaciones con un diagnóstico I46 ICD10 código de los datos de descarga en el hospital.

#### 4b. Supervivencia de infarto en el hospital

Se calculó como el total de las hospitalizaciones con diagnóstico de código I46 ICD10 dividido por la supervivencia total estimada.

#### 4c. Tasa de letalidad

Las tasas de letalidad se estimaron a partir de los datos de altas hospitalarias (IMSS, ISSSTE y SSA) y extendidas en todos los sistemas de atención de la salud.

#### 4d. Las tasas de revascularización

La tasa de revascularización del USA National Hospital Discharge Survey 2000 (NHDS) fue ajustada para reflejar una tasa de revascularización repetida del 2% para la angioplastia coronaria transluminal percutánea (PTCA) y 2% para cirugía de revascularización coronaria (CABG) dentro del primer año. Se estimó la tendencia de la PTCA a CABG para el período 2000-2004. Se incluyó el PTCA como parte del tratamiento del infarto al miocardio en la misma proporción observada en el conjunto de datos del NHDS para el año 2000, con las complicaciones de emergencia de CABG del 2% de estos procedimientos. Se incluyeron reducciones en las tasas de mortalidad y re-infartos al miocardio para los pacientes tratados con PTCA.<sup>5,6</sup>

5. Funciones de riesgo de incidencia de ECV y muerte por enfermedades que no sean por ECV Los casos incidentes de ECV (infarto al miocardio, paro cardíaco, o angina de pecho) y las muertes que no fueron causadas por ECV en cada celda de factor de riesgo para la población en situación de riesgo de EUA fueron determinadas por las funciones de riesgo  $r$  que incorpora parámetros específicos de edad / sexo  $\alpha$  y betas de factores de riesgo específicos  $\{\beta_k, k = 1, 2, 3, \dots, 6\}$ , que son constantes durante el lapso de tiempo de una simulación, y las medias de factores de riesgo por celda  $\{m_k, k = 1, 2, 3, \dots, 6\}$ , que son alterados por la intervención definida por el usuario:

$$r = e^{(\alpha + \sum_{k=1}^6 \beta_k m_k)} / (1 + e^{(\alpha + \sum_{k=1}^6 \beta_k m_k)})$$

Las ondas 1-8 de el estudio de cohorte de Framingham Original y Descendencia fueron utilizadas para calcular los coeficientes beta de la función de riesgo para las muertes que no fueron por ECV, incidencia de eventos de CC y la incidencia de accidente cerebrovascular.<sup>7-9</sup> Además, se calcularon los coeficientes beta de muerte que no fueron causados por ECV incluyendo la presión

arterial diastólica, el tabaquismo y la DM2 (únicamente covariables estadísticamente significativas). La incidencia de las CC y las muertes que no fueron causadas por ECV fueron estratificados por edad y sexo para el año 2010 y ajustadas por las estimaciones de incidencia de Framingham para dar cuenta de las diferencias en la distribución de los factores de riesgo en comparación con la población mexicana, obtenidas en la ENSANUT 2006. Se calcularon los valores correspondientes de las intersecciones por ajuste iterativo de la función de riesgo para la incidencia global. Se asumió que todos los riesgos y las tasas eran constantes en el tiempo, ya que no hay evidencia de tendencia. La ECV y las muertes que no fueron por ECV se aplicaron a todos los estados en todos los años en una simulación para acomodar el riesgo por estos 2 resultados de forma natural en el tiempo.

#### 6. La transición entre los factores de riesgo

Las transiciones de un factor de riesgo a otro se incluyó para preservar las proporciones de la ENSANUT 2006 de la población con cada nivel de factor de riesgo. La velocidad de transición anual se calculó para reducir a la población de bajo riesgo, sin tener en cuenta el motivo del cambio, pero teniendo en cuenta el efecto de la incidencia del modelo y de las tasas de mortalidad por enfermedades no relacionadas a ECV al inicio.

#### 7. Prevalencia de inactividad física

La prevalencia de la actividad física se estimó tomando en cuenta los datos de la ENSANUT 2006 y 2012, una encuesta representativa de México.<sup>10</sup> Las personas físicamente inactivas fueron aquellas que no cumplían con al menos 150 minutos de AFMV por semana.<sup>10</sup>

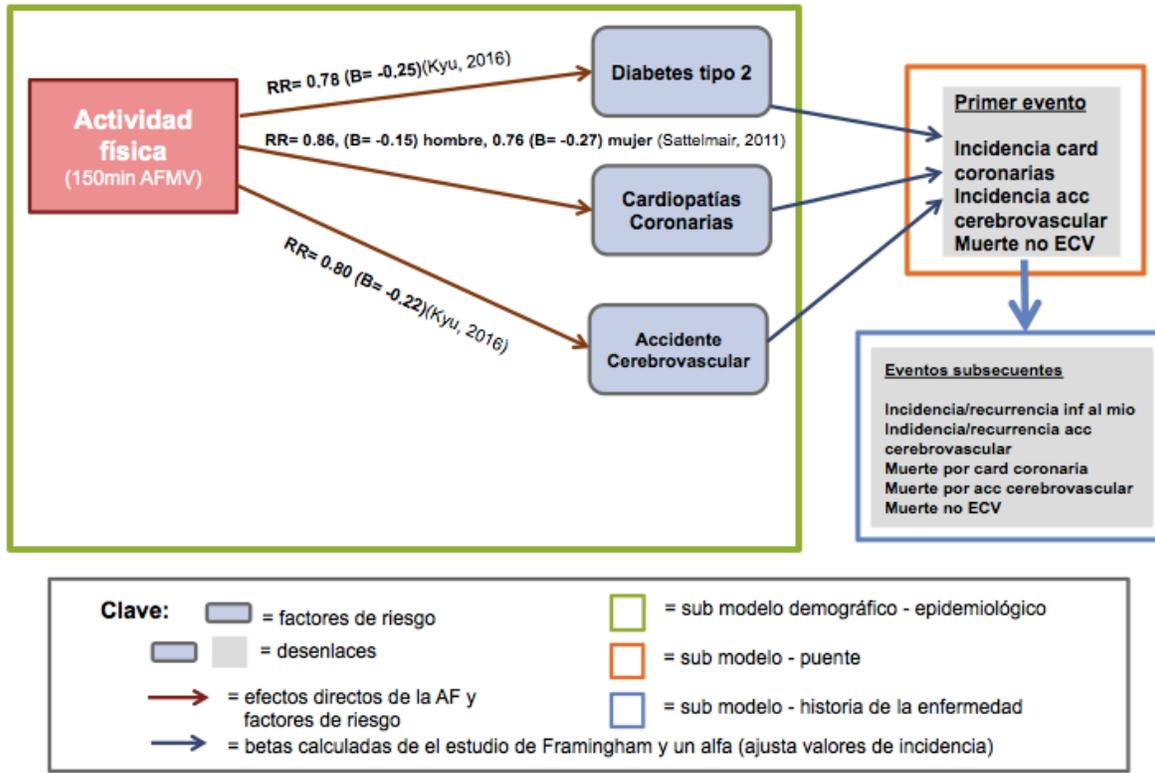
#### 8. La prevalencia de factores de riesgo y las correlaciones entre los factores de riesgo

La prevalencia de los siete factores de riesgo (consumo de tabaco, la presión arterial diastólica y sistólica, colesterol de alta y baja densidad, DM2 y índice de masa corporal) y la correlación entre los factores de riesgo se obtuvieron a partir de la Encuesta Mundial de Tabaquismo en Adultos (GATS 2009)<sup>11</sup> y la ENSANUT 2006<sup>12</sup> respectivamente.

#### 9. El riesgo relativo de los niveles de actividad física en la incidencia de las enfermedades

Los RR de dos niveles de actividad física (<150 minutos de AFMV / semana y  $\geq$ 150 minutos de AFMV por semana) en la incidencia de DM2, accidente cerebrovascular y CC se obtuvieron a partir de los meta análisis de Kyu y cols.<sup>13</sup> y Sattelmair y cols.<sup>14</sup> respectivamente.

Anexo 4. Figura 6. Marco conceptual sobre el impacto de la actividad física en los desenlaces de salud.



\*RR ajustados por confusores incluyendo IMC.  
**Abreviaciones:** ECV (enfermedades cardiovasculares)

## Anexo 5. Figura 7. Máscara de captura “Survey Monkey” para recolectar información de los participantes de el programa “Muévete en Bici”

\* 1. Buenos días/tardes, mi nombre es ..... y vengo del Instituto Nacional de Salud Pública. En este momento estamos haciendo un estudio a los usuarios del programa “muévete en bici”, que tiene como objetivo identificar las características personales, niveles de actividad física, así como preguntas referentes al programa de los usuarios. Nos gustaría que nos contestara el siguiente cuestionario, que tomará aproximadamente 5 minutos. Para nosotros es muy importante conocer su punto de vista. Toda la información que usted nos facilite será tratada de manera confidencial. ¡Gracias!

Si

No

\* 2. ENCUESTADOR

SIG.

Desarrollado por  
  
Ve lo fácil que es [crear una encuesta](#) .

0 de 43 respondidas

## Referencias

1. Estadística población, hogares y vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=17484>.
2. Proyecciones de la población 2010-2050. Consejo Nacional de Población. SEGOB. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/ES/CONAPO/PROYECCIONES>.
3. Secretaría de Salud. Observatorio del desempeño hospitalario 2011. Dirección General de Evaluación del Desempeño. México, 2012.
4. Bases de Sector Salud. Cubos Dinámicos-Egresos Hospitalarios 2012. Sistema Nacional de Información de Salud. Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud 2012. Disponible en: [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc\\_egresoshosp\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc_egresoshosp_gobmx.html).
5. Lagerqvist B., Husted S., Kontny F., et al. A long-term perspective on the protective effects of an early invasive strategy in unstable coronary artery disease: two-year follow-up of the FRISC-II invasive study. *Journal of the American College of Cardiology*. 2002;40(11):1902-1914.
6. Zijlstra F., Hoorntje J. C., de Boer M. J., et al. Long-term benefit of primary angioplasty as compared with thrombolytic therapy for acute myocardial infarction. *The New England journal of medicine*. 1999;341(19):1413-1419.
7. Brindle P., Emberson J., Lampe F., et al. Predictive accuracy of the Framingham coronary risk score in British men: prospective cohort study. *BMJ*. 2003;327(7426):1267.
8. D'Agostino R. B., Sr., Grundy S., Sullivan L. M., Wilson P. Validation of the Framingham coronary heart disease prediction scores: results of a multiple ethnic groups investigation. *Jama*. 2001;286(2):180-187.
9. Liu J., Hong Y., D'Agostino R. B., Sr., et al. Predictive value for the Chinese population of the Framingham CHD risk assessment tool compared with the Chinese Multi-Provincial Cohort Study. *Jama*. 2004;291(21):2591-2599.
10. Medina C., Janssen I., Campos I., Barquera S. Physical inactivity prevalence and trends among Mexican adults: results from the National Health and Nutrition Survey (ENSANUT) 2006 and 2012. *BMC Public Health*. 2013;13:1063.
11. Reynales Shigematsu LM., Shamah T., Méndez I., Rojas R., Lazcano E. *Encuesta Global de Tabaquismo en Adultos (GATS). México 2009*. Cuernavaca , Morelos México: Organización Panamericana de la Salud. Instituto Nacional de Salud Pública;2010.

12. Olaiz-Fernández G, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, et al. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2006.
13. Kyu H. H., Bachman V. F., Alexander L. T., et al. Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: systematic review and dose-response meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *BMJ*. 2016;354:i3857.
14. Sattelmair J., Pertman J., Ding E. L., Kohl H. W., 3rd, Haskell W., Lee I. M. Dose response between physical activity and risk of coronary heart disease: a meta-analysis. *Circulation*. 2011;124(7):789-795.