

Instituto Nacional
de Salud Pública

ESCUELA DE SALUD PÚBLICA DE MÉXICO

**Tesis modalidad artículo para obtener el grado de Maestría en Ciencias en Nutrición
Poblacional**

PROTOCOLO DE TESIS

Comportamiento sedentario y su asociación con indicadores del metabolismo de la glucosa en adultos mexicanos: Resultados de la ENSANUT 2016

Maestría en Ciencias en Nutrición Poblacional
Generación 2019-2021

Jesús Antonio Garcés Maldonado
Contacto:
lnb.jesus.garces@gmail.com
Tel: 55 45 39 67 33

Comité:

Director(a): Mtra. Nayeli Macias Morales
Asesor: Dr. Eric Monterrubio Flores

Centro de Investigación en Nutrición y Salud
Instituto Nacional de Salud Pública

Cuernavaca, Mor. a 07 de Julio de 2020

RESUMEN

Antecedentes. Los patrones de actividad física de la población mexicana han sufrido cambios sustanciales en las últimas décadas provocando una disminución en el esfuerzo físico para realizar las actividades laborales y un menor tiempo dedicado a actividades recreativas que impliquen el movimiento corporal. Como resultado, las prevalencias de sedentarismo han incrementado en el país. Este comportamiento se ha asociado a diversas alteraciones en el metabolismo de la glucosa que incrementan el riesgo de padecer prediabetes y diabetes mellitus tipo II, la cual es una de las principales enfermedades en México con una prevalencia de a 9.4% en 2016 siendo una de las principales causas de discapacidad y muerte en el país. Existe poca evidencia sobre las consecuencias del comportamiento sedentario en población mexicana de ahí la importancia de este estudio.

Objetivo. Explorar y describir la asociación entre el comportamiento sedentario, medido como tiempo frente a pantalla, y las alteraciones en el metabolismo de la glucosa en adultos mexicanos.

Material y Métodos. Se realizará un análisis transversal de los datos obtenidos de los cuestionarios de actividad física y de las muestras de sangre para determinar las concentraciones de insulina, glucosa en ayuno hemoglobina glucosilada; obtenidos de la ENSANUT-MC 2016 en adultos mayores de 20 años. Se buscará explorar la diferencia de la asociación ajustando por características sociodemográficas y covariables como IMC, obesidad abdominal, actividad física y dieta. Para el análisis estadístico de la asociación entre las horas frente a pantalla y el metabolismo anormal de la glucosa se correrán modelos de regresión lineal para cada una de las variables dependientes del metabolismo anormal de la glucosa (glucosa, insulina y HbA1c). Modelos de regresión logística para cada una de las variables dependientes categorizadas de acuerdo con los puntos de corte de la ADA.

Resultados esperados. Se esperar generar evidencia científica confiable y de gran impacto que ayude a desarrollar intervenciones integrales y políticas públicas que consideren acciones específicas para incentivar la actividad física, disminuir el tiempo frente a pantalla y disminuir el riesgo de prediabetes y DMT2.

Contenido

Introducción	4
Planteamiento del problema.....	5
Pregunta de investigación	6
Hipótesis	6
Objetivo General	6
Objetivos específicos.....	6
Marco Teórico	7
Justificación	14
Materiales y Métodos	15
Análisis de los datos (estadístico).....	22
Resultados esperados	23
Fortalezas y limitaciones	23
Cronograma	24
Consideraciones éticas y de bioseguridad.....	25
Recursos materiales y financiamiento.....	25
Bibliografía	26

Introducción

El presente estudio aportará información acerca de la situación reciente sobre el comportamiento sedentario en hombres y mujeres de 20 años o más en México. El comportamiento sedentario tiene una alta prevalencia en nuestro país según los datos arrojados por las últimas encuestas nacionales. Además, muestra tendencia al aumento siendo uno de los factores de riesgo que podría estar asociado a sobrepeso, obesidad y múltiples patologías, entre ellas, prediabetes y diabetes mellitus tipo 2 (DMT2). La prevalencia elevada de estas enfermedades crónicas hace necesario explorar esta asociación y determinar su magnitud en adultos mexicanos.

Para explorar la asociación entre los indicadores del metabolismo de la glucosa que preceden a la enfermedad y el comportamiento sedentario, se presenta una revisión de la literatura y evidencia científica que existe sobre este tema. Esta revisión permitirá plantear el marco conceptual de la asociación e identificar las variables que están involucradas como confusores, intermediarios o modificadores de efecto. Identificaremos las variables que se asocian tanto a la exposición principal como al desenlace, es decir, a la prevalencia de las alteraciones del metabolismo de la glucosa como prediabetes y DMT2.

La inactividad física y el sedentarismo no solo pueden tener consecuencias a nivel de la salud física, sino también en la salud mental de las personas, pudiendo ser un factor para el desarrollo de trastornos de sueño y depresión. También explicaremos cuáles podrían ser algunas consecuencias de esta asociación en términos de la salud pública.

Las variables de interés que serán utilizadas y analizadas para este estudio transversal se obtendrán de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de medio camino 2016 (ENSANUT-MC-2016). La ENSANUT evalúa las condiciones de vida, nivel socioeconómico, dieta, actividad física, comportamiento sedentario, antropometría e indicadores bioquímicos. Esta riqueza de información permitirá identificar a la mayoría de las variables implicadas en la asociación. Se presentan objetivos, la metodología, la justificación y las consideraciones éticas y el cronograma del estudio.

Planteamiento del problema

La transición demográfica, social, cultural y económica ha propiciado cambios y adaptaciones en las prácticas de estilos de vida, alimentación y hábitos a nivel global llevando a una mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad. Las prácticas de actividad física (AF) no son la excepción a este fenómeno y esto se ha documentado a través del tiempo, principalmente en países desarrollados y en vía de desarrollo. Este proceso se inició a principios del siglo XX cuando las labores del campo se sustituyeron por manufactura y servicios, se automatizaron las labores en casa y el transporte, e inclusive las actividades recreativas pasaron a ser más sedentarias (1,2).

El comportamiento sedentario se ha asociado a un mayor riesgo de desarrollar alteraciones metabólicas de la glucosa en ayuno, de la tolerancia a la glucosa y de la resistencia a la insulina. Estas alteraciones en los indicadores metabólicos predisponen la aparición de diabetes tipo II y las complicaciones importantes asociadas a esta enfermedad (3). En el mundo la prevalencia de DMT2 en adultos (mayores de 18 años) ha aumentado del 4.7% en 1980 al 8.5% en 2014. Se estima que en el 2012 hubo 2.2 millones de muertes asociadas al aumento de riesgo de enfermedades cardiovasculares por el incremento de los valores de glucosa por arriba del rango normal y que en el 2015, la DMT2 fue la causa directa de 1.6 millones de muertes. Mientras que las hiperglucemias provocaron otros 2,2 millones de muertes, según los datos de la OMS (4). En México la ENSANUT de medio camino 2016 reportó que la prevalencia nacional de DMT2 pasó de 9.2% en 2012 a 9.4% en 2016 (5).

Es importante describir la asociación entre el comportamiento sedentario y las diferentes alteraciones del metabolismo de la glucosa en nuestra población. Describir esta asociación aportará información sobre la asociación entre el comportamiento sedentario que podría emplearse para realizar intervenciones tempranas que permitan prevenir el aumento de la prevalencia de las alteraciones del metabolismo de la glucosa y sus complicaciones.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la asociación entre el comportamiento sedentario en adultos mexicanos y las alteraciones del metabolismo de la glucosa?

Hipótesis

El comportamiento sedentario se asocia a las alteraciones de indicadores asociadas al del metabolismo de la glucosa en adultos, tales como glucosa en ayuno, HbA1c e insulina.

Objetivo General

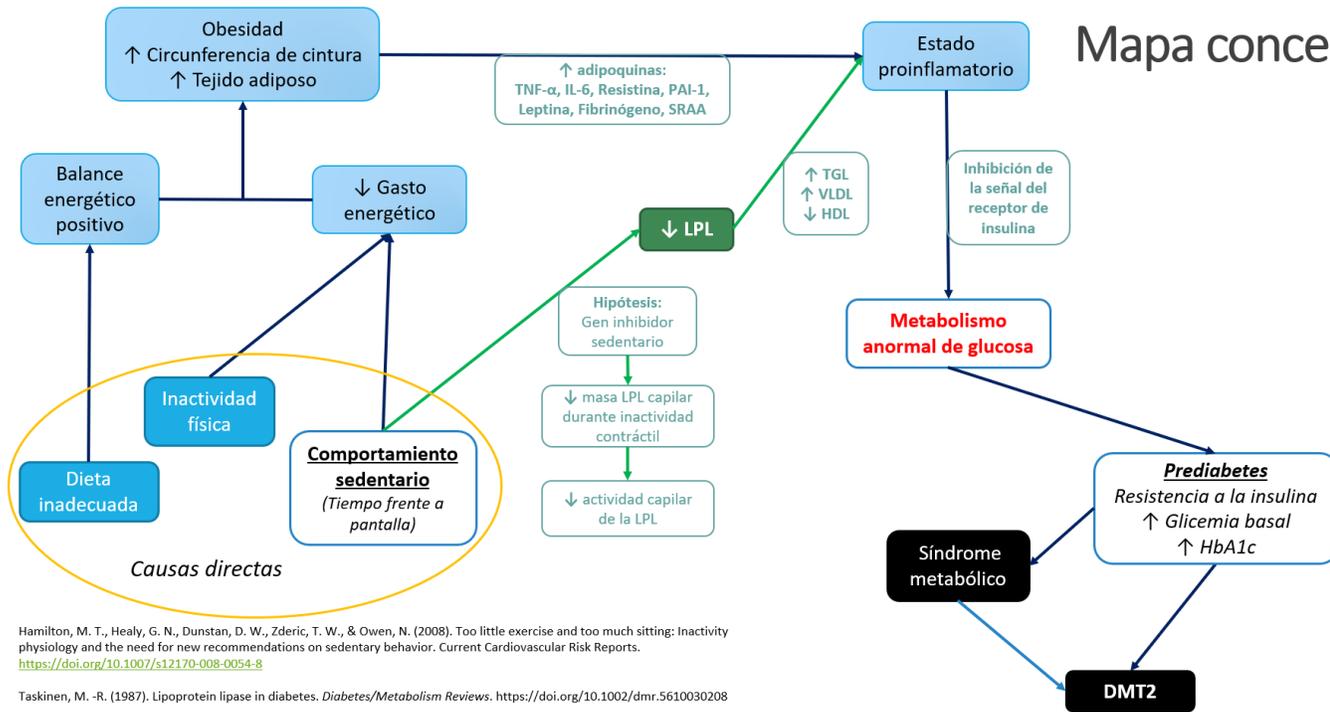
Determinar la asociación entre el comportamiento sedentario y las alteraciones de los indicadores del metabolismo de la glucosa (glucosa en ayuno, HbA1c e insulina) en población mexicana adulta usando datos de la ENSANUT-MC-2016.

Objetivos específicos

Explorar si el sexo es modificador de efecto en la asociación del comportamiento sedentario y el metabolismo anormal de la glucosa.

Explorar la diferencia de la asociación entre personas en las diferentes categorías de IMC y obesidad abdominal.

Marco Teórico



Mapa conceptual

Hamilton, M. T., Healy, G. N., Dunstan, D. W., Zderic, T. W., & Owen, N. (2008). Too little exercise and too much sitting: Inactivity physiology and the need for new recommendations on sedentary behavior. *Current Cardiovascular Risk Reports*. <https://doi.org/10.1007/s12170-008-0054-8>

Taskinen, M. -R. (1987). Lipoprotein lipase in diabetes. *Diabetes/Metabolism Reviews*. <https://doi.org/10.1002/dmr.5610030208>

Miranda-Garduño, L. M., & Reza-Albarrán, A. (2008). Obesidad, inflamación y diabetes. In *Gaceta Médica de Mexico*.

Comportamiento sedentario

Es importante resaltar las diferencias que existen entre comportamiento sedentario e inactividad física o ser físicamente inactivo. Como punto de partida describiremos la definición de actividad física (6), concepto definido por la OMS como “*cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía*” (6) y es importante resaltar que es diferente a ejercicio, el cual no se definirá ni estudiará para este trabajo.

Debido a la importancia y múltiples beneficios que conlleva la actividad física la OMS ha desarrollado pautas de actividad física para todos los grupos de edad, pero específicamente para este estudio definiremos solo las de adultos. Dichas pautas consisten en lo siguiente: “*Los adultos de 18 a 64 años deberían acumular un mínimo de 150 minutos semanales de actividad física aeróbica moderada, o bien un mínimo de 75 minutos semanales de actividad aeróbica vigorosa, o bien una combinación equivalente de actividad moderada y vigorosa*”, esta se puede realizar en periodos de duración de 10 min mínimo como mínimo y para

lograr mayores beneficios a la salud idealmente se deben alcanzar hasta 300 min a la semana, así como también realizar ejercicio de fuerza de grandes grupos musculares dos veces a la semana. La OMS ha determinado que a partir de este tiempo existe una reducción de riesgo de enfermedades cardiovasculares, cardiopatía coronaria y accidente cerebrovascular e hipertensión gracias a la evidencia revisada (6).

La OMS define como físicamente activas a aquellas personas que cumplen estas recomendaciones y físicamente inactivas a aquellas que no las cumplen.

Por otra parte, el comportamiento sedentario se define como aquellas actividades donde la postura dominante es sentarse o acostarse y que demandan un gasto energético muy bajo, con la excepción de dormir. Algunos ejemplos de estas actividades son: sentarse o acostarse para ver televisión o jugar videojuegos, leer, estudiar, escribir o trabajar en un escritorio o computadora, así como también permanecer sentado mientras se conduce un vehículo o viajando (7). Se considera que estas actividades se encuentran entre 1.0 a 1.5 unidades de equivalentes metabólicas (METs)¹⁹ o que representan 1.0 a 1.5 veces el gasto energético; un MET está definido como: *“la cantidad de oxígeno consumido mientras está sentado en reposo y es igual a 3.5 ml de O₂ por kilogramo de peso corporal por minuto”* (8), y es un concepto práctico y fácil de entender que se ha utilizado como múltiplo de la tasa metabólica basal para evaluar el gasto energético de las actividades físicas (8). Según la OMS aún no se ha encontrado evidencia suficiente para determinar una recomendación específica sobre el tiempo sedentario asociado a consecuencias a la salud (9).

El tiempo invertido en actividades o comportamientos sedentarios se ha asociado a un mayor riesgo de padecer sobrepeso, obesidad y enfermedades crónicas no transmisibles. Esto puede explicarse en buena medida debido a que el tiempo invertido en este comportamiento desplaza la actividad física de las personas (10). Otra explicación para esta asociación es que este comportamiento se asocia a una mayor ingestión de energía a través del consumo de alimentos densos en energía (3,11,12).

En los últimos años la prevalencia de sobrepeso y obesidad se ha incrementado de forma exponencial a nivel global, tan solo en México la prevalencia actual es de 75.8% en adultos

de 20 años en delante de ambos sexos (5). El sobrepeso y la obesidad se caracterizan por una acumulación excesiva de grasa corporal. Este exceso se considera un factor de riesgo para múltiples enfermedades crónicas no transmisibles y se ha asociado tanto a una disminución de la esperanza y calidad de vida como a altos costos de los sistemas de salud (13). Hasta el momento se considera a la obesidad como una enfermedad multifactorial como resultado de un desequilibrio energético a largo plazo entre la ingesta de energía (dieta) y el gasto de energía (actividad física / comportamiento sedentario)(14). Un estudio realizado en México, con los datos de la ENSANUT 2016, examinó la asociación de tres comportamientos de estilo de vida (entre ellos mirar televisión) con categorías de índice de masa corporal (IMC) en adultos y encontraron que la categoría de obesidad grado III ($b = 0.36$, IC 95% 0.16-0.56, $p < 0.001$) se asoció con un mayor tiempo de TV en comparación con la categoría de peso normal (15).

En un estudio realizado por Janssen y colaboradores, cuyo objetivo fue describir la asociación entre el tiempo frente a una pantalla en niños y adolescentes demostró que esta población pasa más de 3 horas frente a la pantalla y que este tiempo fue mayor en sujetos obesos pertenecientes a zonas urbanas y de nivel socioeconómico alto (16). El comportamiento sedentario, además de ser factor de riesgo para el desarrollo de sobrepeso y obesidad, también se ha asociado a un mayor riesgo de Diabetes Mellitus Tipo 2, entre otras enfermedades crónicas que incrementan el riesgo de mortalidad (1,5).

El comportamiento sedentario también se ha considerado un factor de riesgo asociado a enfermedades mentales como la depresión, debido a que al inicio de la depresión de adolescentes y adultos se puede manifestar con conductas sedentarias como pasar mucho tiempo acostados o frente a pantallas y pasar más tiempo en casa (17).

En un metaanálisis realizado por Wang y col. se hizo una búsqueda en las bases de datos electrónicas de Medline, Embase y la Biblioteca Cochrane sobre comportamiento sedentario asociado a depresión; revisaron 12 estudios transversales y 7 longitudinales en los cuales encontraron que las personas con mayor comportamiento sedentario tenían un

riesgo significativamente mayor de depresión en comparación a los que tenían menos tiempo. El tiempo del grupo de referencia fue variable en cada grupo; de los 19 estudios, 5 estudios usaron un grupo de referencia con tiempo sedentario de 2 hrs/días, 9 estudios usaron ≥ 4 hrs, 2 estudios usaron 1 hr y para los 3 estudios restantes, el tiempo se calculó como una variable continua. Concluyeron que un mayor tiempo de comportamiento sedentario se asocia a un mayor riesgo de depresión, sobre todo cuando este tiempo excede las 2 horas (17) .

Metabolismo anormal de la glucosa

El metabolismo anormal se define como una alteración en la homeostasis de la glucosa que se da cuando se presentan uno o varios de los siguientes trastornos metabólicos: glucosa en ayuno y tolerancia a la glucosa alterada, hemoglobina glucosilada elevada y resistencia a la insulina. Este conjunto de características representa el principal factor de riesgo para prediabetes y DMT2(18).

En los últimos años se ha investigado sobre el mecanismo fisiopatológico de las alteraciones metabólicas que incrementan el riesgo de DMT2, iniciando con la resistencia a la insulina que se puede dar por distintas condiciones como: estado proinflamatorio, el estrés del retículo endoplásmico y la disfunción mitocondrial. Estas condiciones van a provocar alteraciones en la función del receptor de insulina, por lo cual, la captación de glucosa de la célula se verá disminuida; esto va a estimular a que las células beta del páncreas produzcan una mayor cantidad de insulina, pero cuando ya no pueden producir la cantidad suficiente para para contrarrestar la resistencia a la insulina, comienza la hiperglucemia y cuando esta se mantiene, conduce a una glicolipotoxicidad sobre la célula beta, la cual incrementara la resistencia y disminuirá la producción de insulina. La hiperglucemia sostenida se verá reflejada en un incremento en la hemoglobina glucosilada, puede utilizarse como un indicador que mide el promedio de glucosa en la sangre en los últimos tres meses, y de esta manera se puede utilizar en combinación de la glucosa y la insulina en ayuno para evaluar riesgo o un diagnóstico de prediabetes o DMT2 (19–21).

Asociación entre el metabolismo anormal de la glucosa y el comportamiento sedentario

La obesidad es el resultado del aumento del peso corporal a expensas del porcentaje de grasa, asociado al comportamiento sedentario. En este proceso también interviene la dieta, cuando es hipercalórica promoviendo un balance positivo, y la actividad física cuando esta es muy baja, provocando un gasto energético total disminuido (1).

El tejido adiposo es un órgano endocrino con actividad paracrina y autocrina que secreta, adipocinas que tienen participación en la cascada del proceso inflamatorio. El exceso de tejido adiposo, particularmente a nivel visceral, segrega grandes cantidades de adipocinas, incrementando las concentraciones de factor de necrosis tumoral Alpha (TNF- α), interleucina 6 (IL-6), resistina, activador del inhibidor de la activación de plasminógeno (PAI-1), leptina, fibrinógeno y componentes del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA). La secreción de estas adipocinas promueve el desarrollo de un estado inflamatorio resultando en una alteración de la homeostasis de la glucosa (1,2).

Otro mecanismo que se ha descrito es la disminución de la función de la lipoproteína lipasa (LPL). Esta disminución de la enzima que es importante en el metabolismo de lípidos, responsable de la hidrólisis de los triglicéridos de quilomicrones y VLDL promueve la alteración del metabolismo de la glucosa de forma indirecta explicado a continuación mediante una teoría que se ha planteado con base en estudios hechos en ratas (22).

Aunque el mecanismo biológico aún no está completamente claro, se ha planteado una hipótesis que habla sobre la existencia de un gen inhibidor sedentario que propicia la disminución de la masa de la LPL en el endotelio capilar por una baja actividad contráctil del tejido muscular después de 4 horas de inactividad; después de este periodo es probable que haya una disminución en la actividad de LPL intracelular específica porque la LPL de tejido total no cambia inicialmente, y como consecuencia se reduce la captación de triglicéridos plasmáticos y la concentración plasmática de colesterol HDL en algunas condiciones y probablemente tenga otros efectos sobre el metabolismo de lípidos e

hidratos de carbono (22). Finalmente, esta vía también va a desencadenar la cascada del proceso inflamatorio descrito anteriormente.

El tiempo frente a pantalla, en particular la televisión se asocia con la ganancia de peso llegando a un estado de obesidad porque, además de promover un bajo gasto energético, se ha reportado que este comportamiento promueve el consumo elevado e inconsciente de refrigerios o snacks durante el tiempo que se mira el televisor (23–25). En diversos estudios utilizan el tiempo frente a televisión como una medición para evaluar comportamiento sedentario y han observado que pasar más de 3 horas frente a ella, sumado a la inactividad física se ha asociado a un metabolismo anormal de la glucosa como un predictor a mayor riesgo de desarrollar DMT2 (23–25).

En un estudio desarrollado con datos de una cohorte e Australia, cuyo objetivo era evaluar la asociación del tiempo de actividad física y tiempo frente a la televisión (TV) con el riesgo de metabolismo anormal de glucosa (caracterizado por alteración de la glucemia en ayunas y alteración de la tolerancia a la glucosa) "no diagnosticado" en adultos. Los investigadores encontraron que el riesgo de metabolismo anormal de la glucosa se asoció inversamente con la actividad física total en hombres y mujeres y al ajustar por edad, los niveles más altos de tiempo de televisión (>3 hrs) se asociaron positivamente con 54% (OR 1.54, IC 95%: 1.13–2.11) más riesgo de tener un metabolismo anormal de la glucosa en las mujeres, pero no en los hombres (OR 1.11, IC 95%: 0.82–1.49). También reportaron que, por cada aumento de una hora al día en el tiempo frente a la televisión, hubo un aumento del riesgo del 7% (IC del 95%: 4 a 19%; P = 0.21) y 18% (IC del 95%: 9 a 29%; P 0.001) del metabolismo anormal de la glucosa en hombres y mujeres, respectivamente (3).

En Brasil se realizó un estudio transversal, cuyo objetivo era Investigar la asociación entre la simultaneidad de la inactividad física y el alto tiempo de televisión con la presencia de enfermedades crónicas en adultos y adultos mayores, encontraron que la presencia de al menos un comportamiento, ya sea inactividad física o tiempo de televisión mayor de 2 horas al día, aumentó las posibilidades de que los adultos reporten DMT2 en un 83% (OR: 1.83; IC 95%: 1.37; 2.46)(26).

Otro estudio longitudinal con niños y jóvenes entre 10 y 15 años se examinó la relación longitudinal del tiempo de pantalla con HbA1c y los lípidos en suero entre los jóvenes con diabetes. El modelo longitudinal predijo que los jóvenes que vieron una hora de televisión por día de la semana en la línea basal y 3 horas por día de la semana 5 años después tenían un incremento absoluto en HbA1c mayor (2.19% para DMT1 y 2.16% para DMT2)(27).

Otro factor relevante que puede modificar el efecto en el metabolismo de la glucosa y que se ha establecido con base en estudios epidemiológicos son las horas de sueño ya que una disminución del tiempo de dormir se ha asociado a una mayor incidencia de DMT2 debido a que disminuye la sensibilidad a la insulina y la tolerancia a la glucosa, además de provocar cambios fisiológicos, un aumento desproporcionado de alimentos promoviendo un balance energético positivo y, por lo tanto, un incremento en el peso corporal (28).

Estos estudios explican que un metabolismo anormal de la glucosa se considera cuando existen alteraciones en la glucemia en ayuno, glucosa postprandial o hemoglobina glucosilada, tolerancia a la glucosa alteradas y resistencia a la insulina lo cual aumenta el riesgo de desarrollar DMT2 observando mayor incidencia de casos durante sus estudios.

Además de que el comportamiento sedentario influye en enfermedades físicas, como las ECNT, también se ha documentado que tiene influencia en la salud mental de las personas manifestándose en problemas de sueño y depresión (29).

De acuerdo con los datos de la OMS, la depresión representa uno de los problemas de salud mental más prevalente en el mundo que afecta a más de 300 millones de personas en el mundo siendo la principal causa mundial de discapacidad y llevar al suicidio en el peor de los casos (OMS, 2018). En México se calculó, a partir de datos de la Encuesta Nacional de Evaluación del Desempeño 2002-2003, que la prevalencia de depresión fue de 4.5% en adultos mayores de 18 años, encontrando una diferencia entre hombres y mujeres, tendiendo una prevalencia de 2.5% y 5.8% respectivamente (30).

Justificación

La presente investigación se enfocará en estudiar cómo se asocia el comportamiento sedentario con alteraciones de los indicadores del metabolismo de la glucosa y con DMT2. Estudiar esta asociación es importante debido al aumento de tiempo invertido en actividades sedentarias, la inactividad física y una alimentación inadecuada son factores relacionados con el aumento de enfermedades crónicas no trasmisibles en México.

En las últimas décadas la prevalencia de DMT2 ha ido incrementando de forma exponencial. De acuerdo con los datos de la ENSANTUT, hubo incremento de 5.8% (31) a 7.0% (31) del 2000 al 2006, del 2006 al 2012 incremento a 9.2% (32) y del 2012 al 2016 a 9.4% (5) estando entre las principales 10 causas de muerte y años vida discapacidad (AVAD) en México (33). Adicionalmente, se ha estimado que la prevalencia de DMT2 en adultos puede alcanzar el 22.5% en el 2050 (34) a pesar de que el sistema de salud ha incrementado las acciones correspondientes para evitar el desarrollo de esta enfermedad.

Esta situación se debe atender debido a las complicaciones de la DMT2 y la carga económica del sistema de salud y la calidad de vida de las personas con esta enfermedad. La DMT2 es una de las principales causas de falla e insuficiencia renal crónica, amputaciones, retinopatía; además de aumentar el riesgo de enfermedades y eventos cardiovasculares e hipertensión arterial sistémica (35). Todas estas complicaciones además de que implican una disminución de calidad de vida promueven mayor probabilidad de muerte prematura y años vida ajustados por discapacidad.

Al igual que las ECNT, el estudio del comportamiento sedentario ha tomado gran importancia en las últimas décadas debido a que también ha ido incrementando y como se ha mencionado previamente, tiene impacto en el sobrepeso, la obesidad y en los marcadores que incrementan el riesgo de diabetes.

Actualmente México cuenta con poca información sobre el impacto del comportamiento sedentario en su población. El presente estudio generará evidencia que esclarezca la relación entre el comportamiento sedentario y las alteraciones del metabolismo de la

glucosa. Esta información podría a su vez ser empleada para generar intervenciones para prevenir la prediabetes y disminuir el riesgo de DMT2, o mejorar los indicadores en las personas que ya la padezcan.

Materiales y Métodos

Diseño del estudio

Con la finalidad de cumplir con los objetivos planteados anteriormente se llevará a cabo un análisis transversal de los datos obtenidos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino (ENSANUT-MC) 2016, realizada por el Instituto Nacional de Salud Pública.

Población de estudio

La ENSANUT-MC 2016 es una encuesta nacional probabilística que se realiza a nivel nacional y hace inferencias sobre cuatro regiones geográficas y sus respectivas áreas rural y urbana. La ENSANUT-MC 2016 tiene como objetivo hacer inferencias sobre el estado de salud y nutrición de la población mexicana. Esta población se clasificó de acuerdo con su edad en los siguientes grupos: preescolares (0 a 4 años), escolares (5 a 9 años), adolescentes (10 a 19 años), y adultos (20 años o más), de los cuales solo se considerará para el estudio la muestra de adultos. Para el presente estudio se considerarán a hombres y mujeres adultos aquellos que tienen entre 20 años y 69 años de edad y que tengan información completa para responder a la pregunta de investigación (5).

Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra total de la ENSANUT 2016 fue de 11 000 viviendas, de donde se obtuvieron 29 795 individuos entrevistados, 8 824 estaban categorizados en el estrato de adultos de 20 años o más siendo esta la muestra total inicial. De los 8 824 sujetos entrevistados, solo se tienen 7 503 entrevistas respondidas de actividad física para mayores de 20 años de los cuales se obtuvo la información necesaria para determinar el comportamiento sedentario. Que son representativos de aproximadamente 64 millones de adultos a nivel nacional (5).

Se realizó una segunda etapa de muestreo en donde se obtuvieron las submuestras para los cuestionarios de nutrición (AF, comportamiento sedentario, dieta). También se tomaron muestras de sangre venosa del 60% (equivalente a aproximadamente a 5,176 individuos) de adultos entrevistados para llevar a cabo análisis. Después de descartar las muestras perdidas se obtuvo un total de 4,023 muestras sanguíneas. Las muestras de sangre tomaron en los adultos que tenían información de actividad física y de dieta (5).

Criterios de inclusión

- Adultos de 20 años o más de ambos sexos participantes de la ENSANUT MC-2016.
- Sujetos con cuestionarios de actividad física y dieta completos
- Sujetos con muestras sanguíneas completas.
- Sujetos con diagnóstico previo de DMT2.

Criterios de exclusión

- Mujeres embarazadas.
- Participantes con valores implausibles en los cuestionarios y/o las muestras sanguíneas.

Recolección de datos y procedimiento de medición

Para la recolección de datos se utilizaron cuestionarios, medidas antropométricas y toma de muestras sanguíneas. Los cuestionarios fueron diseñados de tal forma que pudieran ser comparables con los que se han usado en encuestas realizadas anteriormente en nuestra población y en las encuestas de salud anteriores (36). Se empleó el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) para recabar información sobre la AF y el comportamiento sedentario debido a que este se ha considerado confiable y valido para la población mexicana (37).

Se capacitó a los encuestadores para entrevistar a los sujetos de estudio correctamente para las medidas antropométricas y la toma de muestras biológicas, también se dio capacitación y se estandarizó al personal con técnicas adecuadas para disminuir el error de

tal forma que no afectara la precisión de las estimaciones. Todas las técnicas utilizadas para las entrevistas y las mediciones antropométricas tomadas se describen en el manual de Procedimientos de Proyectos para Nutrición (38).

Variables

Comportamiento sedentario

Para la medición del comportamiento sedentario y de actividad física de los adolescentes y adultos se utilizó la versión corta del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ). Este cuestionario ha sido validado en diversos países como una herramienta útil de autorreporte para monitorear la AF de poblaciones entre 18 y 65 años de edad y en diversos entornos (39). El cuestionario IPAQ recaba información sobre los minutos de actividad física realizados durante el tiempo libre, trabajo, transporte y hogar, en los últimos 7 días (40).

En el cuestionario de actividad física se incluye una sección con seis preguntas referente a actividades sedentarias y evalúa como tiempo frente a pantalla, ya sea ver televisión, ver películas, series o telenovelas, jugar videojuegos y/o estar en la computadora, tablet o teléfono. El IPAQ mide horas de comportamiento sedentario y AF entre semana y en fin de semana. Estas preguntas se adaptaron de un cuestionario sobre el tiempo frente a televisión (41).

Indicadores del metabolismo de la glucosa

Obtención y manejo de muestras para determinación del metabolismo anormal de la glucosa

Las muestras de sangre fueron tomadas por el personal de salud en los hogares de los participantes con técnicas estandarizadas y se describen en el manual de Procedimientos de Proyectos para Nutrición (38). Estas fueron tomadas con un ayuno de al menos 8 horas y para evaluar el cumplimiento de este requisito los participantes de la encuesta anotaron la hora de su último alimento el día anterior de la toma de muestra. En caso de que los

participantes no cumplieran con el ayuno requerido, la toma de muestra se llevó a cabo al día siguiente.

El personal recolectó en condiciones óptimas, siguiendo las normas de seguridad biológica y utilizando los equipos y consumibles para la toma de muestra, el etiquetado, transporte y centrifugación; todo esto descrito por el manual.

Se recolectaron dos muestras de sangre de una vena de gran calibre en tubos con anticoagulante EDTA y sin anticoagulante para poder aislar suero y plasma.

Posteriormente las muestras se concentraron en un lugar adecuado para que se pudieran procesar, permanecieron almacenadas dentro de una hielera y luego se centrifugaron para ser traspasadas a tubos criogénicos, fueron etiquetados, protegidos y congelados hasta su entrega al laboratorio para almacenarse a -40°C (38).

Los siguientes parámetros fueron medidos en suero de acuerdo al manual de operaciones (38):

- Glucosa: En la recolección de las muestras de sangre venosa se utilizaron tubos con citrato para validar la medición de glucosa y la medición se hizo mediante el método colorimétrico computarizado con el equipo UniCel DxC 600 de Synchron® Clinical System.
- Insulina: La insulina se midió en suero con el método de quimioluminiscencia en el equipo Access 2® inmuassay system.
- Hemoglobina glucosilada: Las concentraciones de HbA1c se midieron en sangre total por medio de cromatografía de líquidos, en el equipo Variant II, Hemoglobin testing system de Bio-Rad®.

Para categorizar las variables de glucosa y hemoglobina glucosilada se utilizarán los puntos de corte propuestos por la American Diabetes Association (ADA) mostradas en la tabla de variables.

Para el indicador de insulina se utilizará el índice de resistencia a la insulina (HOMA-IR por sus siglas en inglés), el cual utiliza una fórmula validada de predicción que requiere los

parámetros de glucosa y la insulina en ayuno para determinar la presencia de resistencia a la insulina.

Covariables

Existen variables que pueden actuar como modificadoras de efecto y como variables confusoras por las que se ajustara la asociación; estas se determinaron con base a la evidencia revisada y se extrajeron de los datos obtenidos de la ENSANUT 2016 y se incluyeron las siguientes para el análisis: Sexo (hombre o mujer), edad de los participantes (años), índice de masa corporal, obesidad abdominal, dieta, horas de sueño, diagnóstico previo de diabetes, actividad física, nivel socioeconómico y educativo, y área (rural o urbana) (5).

Dieta

Para la recolección de los datos de dieta y el consumo de grupo de alimentos se utilizó un recordatorio de 24 horas, el cual consiste en un cuestionario retrospectivo y cuantitativo donde se recolectan datos sobre la dieta de un día anterior del participante; este se aplica preferentemente a la persona que elabora los alimentos. Consta de renglones donde se anota cada uno de los alimentos y se describe la preparación de este, y en las columnas se registran las características y cantidades de los alimentos, así como la de los ingredientes utilizados para la preparación (38).

Características antropométricas

El personal reclutado para el levantamiento de la encuesta fue capacitado y estandarizado para la toma de las medidas antropométricas con técnicas definidas por el método de Habicht, el cual es reconocido y utilizado internacionalmente(42).

Para la evaluación del índice de masa corporal (IMC) se requieren dos variables más para conformarlo, peso y talla: El peso se midió con una báscula electrónica con precisión de 100.0 g marca AVIS modelo 333 y la unidad fue en kilogramos, mientras que la estatura se midió con un estadímetro marca SECA modelo 222 con una precisión de 1.0 mm en centímetros. Se calculó el IMC con la fórmula de $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{talla}^2 \text{ (cm)}$ y se clasificó

utilizando los criterios de la OMS que clasifica el IMC en cuatro categorías: desnutrición (< 18.5 kg/m²), normal (18.5 a 24.9 kg/m²), sobrepeso (25.0 - 29.9 kg/m²) y obesidad (≥ 30.0 kg/m²) (38).

La medición de la circunferencia de cintura (C.C.) se utiliza para evaluar la grasa visceral, la cual, al encontrarse elevada, se considera una variable independiente como factor de riesgo y se evaluó con una cinta métrica de fibra de vidrio con capacidad de 200 cm y una exactitud de 1 mm. Para la medición La cinta debe estar paralela al piso y se coloca en la parte más estrecha del tronco o cintura. Para determinar la presencia de obesidad abdominal se utilizaron los siguientes puntos de corte: ≥80.0 cm en mujeres y ≥90.0 cm en hombres de la, definidos por Federación Internacional de Diabetes (38).

Tabla 1. Variables y definiciones				
Variables	Definición Conceptual	Indicadores	Definición operacional	Tipo de variable
<u>Exposición</u>				
Comportamiento o sedentario	Son aquellas actividades donde la postura dominante es sentarse o acostarse que demandan un gasto energético muy bajo (<1.5 METs), con la excepción de dormir.	Horas frente a pantalla	Tiempo frente a pantalla ≥ 2 hrs.	Dicotómica Continua
<u>Desenlace</u>				
Metabolismo anormal de la glucosa	El metabolismo anormal se define como una alteración en la homeostasis de la glucosa que se da cuando se presenta el alguno o varios de los siguientes trastornos metabólicos: glucosa en ayuno elevada y tolerancia a la glucosa alterada, hemoglobina glucosilada elevada y resistencia a la insulina.	Glucosa	Puntos de corte: Normal: < 100 mg/dl. Prediabetes: >100 mg/dl a 126 mg/dl. Diabetes: >126 mg/dl.	Continua Dicotómica
		Insulina	índice HOMA – IR = insulina (uU/ml) * glucosa (mg/dl) / 405 > 1.96: Sin resistencia a la insulina De 1.96 a 3: Sospecha de resistencia a la insulina > 3: Resistencia a la insulina	Continua Categórica
		Hemoglobina Glucosilada	Normal < 5.7%.	Continua

			Prediabetes: 5.7% a 6.4%. Diabetes: > 6.5%.	Dicotómica
<u>Covariables</u>				
Edad	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.	Años de vida	Mayores o igual de 20 años	Continua Categoría
Sexo			Hombre Mujer	dicotómica
Peso Corporal	Atracción ejercida sobre un cuerpo por la fuerza de gravedad de la tierra.		Resultado de pesar a un individuo en una báscula.	Continua
Talla	Medida de la longitud del cuerpo humano desde los pies hasta el techo de la bóveda del cráneo		Medida obtenida en centímetros utilizando un estadiómetro	Continua
IMC	Índice que existe sobre la relación entre peso y altura, generalmente utilizado para clasificar el peso en insuficiente, normal o excesivo.	$IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Talla (m)}^2$	Peso corporal en kilogramos entre la longitud en metros elevada al cuadrado. Bajo: <18.5 Normal: 18.5 a 24.9 Sobrepeso: 25 a 29.9 Obesidad: ≥ 30	Categoría Continua
Obesidad abdominal	Es una medida antropométrica utilizada en la práctica clínica para valorar la grasa visceral y el riesgo cardiovascular.	Circunferencia de cintura	≤ 90 cm para hombres ≤ 80 cm para mujeres	Dicotómica Continua
Dieta	Conjunto de alimentos consumidos por un individuo.	Cuestionario de recordatorio de 24 hrs.	kilocalorías totales al día	Continua categoría
Actividad física	Cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía.	Cuestionario de actividad física.	≥ 150 minutos de AF aeróbica de intensidad moderada, o ≥ 75 minutos de AF aeróbica vigorosa cada semana.	Dicotómica
Nivel Socio económico	Caracterizar la condición de vida a nivel individual, hogar y nacional con base a sus bienes de valor social	Cuestionario de hogar.	Indicador construido a partir de las características y bienes del hogar Quintiles	Categoría
Diabetes Mellitus	Enfermedad crónica no trasmisible que se caracteriza por niveles elevados de glucosa en sangre que resulta de la deficiente producción de insulina o resistencia de esta.	El diagnóstico previo de diabetes fue autoinformado por los participantes mediante un cuestionario.	Presencia de la enfermedad: SI / NO	dicotómica
Depresión	Trastorno mental frecuente, que se caracteriza por la presencia de tristeza, pérdida de interés o placer, sentimientos		Presencia de trastorno: SI / NO	dicotómica

	de culpa o falta de autoestima, trastornos del sueño o del apetito, sensación de cansancio y falta de concentración (35).			
Tiempo de dormir	Tiempo de reposo o descanso, con los ojos cerrados, en un estado inconsciente en el que se produce la suspensión de las funciones sensoriales y de los movimientos voluntarios (RAE).	Horas de sueño	Tiempo de sueño reducido (< 7 hrs.)	Dicotómica
Nivel Educativo	Nivel de educación más elevado que una persona ha concluido.	Grado de estudios hasta el momento de la encuesta	Bajo Medio Alto	Categoría
Área			Rural o Urbana	dicotómica

Análisis de los datos (estadístico)

Para el análisis se extraerá la información de los participantes, seleccionando solo aquellas entradas con datos completos para las variables de interés predefinidas y descritas anteriormente para este estudio.

Se realizará estadística descriptiva para obtener las medias y desviaciones estándar para las variables continuas y proporciones para las variables categóricas, así como también se identificarán valores implausibles o outliers. También se detallarán las características de las variables independiente, dependiente y covariables mediante gráficos.

Para el análisis estadístico de la asociación entre el comportamiento sedentario (variable exposición) y la alteración de los indicadores del metabolismo de la glucosa (variable desenlace) se correrán Modelos de regresión lineal para cada una de las variables dependientes del metabolismo anormal de la glucosa (glucosa, insulina y HbA1c) y modelos de regresión logística para cada una de las variables dependientes categorizadas de acuerdo con los puntos de corte de la ADA.

Se ajustará por las siguientes covariables:

- **Características sociodemográficas:** Edad, sexo, área, nivel socioeconómico y educación.

- **Covariables:** IMC, diagnóstico previo de DM, obesidad abdominal, horas de sueño, actividad física y dieta.

Se realizará el diagnóstico de los modelos, los análisis se realizarán con el paquete estadístico Stata 14, se considerará significancia estadística un valor $p < 0.05$ y se estimarán los Odds ratios (OR) con un I.C. del 95% para todos los resultados obtenidos.

Resultados esperados

Se espera encontrar que un mayor tiempo frente a pantalla, después del ajustar por las variables de confusión conocidas, se asocie de forma positiva y estadísticamente significativa a las alteraciones del metabolismo de la glucosa (glucosa en ayuno, insulina y hemoglobina glucosilada, aumentando el riesgo de prediabetes o DMT2) de adultos mexicanos de 20 a 60 años de edad utilizando los datos recolectados de la ENSANUT-MC 2016 de los participantes que respondieron el cuestionario de actividad física y de los que se obtuvieron muestras sanguíneas.

También se espera que la asociación sea de mayor magnitud y significativa en mujeres que en hombres, y en personas con sobrepeso u obesidad.

La evidencia del presente estudio será de utilidad para generar evidencia científica que soporten intervenciones integrales tempranas para disminuir el tiempo frente a pantalla y disminuir el riesgo de prediabetes y DMT2.

Fortalezas y limitaciones

La principal fortaleza es que, al realizar este estudio sobre una base de la encuesta a gran escala, es representativa para la población mexicana. Los datos fueron recolectados por personal capacitado y con un procedimiento adecuado y validado, lo que indica que sus hallazgos estadísticamente significativos son ampliamente aplicables en la población mexicana.

Consideraciones éticas y de bioseguridad

El protocolo se someterá a las comisiones de Ética, Investigación y Bioseguridad del INSP. Se resguardará la confidencialidad de la información usada en el presente. Todos los protocolos y recolección de datos de la ENSANUT MC 2016 fueron previamente aprobados por los comité anteriormente mencionados .

Además, durante la recolección de datos en los hogares, los participantes firmaron un consentimiento informado y una autorización para el uso confidencial de sus datos en estudios posteriores de la población objetivo.

Recursos materiales y financiamiento

Los gastos financieros mostrados a continuación se pueden solventar por parte del tesista con la beca proporcionada por CONACYT y para otros recursos no se contemplan gastos debido a que son proporcionados por el INSP.

Recursos materiales	Costo	Proveedor
Paquete estadístico Stata Versión 14	\$ 0.00	Licenciada prestada INSP
Internet	\$ 0.00	INSP
Impresora	\$ 1,500.00	Tesista
Artículos de papelería	\$ 1,000.00	Tesista
Equipo de cómputo personal	\$ 13,000.00	Tesista
Impresión y empastado	\$ 1,000.00	Tesista
Base de datos	\$ 0.00	INSP
Recursos humanos	Costo	Proveedor
Estudiante investigador	\$ 0.00	Tesista
Director de tesis	\$ 0.00	INSP
Asesora de tesis	\$ 0.00	INSP
Asesor estadístico	\$ 0.00	INSP
Total	\$15,500.00	

Bibliografía

1. Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes*. 2007.
2. Hamilton MT, Healy GN, Dunstan DW, Theodore W, Owen N. Too Little Exercise and the Need for New Recommendations on Sedentary Behavior. *Curr Cardiovasc Risk Rep* [Internet]. 2012;2(301200):292–8. Available from: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12170-008-0054-8.pdf>
3. Dunstan DW, Salmon J, Owen N, Armstrong T, Zimmet PZ, Welborn TA, et al. Physical activity and television viewing in relation to risk of undiagnosed abnormal glucose metabolism in adults. *Diabetes Care*. 2004; 2603-2609.
4. World Health Organization. *Global Report on Diabetes*. Isbn. 2016; 20-31.
5. ENSANUT. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016*. Instituto Nacional de Salud Pública. 2016.
6. Organization WH. *Recomendaciones Mundiales sobre Actividad Física para la Salud*. Geneva WHO Libr Cat. 2010; 21-26.
7. Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary." *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2008. 173-178.
8. Jetté M, Sidney K, Blümchen G. Metabolic equivalents (METS) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clin Cardiol*. 1990; 555-565.
9. World Health Organization. *WHO Guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents, adults and older adults*. Draft Consult only. 2020;(March):1–34.
10. Medina C, Tolentino-Mayo L, López-Ridaura R, Barquera S. Evidence of increasing sedentarism in Mexico City during the last decade: Sitting time prevalence, trends, and associations with obesity and diabetes. *PLoS One*. 2017;12(12): 1–15.
11. Ikehara S, Iso H, Maruyama K, Ukawa S, Tamakoshi A. Television viewing time, walking time, and risk of type 2 diabetes in Japanese men and women: The Japan Collaborative Cohort Study. *Prev Med (Baltim)*. 2019; 220-225.
12. Smith L, Hamer M. Television viewing time and risk of incident diabetes mellitus: The English Longitudinal Study of Ageing. *Diabet Med*. 2014;31(12):1572–6.
13. Dandona P, Aljada A, Chaudhuri A, Mohanty P, Garg R. Metabolic syndrome: A comprehensive perspective based on interactions between obesity, diabetes, and inflammation. *Circulation*. 2005. 1448-1454.
14. Hall KD, Sacks G, Chandramohan D, Chow CC, Wang YC, Gortmaker SL, et al. Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. *The Lancet*. 2011. 826 - 837.
15. Kolovos S, Jimenez-Moreno AC, Pinedo-Villanueva R, Cassidy S, Zavala GA. Association of sleep, screen time and physical activity with overweight and obesity in Mexico. *Eat Weight*

Disord [Internet]. 2019;(0123456789). Available from: <https://doi.org/10.1007/s40519-019-00841-2>

16. Janssen I, Medina C, Pedroza A, Barquera S. Screen time in mexican children: Findings from the 2012 national health and nutrition survey (ENSANUT 2012). *Salud Publica Mex.* 2013; 484-91.
17. Wang X, Li Y, Fan H. The associations between screen time-based sedentary behavior and depression: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health.* 2019;19(1):1–9.
18. Giugliano D, Ceriello A, Esposito K. Glucose metabolism and hyperglycemia. In: *American Journal of Clinical Nutrition.* 2008 217S–222S.
19. López Stewart G. Diabetes Mellitus: clasificación, fisiopatología y diagnóstico. *Medwave.* 2009; Dic;9(12):e4315
20. Cervantes-villagrana RD, Presno-bernal JM. Fisiopatología de la diabetes y los mecanismos de muerte de las células β pancreáticas. *Rev Endocrinol y Nutr.* 2013; 98-106.
21. González Tabares R, Dra Idania Yoanka Aldama Leonard I, Dra Lesbia Fernández Martínez I, Lic Isabel Ponce Baños I, Lic María del Carmen Rivero Hernández I, Lic Nistadis Jorin Castillo II, et al. Hemoglobina glucosilada para el diagnóstico de diabetes mellitus en exámenes médicos preventivos Glycated hemoglobin for diabetes mellitus diagnosis in preventive medical examinations. *Rev Cuba Med Mil.* 2015; 50-62.
22. Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Exercise physiology versus inactivity physiology: An essential concept for understanding lipoprotein lipase regulation. *Exercise and Sport Sciences Reviews.* 2004. 161-166.
23. Ekelund U, Brage S, Froberg K, Harro M, Anderssen SA, Sardinha LB, et al. TV viewing and physical activity are independently associated with metabolic risk in children: The European youth heart study. *PLoS Med.* 2006; 2449-2457.
24. Ford ES, Schulze MB, Kröger J, Pischon T, Bergmann MM, Boeing H. Television watching and incident diabetes: Findings from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Potsdam Study. *J Diabetes.* 2010; 23-27.
25. Duggan MP, Taveras EM, Gerber MW, Horan CM, Oreskovic NM. Presence of Small Screens in Bedrooms Is Associated With Shorter Sleep Duration and Later Bedtimes in Children With Obesity. *Acad Pediatr.* 2019; 515-519.
26. Christofolletti M, Del Duca GF, da Silva KS, Meneghini V, Malta D de C. Physical inactivity, television time and chronic diseases in Brazilian adults and older adults. *Health Promot Int.* 2020;35(2):352–61.
27. Li C, Beech B, Crume T, D'Agostino RB, Dabelea D, Kaar JL, et al. Longitudinal association between television watching and computer use and risk markers in diabetes in the SEARCH for Diabetes in Youth Study. *Pediatr Diabetes.* 2015; 382-391.
28. Nedeltcheva A V., Scheer FAJL. Metabolic effects of sleep disruption, links to obesity and diabetes. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity.* 2014; 293-8.
29. Hoare E, Milton K, Foster C, Allender S. The associations between sedentary behaviour and mental health among adolescents: A systematic review. *International Journal of Behavioral*

Nutrition and Physical Activity. 2016: 1-22.

30. Belló M, Puentes-Rosas E, Medina-Mora ME, Lozano R. Prevalencia y diagnóstico de depresión en población adulta en México. *Salud Publica Mex.* 2005; S4-S11.
31. Olaiz-Fernández G, Rojas R, Aguilar-Salinas CA, Rauda J, Villalpando S. Diabetes mellitus en adultos mexicanos: resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2000 TT - Diabetes mellitus in Mexican adults: results from the 2000 National Health Survey. *Salud Publica Mex.* 2007; S331-S337.
32. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco JA, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. 2a. ed. Instituto Nacional de Salud Publica. 2013.
33. Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet.* 2017.
34. Meza R, Barrientos-Gutierrez T, Rojas-Martinez R, Reynoso-Noverón N, Palacio-Mejia LS, Lazcano-Ponce E, et al. Burden of type 2 diabetes in Mexico: Past, current and future prevalence and incidence rates. *Prev Med (Baltim).* 2015; 445-50.
35. Rull JA, Aguilar-Salinas CA, Rojas R, Rios-Torres JM, Gómez-Pérez FJ, Olaiz G. Epidemiology of type 2 diabetes in Mexico. *Archives of Medical Research.* 2005; 188-96.
36. Romero-Martínez M, Shamah-Levy T, Cuevas-Nasu L, Gómez-Humarán IM, Gaona-Pineda EB, Gómez-Acosta LM, et al. Diseño metodológico de la encuesta nacional de salud y nutrición de medio camino 2016. *Salud Publica Mex.* 2017; 299-305.
37. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1381-95.
38. Hernández; TSLSV, Rivera DJ. Manual de procedimientos para proyectos de nutrición [Internet]. Instituto Nacional de Salud Pública. 2006. 148 p. Available from: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/proy_nutricion.pdf
39. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 1381-95.
40. Medina C, Barquera S, Janssen I. Validity and reliability of the International Physical Activity Questionnaire among adults in Mexico. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Heal.* 2013;
41. Hernández B, Gortmaker SL, Laird NM, Colditz GA, Parra-Cabrera S, Peterson KE. Validez y reproducibilidad de un cuestionario de actividad e inactividad física para escolares de la ciudad de México. *Salud Publica Mex.* 2000;42(4):315-23.
42. Habicht J-P. Standardization of anthropometric methods in the field. *PAHO Bull.* 1974; 375-384.



INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA
COMITÉ DE BIOSEGURIDAD



CB16-092.

Cuernavaca, Mor., a 19 de abril de 2016.

CI: 1401 CB: 1392

Teresa Shamah Levy
Responsable de Proyecto
CINYS-INSP
Presente

Por medio del presente informo a usted que el dictamen del Comité de Bioseguridad a la cancelación de la estimación de deficiencias de micronutrientos en mujeres y niños o niñas de 1 a 4 años de edad y a la cancelación de toma de muestras de sangre venosa en niños de 1 a 4 años de edad del proyecto de investigación titulado: "Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016" es; APROBADO.

Atentamente,

Dra. Celia M. Alpuche Aranda
Presidente del Comité
de Bioseguridad-INSP



Instituto Nacional
de Salud Pública

Comité de Investigación

CI- 188 -2016
No. de Proyecto 1401

Cuernavaca, Morelos, a 13 de abril de 2016

Dra. Teresa Shamah Levy
Responsable de Proyecto
Centro de Investigación en
Nutrición y Salud - INSP
Presente

Por medio del presente informo a usted, que se registraron las aprobaciones de los Comités de Ética en Investigación y Bioseguridad del proyecto de investigación titulado: "**Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016**", el dictamen del Comité de Investigación es: **Aprobado**.

Aprovecho la ocasión para enviarle un saludo cordial

Atentamente


Dr. Eduardo C. Lazcano Ponce
Presidente del Comité de
Investigación-INSP

Ccp.- Dr. Mauricio Hernández Ávila.- Director General-INSP.- Presente.
Dr. Juan Ángel Rivera Dommarco.- Director General Adjunto del CINyS.- Presente.
Gabriel Guillermo Medina Ramírez.- Jefe de Departamento en Área Médica A, Unidad Contable de Proyectos.- Presente

Avenida Universidad 655
Cerrada Los Pinos y Caminera
Colonia Santa María Ahuacatlán
62100 Cuernavaca, Morelos, México
com: (777) 329 3000

www.insp.mx



Instituto Nacional
de Salud Pública

Cuernavaca, Morelos; a 08 octubre del 2020

Dra. Teresa Shamah Levy

Directora Adjunta

Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas

Instituto Nacional de Salud Pública

ASUNTO: SOLICITUD DE BASES DE DATOS

Por medio de la presente me dirijo a usted para solicitar el acceso a las siguientes bases de adultos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT-MC 2016): datos bioquímicos y antropométricos e indicadores de salud, dieta y actividad física; con el motivo de utilizarlas para la elaboración de mi proyecto de investigación de tesis que tiene como título *“Comportamiento sedentario y su asociación con indicadores del metabolismo de la glucosa en adultos mexicanos: Resultados de la ENSANUT 2016”*, la cual es dirigida por la Mtra. Nayeli Macias Morales y el Dr. Eric Alejandro Monterrubio Flores, investigadores del Centro de Investigación en Nutrición y Salud. Esta solicitud es con la finalidad de obtener el grado en Maestría en Ciencias en Nutrición Poblacional por el Instituto Nacional de Salud Pública.

De obtener la autorización, me comprometo a utilizar la información únicamente con los motivos antes mencionados, así como preservar la confidencialidad de la información obtenida de los datos.

Firma del solicitante

Jesús Antonio Garcés Maldonado

Pasante de la Maestría en Ciencias en Nutrición Poblacional

Matrícula 2019142510



Instituto Nacional
de Salud Pública

Generación de conocimiento
para el desarrollo de políticas de salud



CEI Comité de Ética
en Investigación
Instituto Nacional de Salud Pública

Registro ante CONBIOÉTICA: 17CEI00120130424
Registro ante COFEPRIS: 13 CEI 17 007 36
FWA: 00015605

Cuernavaca, Mor., 13 de abril, 2016
CI: 1401

Teresa Shamah Levy
Investigadora Responsable
Presente

En relación a su proyecto titulado "*Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016*" me permito informar a usted que el **Comité de Ética en Investigación** acordó emitir el dictamen de:

Aprobado

Le informamos que esta aprobación tiene vigencia **hasta el 12 de abril del 2017**

Renovación anual: Si su estudio se extiende por un periodo mayor, favor de presentar el formato de *Renovación anual* con 30 días de anticipación a su fecha de vencimiento. Favor de obtener el formato correspondiente en la página web del Comité de ética en la siguiente liga: <http://www.insp.mx/insp-cei/formato-renovacion-anual.html> y solicitar la Aprobación Anual mediante un addendum en el sistema.

Nota: Es responsabilidad de usted como Investigador/a Responsable de este proyecto solicitar la renovación anual de su estudio con suficiente anticipación.

Consentimiento: Para obtener el consentimiento de los sujetos humanos de su estudio únicamente se deberán utilizar los materiales que han sido aprobados y sellados por este Comité.

Addenda/Modificaciones: Le recuerdo que cualquier cambio o actualización en los procedimientos de este estudio deberá ser enviado a este Comité previo a su implementación, utilizando el sistema SIID.

Le agradecemos su cooperación y compromiso con la protección de los derechos de los sujetos humanos en la investigación.

Atentamente

Dra. Angélica Ángeles Llerenas
Presidente

Avenida Universidad 655
Cerrada Los Pinos y Caminera
Colonia Santa María Ahuacatlán
62100 Cuernavaca, Morelos, México
conm: (777) 329 3000

www.insp.mx



Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas
Dirección General Adjunta

"2020, año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

No. de Ref. CIEE/278/2020

ASUNTO: Autorización base de datos ENSANUT-MC 2016

Cuernavaca, Morelos a 03 de noviembre de 2020

Maestría en Ciencias en Nutrición Poblacional
Escuela de Salud Pública de México
Instituto Nacional de Salud Pública
P r e s e n t e

Por medio de la presente autorizo al alumno Jesús Antonio Garcés Maldonado, estudiante de la Maestría en Ciencias en Nutrición Poblacional del Instituto Nacional de Salud Pública, con matrícula 2019142510, para que utilice la base de datos de bioquímicos y antropométricos e indicadores de salud, dieta y actividad física de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016 (ENSANUT-MC 2016), las bases serán utilizadas para la elaboración de su proyecto de investigación de tesis que tiene como título "Comportamiento sedentario y su asociación con indicadores del metabolismo de la glucosa en adultos mexicanos: Resultados de la ENSANUT 2016", el cual es dirigido por la Mtra. Nayeli Macías Morales y el Dr. Eric Alejandro Monterrubio Flores, investigadores del Centro de Investigación en Nutrición y Salud. Dicha solicitud es con la finalidad de obtener el grado en Maestría en Ciencias en Nutrición Poblacional por el Instituto Nacional de Salud Pública.

El alumno Garcés Maldonado se compromete a guardar confidencialidad de los datos, así como no hacer uso indebido de los mismos, respetando los derechos de autor y las normas institucionales referentes al uso de esta información. Así como dar créditos a los investigadores que diseñaron la investigación.

Se extiende el presente documento para los usos y fines que el interesado convenga quedo atenta para cualquier duda o aclaración.

Atentamente,

Dra. Teresa Shamah Levy
Directora General Adjunta
del Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas
CIEE-INSP
Responsable del Proyecto

C.c.p. Jesús Antonio Garcés Maldonado.- Alumno de la Maestría en Ciencias en Nutrición Poblacional. Pte.

Cuernavaca, Morelos, a 01 de marzo de 2021

Dra. Claudia Ivonne Ramírez Silva y Dra. Sonia Rodríguez Ramírez
Investigadoras
Centro de Investigación en Nutrición y Salud

Por medio de la presente les solicito de la manera más atenta la autorización para el uso de la base de datos del recordatorio de 24 horas de la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. La información requerida es sobre la ingesta de aporte calórico, consumo de nutrientes críticos y macronutrientes.

La información requerida será utilizada para llevar a cabo el análisis sobre la asociación entre el comportamiento sedentario y cambios en el metabolismo de la glucosa utilizando las variables de dieta como variables de ajuste para el estudio, correspondiente al proyecto: "Comportamiento sedentario y su asociación con indicadores del metabolismo de la glucosa en adultos mexicanos: Resultados de la ENSANUT 2016", cuyo investigador responsable es Jesús Antonio Garcés Maldonado.

Al hacer la solicitud me comprometo a no hacer un mal uso de la información, y a mantener la confidencialidad de los datos y a dar el debido crédito a los investigadores que generaron la información.

Atentamente

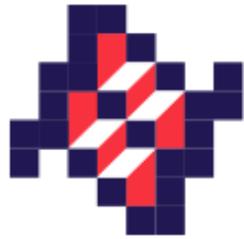


Jesús Antonio Garcés Maldonado

Datos del Investigador solicitante

Estudiante de la Maestría en Ciencias en Nutrición Poblacional
Matricula: 2019142510
Instituto Nacional de Salud Pública / Escuela de Salud Pública de México

ccp: Dra. Teresa Shamah Levy Directora del Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas.



Instituto Nacional
de Salud Pública

ESCUELA DE SALUD PÚBLICA DE MÉXICO

ARTICULO DE TESIS

**Comportamiento sedentario y su asociación con
indicadores del metabolismo de la glucosa en
adultos mexicanos: Resultados de la ENSANUT
2016**

Maestría en Ciencias en Nutrición Poblacional
Generación 2019-2021

Jesús Antonio Garcés Maldonado
Contacto:
lnb.jesus.garces@gmail.com
Cel: 55 45 39 67 33

Comité:

Director(a): Mtra. Nayeli Macias Morales
Asesor: Dr. Eric Monterrubio Flores

Centro de Investigación en Nutrición y Salud
Instituto Nacional de Salud Pública

Cuernavaca, Mor. A 16 de agosto de 2021

Artículo original

Comportamiento sedentario y su asociación con indicadores del metabolismo de la glucosa en adultos mexicanos: Resultados de la ENSANUT 2016.

Jesús Garcés¹, Nayeli Macias Morales², Eric Monterrubio Flores²

¹ Escuela de Salud Pública de México, Instituto Nacional de Salud Pública

² Instituto Nacional de Salud Pública, México.

*Correspondencia: Nayeli Macias Morales

Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, Morelos, México, Avenida Universidad #655 Col. Sta. Ma. Ahuacatlán, C.P. 62100. Tel. (52) (777) 329 30 17. E-mail: nmacias@insp.mx

RESUMEN

Introducción. Los patrones de comportamiento de la población mexicana han sufrido cambios sustanciales resultando en el aumento del sedentarismo, asociado a diversas alteraciones en el metabolismo de la glucosa que incrementan el riesgo de diabetes mellitus tipo II (DMT2).

Objetivo. Explorar y describir la asociación entre el tiempo el tiempo sedentario y los indicadores de alteraciones del metabolismo de la glucosa, en adultos mexicanos de 20 a 69 años de la ENSANUT-MC 2016. **Material y Métodos.** Se realizó un análisis secundario de la ENSANUT-MC 2016, con representatividad nacional, donde se exploró la asociación entre el tiempo sedentario y los indicadores de alteraciones del metabolismo de glucosa ajustando por características sociodemográficas, obesidad abdominal, actividad física y dieta. Para el análisis se utilizaron modelos de regresión lineal múltiples, probando posibles modificaciones de efecto sugeridas por la literatura. Todos los análisis se ajustaron por el diseño de la encuesta. **Resultados.** La población de estudio estuvo conformada por 2,731 adultos mexicanos de 20 a 69 años, de los cuales una submuestra de 758 personas contaba con datos dietéticos. El tiempo promedio de tiempo frente a pantalla fue de 20.9 horas a la semana (IC95% 18.7 - 23.0), el tercil bajo de tiempo frente a pantalla tuvo una media de 6.3 horas a la semana (h/s), el tercil medio de 16.7 h/s y el tercil alto 43 h/s. La proporción de sujetos con glucosa elevada (>100 mg/dl) fue del 32%, con HbA1c alto (> 6.5) fue de 10.2 %, y con HOMA-IR elevado fue del 25% (>3.8). En sujetos con obesidad físicamente inactivos observamos un incremento significativo de la glucosa promedio en ayuno ($\beta=0.437$, $p<0.05$) y en la HbA1c ($\beta=0.252$, $p<0.01$). Aquellos sujetos con obesidad físicamente inactivos en tercil más alto de tiempo pantalla presentaron un incremento promedio de $\beta=25.3$ mg/dl ($p < 0.05$) de glucosa y $\beta=1.4\%$ de HbA1c ($p<0.01$). **Conclusión.** El comportamiento sedentario se asocia significativamente a un incremento en algunos indicadores de la glucosa en personas con obesidad abdominal y físicamente inactivos con y sin diagnóstico previo de DMT2.

Palabras clave: Comportamiento sedentario, metabolismo de glucosa, resistencia a la insulina, diabetes mellitus, horas frente a pantalla, obesidad.

Introducción

Se define como comportamiento sedentario a aquellas actividades donde la postura dominante es sentarse o acostarse y que demandan un gasto energético muy bajo, con la excepción de dormir (1). Se considera que estas actividades se encuentran entre 1.0 a 1.5 unidades de equivalentes metabólicas (METs) o que representan 1.0 a 1.5 veces el gasto energético (2). En los últimos años se ha incrementado la evidencia en la relación que existe entre el comportamiento sedentario y sus posibles consecuencias en la salud, así mismo se ha descrito que el comportamiento sedentario se ha incrementado en tal magnitud que representa una parte sustancial del día total para los adultos, aproximadamente 346 minutos al día (5.7 hrs/día) (3).

Bauman et al. presentaron datos sobre adultos de 18 a 65 años de 20 países y reportaron un promedio total de tiempo sedentario de 5 h/día, además el veinticinco por ciento informó al menos 8 horas al día de tiempo sedentario mostrando las tasas más altas en Taiwán, Hong Kong, Arabia Saudita, Japón, Lituania y Japón y las tasas más bajas en Portugal, Brasil, Colombia, India y China (4). En México, según los datos de la ENSANUT 2016 la proporción de la población que excedió la recomendación de más de 2 horas frente a la pantalla es de 61.5% en hombres y 50.1% en mujeres, promediando una prevalencia total de 55.5% (5).

El comportamiento sedentario se ha asociado a múltiples enfermedades y a un mayor riesgo de desarrollar alteraciones metabólicas de la glucosa en ayuno, tolerancia a la glucosa y resistencia a la insulina. Un estudio realizado en México, con los datos de la ENSANUT 2016, examinó la asociación de tres comportamientos de estilo de vida (entre ellos mirar televisión) con categorías de índice de masa corporal (IMC) en adultos de ambos sexos de 20 años o más y encontraron que la obesidad grado III se asoció con un mayor tiempo de TV en comparación con aquellos con peso normal ($\beta=0.36$, IC 95% 0.16-0.56, $p < 0.001$) (6).

El metabolismo anormal de la glucosa se define como una alteración en la homeostasis que se da cuando se presentan uno o más de los siguientes trastornos metabólicos: glucosa en ayuno elevada, tolerancia a la glucosa alterada, hemoglobina glucosilada alta y resistencia a la insulina (7). Este conjunto de alteraciones representa el principal factor de riesgo para prediabetes y Diabetes Mellitus Tipo II (DMT2T2) (7). Las alteraciones del metabolismo de la glucosa surgen como consecuencia de varios factores, entre los principales podemos encontrar: una dieta alta en azúcares, grasas saturadas y trans, comportamiento sedentario elevado, disminución o nula actividad física (AF) y obesidad abdominal; los cuales promueven cambios metabólicos y predisponen a la aparición de DMT2 y las complicaciones que se asocian a esta enfermedad (8).

A nivel mundial la prevalencia de DMT2 en adultos mayores de 18 años ha aumentado de 4.7% a 8.5% de 1980 a 2014. Se ha estimado que en el 2012 hubo 2.2 millones de muertes asociadas al aumento de riesgo de enfermedades cardiovasculares por el incremento de los valores de glucosa por arriba del rango normal. Mientras que en el 2015, la DMT2 fue la causa directa de 1.6 millones de muertes y las hiperglucemias provocaron otros 2.2 millones de muertes, según los datos de la Organización Mundial de la Salud (9). En México, de acuerdo con los datos de las ENSANUT, hubo incremento de 5.8% a 7.0% (10)(11) del 2000 al 2006, del 2006 al 2012 incrementó a 9.2% (12) y del 2012 al 2016 a 9.4% (13). La DMT2 se encuentra entre las principales 10 causas de muerte y años vida con discapacidad (AVAD) en México (14).

Actualmente México cuenta con poca información sobre el impacto del comportamiento sedentario en la población y su asociación al riesgo de DMT2; por lo que se requiere conocer más sobre esta asociación. La evidencia sobre la asociación entre el comportamiento sedentario con las alteraciones de la glucosa permitirá sentar una base más sólida para la emisión de recomendaciones de comportamiento. Es importante que dichas recomendaciones, no vayan solo dirigidas a la AF, sino también a dicho comportamiento.

El presente estudio tiene como objetivo determinar la asociación entre el comportamiento sedentario y las alteraciones de los indicadores del metabolismo de la glucosa (glucosa en ayuno, HbA1c e insulina) en población mexicana adulta usando datos de la ENSANUT-MC-2016 ajustando por variables confusoras como características sociodemográficas, antropométricas y dietéticas, siendo un estudio pionero en este tema utilizando los datos de una encuesta ENSANUT con representatividad nacional que permitirá identificar grupos de mayor riesgo con el fin de aportar información acerca de la situación reciente en México.

Materiales y métodos

Se realizó un análisis secundario de los datos obtenidos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino (ENSANUT-MC) 2016, realizada por el Instituto Nacional de Salud Pública, la cual tiene como objetivo hacer inferencias sobre el estado de salud y nutrición de la población mexicana. La ENSANUT-MC 2016 es una encuesta probabilística con nivel de inferencias a nivel nacional, cuatro regiones geográficas y sus respectivas áreas rural y urbana. En el presente estudio se consideran hombres y mujeres adultos con edad entre 20 años y 69 años que tengan información completa sobre datos de AF, sedentarismo, indicadores bioquímicos, antropométricos y para una submuestra información de dieta.

De las 8 824 personas entrevistadas en la encuesta, solo 2,731 contaron con los datos completos de AF y comportamiento sedentario, indicadores bioquímicos y antropométricos, y para una submuestra de 758 personas se obtuvo información sobre dieta. Es importante señalar que por el diseño de la encuesta los indicadores bioquímicos y la información de dieta solo se tomaron en una submuestra de la muestra total; ambas submuestras fueron independientes y aleatorias.

Variables del estudio

Variable independiente: Comportamiento sedentario

Para la medición del comportamiento sedentario de los adultos de la muestra de estudio se utilizó la versión corta del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) (5). Este cuestionario ha sido validado en diversos países como una herramienta útil de autorreporte para monitorear el comportamiento sedentario y AF de poblaciones entre 18 y 65 años de edad y en diversos entornos (6). El cuestionario IPAQ recaba información sobre los minutos de actividades realizados durante el tiempo libre, trabajo, transporte y hogar, en los últimos 7 días, abarcando días entre semana y de fin de semana. El tiempo sedentario se contabilizó mediante 6 preguntas del cuestionario referente a esta actividad en las que se le pregunta la sujeto cuantas horas del día pasa frente a una pantalla incluyendo ver televisión, películas, videojuegos, navegar por internet, hacer la tarea o trabajar y chatear (13). La variable de comportamiento sedentario se definió como continua en horas a la semana frente a pantalla, incluyendo celular, Tablet, computadora y televisión y para las categorías se definieron tercios de tiempo frente a pantalla, clasificándolo en bajo, medio, alto (5).

Variable dependiente: Indicadores del metabolismo de la glucosa

Las muestras de sangre fueron tomadas por el personal de salud en los hogares de los participantes con técnicas estandarizadas y se describen en el manual de Procedimientos de Proyectos para Nutrición (15). Estas fueron tomadas con un ayuno de al menos 8 horas y para evaluar el cumplimiento de este requisito los participantes de la encuesta anotaron la hora de su último alimento el día anterior de la toma de muestra. El personal recolectó en condiciones descritas en el manual, siguiendo las normas de seguridad biológica y utilizando los equipos y consumibles para la toma de muestra, el etiquetado, transporte y centrifugación; todo esto descrito por el manual mencionado anteriormente (15) y se analizaron en el Laboratorio de Nutrición del Instituto Nacional de Salud Pública de México el cual esta certificado por la American College of Pathologists. Los marcadores bioquímicos utilizados como indicadores del metabolismo de glucosa fueron glucosa en ayuno, hemoglobina glicosilada (HbA1c), y se obtuvo el índice HOMA-IR (*Homeostasis model assessment-estimated insulin resistance*) utilizando insulina en ayuno, modelo desarrollado por Matthews et al

(16). Se utilizaron los puntos de corte de la American Diabetes Association (ADA) para la categorización de Glucosa en ayuno para construir el indicador de diagnóstico de alteración de glucosa; HbA1c para construir el indicador de control glucémico (17); y para el HOMA-IR se utilizó la clasificación de Hui-Qi Qu et al. (18), para construir el indicador de resistencia a la insulina (RI).

Covariables

Con el fin de recopilar la información de la ENSANUT MC 2016 se utilizó un cuestionario de hogar aplicado por personal entrenado y estandarizado, para recolectar los datos sociodemográficos y antecedentes personales de estilo de vida y otro cuestionario de adultos de 20 años o más sobre enfermedades crónicas de donde se obtuvo la variable de diagnóstico previo de DMT2.

Las variables sociodemográficas utilizadas para el análisis fueron sexo, edad de los participantes, nivel socioeconómico, nivel educativo, y área rural o urbana.

La variable sexo se categorizó en hombre y mujer; la edad se consideró como años cumplidos desde el nacimiento hasta el día de la encuesta. La variable de nivel socioeconómico (NSE) se realizó a partir de las características de la vivienda y bienes en el hogar, así como servicios disponibles, generando un índice el cual se categorizó en: bajo, medio, alto (19). El nivel educativo se clasificó en tres categorías: educación primaria o menor, secundaria, media o superior y se utilizó el último grado de estudios cursado por cada persona para su clasificación. El área se clasificó como rural y urbana; se definió como área rural cuando aquellas comunidades con una población menor a 2,500 habitantes y como urbana a una población mayor de 2,500 habitantes. Estas variables se obtuvieron del cuestionario del hogar aplicado en al ENSANUT-MC 2016 (20).

El personal reclutado para el levantamiento de la encuesta y la evaluación del estado nutricional fue capacitado y estandarizado con técnicas definidas utilizando protocolos internacionalmente aceptados (15). El peso se midió con una báscula electrónica con precisión de 100.0 g marca AVIS modelo 333 y la unidad fue en kilogramos, mientras que la estatura se midió con un estadiómetro marca SECA modelo 222 con una precisión de 1.0 mm en centímetros. Se calculó el IMC con la fórmula de $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{talla}^2 \text{ (cm)}$ y se clasificó utilizando los criterios de la OMS que clasifica el IMC (21). La medición de la circunferencia de cintura (C.C.) utilizada para evaluar la grasa visceral se evaluó con una cinta métrica de fibra de vidrio con capacidad de 200 cm y una exactitud de 1 mm. Para determinar la presencia de obesidad abdominal se utilizaron los siguientes puntos de corte: ≥ 80.0 cm en mujeres y ≥ 90.0 cm en hombres definidos por Federación Internacional de Diabetes (22).

Para evaluar la actividad física (AF) se realizó un cuestionario de actividad física adaptado del IPAQ mencionado anteriormente (23), en el cual se les realizó 13 preguntas a los sujetos sobre cuantos días a la semana y cuantas horas al día realizaban al día AF ligera moderada y vigorosa. Posteriormente categorizamos la AF en físicamente activo e inactivo y para esto se determinó si cumplían o no con la recomendación de la OMS; es decir, si cumplía con 150 minutos a la semana de actividad física moderada-vigorosa (24).

La variable de diagnóstico previo de DMT2 se obtuvo mediante el cuestionario de salud de la encuesta basada en una pregunta: “¿Algún médico le ha dicho que tiene diabetes o el azúcar alto en la sangre?”, considerando aquellos que respondieron “sí” como sujetos que viven con diabetes, excluyendo a mujeres con diabetes gestacional (25)

Los datos de dieta utilizados para este análisis se obtuvieron mediante un recordatorio de 24 hrs de los alimentos consumidos de un día representativo del consumo habitual, mediante el método de múltiples pasos y se capturó en medios electrónicos por personal entrenado y estandarizado, aplicado preferentemente a la persona que prepara los alimentos en el hogar. Se utilizaron las variables dietéticas de: consumo de bebidas azucaradas, gramos de hidratos de carbono, proteínas, grasas saturadas y trans para ajustar los modelos de regresión lineal múltiple.

Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva, se estimó la media y desviación estándar para las variables continuas: edad, IMC, horas de actividad física, horas frente a pantalla, glucosa e insulina en ayuno, HOMA-IR, y HbA1c. Así como proporciones para las variables categóricas: sexo, escolaridad, estrato, nivel socioeconómico, obesidad abdominal, físicamente activo/inactivo, diagnóstico de alteración de glucosa, resistencia a la insulina y control glucémico. Se realizó la prueba de Chi² para ver diferencias entre grupos de variables categóricas y prueba de la U de Mann-Whitney para evaluar diferencias entre grupos de variables continuas que no se distribuían como una normal, así como T de student y ANOVA para evaluar diferencias entre grupos que cumplían el supuesto de normalidad.

Se probaron modelos de regresión lineal múltiple para evaluar la asociación entre el comportamiento sedentario (variable independiente) y los indicadores metabólicos de: glucosa, HOMA-IR y HbA1c como variables continuas (variable dependiente). Para cada variable de desenlace se ajustó por características sociodemográficas, AF, obesidad abdominal y diagnóstico previo de DMT2, y en modelos alternativos además de las variables mencionadas se ajustó por variables de dieta (consumo de hidratos de carbono, proteínas, grasas saturadas, trans y poliinsaturadas). Se probaron

modificaciones de efecto estratificando los modelos por obesidad abdominal y actividad física. Se realizaron análisis de sensibilidad para ver el efecto del diagnóstico previo por DMT2, así como el efecto de la dieta en los modelos.

Se consideró significancia estadística un valor $p < 0.05$ y los intervalos de confianza (I.C.) del 95% para todos los resultados obtenidos. Para las interacciones se definió como significativo un valor de $p \leq 0.10$. Para mantener la representatividad poblacional y de la estimación adecuada del error estándar, todos los análisis se ajustaron por el diseño de la encuesta, utilizando el módulo SVY del paquete estadístico Stata 14.

Resultados

Para este estudio se analizaron los datos de 2,731 adultos de 20 a 69 años que contaban con los datos requeridos completos de la ENSANUT MC 2016. Los cuales representan a adultos mexicanos con una edad promedio de 42 años (D.E. 13.1 IC95% 41.0- 42.7) de los cuales 43.2% fueron hombres y 56.7% mujeres (Tabla 1).

La mayor proporción perteneció a zona urbana (73.2%) y la proporción de personas con diagnóstico previo de DMT2 fue de 10.4% (IC95% 9.0 – 12.0), con sobrepeso y obesidad fue de 76.2% y con obesidad abdominal, un 80%. El tiempo promedio de tiempo frente a pantalla fue de 20.9 horas a la semana (IC95% 18.7 - 23.0), equivalente a 3 horas al día. El tercil 1 (bajo) de comportamiento sedentario tuvo una media de 6.3 horas a la semana (< 1 hora al día), el tercil 2 (medio) de 16.7 horas a la semana (2.3 horas al día) y el tercil 3 (alto) 43 horas a la semana (> 6 horas al día). El tercil 3 de comportamiento sedentario presentó la edad promedio más baja (38 años), una mayor proporción de sujetos de NSE alto (53.9%) y escolaridad de educación media o superior (51.2%). Así también, el tercer tercil también presentó los tiempos más bajos de actividad física con un promedio de 13.7 horas a la semana de AF moderada-vigorosa vs 17.7 horas a la semana del tercil 1 de comportamiento sedentario, presentando la mayor proporción de sujetos inactivos (18.9%). En los valores promedio del metabolismo de glucosa podemos observar que la proporción con glucosa elevada (>100 mg/dl) fue del 32% aproximadamente y que padecen resistencia a la insulina fue del 25% (HOMA-IR > 3.8), la insulina promedio fue de 11.7 y la proporción de personas con HbA1c alto (> 6.5) fue de 10.2 % (tabla 1).

Tabla 1. Características generales y por terciles de tiempo frente a pantalla de los adultos de 20 años a 69 años de la ENSANUT MC - 2016.

Variables	n	Total	Bajo (1er Tercil)	Medio (2do Tercil)	Alto (3er tercil)
		Media ± D.E (IC 95%) % (IC 95%)			
Sexo					
Hombres	974	43.2 (39.6 – 46.8)	37.1 (33.8 – 40.5) *	40.6 (33.5 – 48.2)	53.0 (45.9 – 60.1)
Mujeres	1,757	56.7 (53.1 – 60.3)	62.8 (59.5 – 66.2) *	59.3 (51.7 – 66.4)	46.9 (39.8 – 54.0)
Edad (años)		41.8 ± 13.1 (41.0- 42.7)	45.8 ± 12.8 (44.8 – 46.8) *	39.9 ± 11.3 (38.5 – 41.4)	38.2 ± 13.3 (36.6 – 39.8)
Estrato					
Rural	1,494	26.7 (23.1 – 30.7)	40.4 (35.5 – 45.4)	18.8 (14.8 – 23.5)	14.7 (11.4 – 18.8)
Urbano	1,237	73.2 (69.2 – 76.8)	59.5 (54.5 – 64.4)	81.2 (76.4 – 85.2)	85.3 (81.1 – 88.6)
Escolaridad					
Educación Primaria o menos	1,337	37.1 (33.4 – 40.9)	57.4 (52.9 – 61.8) *	25.3 (19.5 – 32.1)	19.2 (15.2 – 24.0)
Educación Secundaria	815	29.1 (26.2 – 32.2)	26.5 (23.1 – 30.0) *	33.4 (26.8 – 40.7)	29.4 (23.9 – 35.6)
Educación media o superior	579	33.7 (29.4 – 38.3)	16.0 (13.1 – 19.5) *	41.2 (32.2 – 50.8)	51.2 (43.9 – 58.6)
Nivel socioeconómico					
Bajo	1001	23.8 (20.6 – 27.2)	56.4 (50.0 – 62.6)	45.1 (39.7 – 50.7)	20.7 (16.7 – 25.4) *
Medio	934	32.4 (29.5 – 35.6)	28.3 (23.8 – 33.2)	34.8 (30.2 – 39.8)	25.3 (20.5 – 30.7) *
Alto	796	43.7 (39.3 – 48.1)	15.2 (11.8 – 19.5)	20.0 (15.7 – 24.9)	53.9 (46.6 – 61.0) *
Diagnóstico previo de DMT2					
Si	320	10.4 (9.0 – 12.0)	8.4 (6.3 – 11.0)	8.4 (6.3 – 11.0)	12.0 (9.9 – 14.5)
No	2,411	89.5 (87.9 – 90.9)	91.5 (88.9 – 93.6)	91.5 (88.9 – 93.6)	87.9 (85.4 – 90.0)
IMC		28.8 ± 5.3 (28.4 - 29.1)	28.2 ± 5.1 (27.6 – 28.9)	28.2 ± 5.1 (27.6 – 28.9)	29.2 ± 5.3 (28.8 – 29.6)
Normal	657	22.9 (20.4 – 25.6)	23.4 (20.5 – 26.5)	23.2 (17.7 – 29.7)	22.1 (17.7 – 27.3)
Sobrepeso	1,072	40.2 (36.8 – 43.8)	38.5 (35.0 – 42.1)	45.4 (38.1 – 52.7)	39.1 (31.6 – 47.1)
Obesidad	1,002	36.7 (33.1 – 40.4)	38.0 (34.4 – 41.8)	31.4 (25.3 – 38.1)	38.7 (31.0 – 47.0)
Obesidad abdominal					
No	517	20.1 (17.7 – 22.6)	19.3 (16.5 – 22.5)	20.5 (15.3 – 27.0)	20.6 (16.1 – 26.0)
Si	2,214	79.9 (77.3 – 82.2)	80.6 (77.4 – 83.5)	79.4 (72.9 – 84.6)	79.3 (73.9 – 83.8)
Actividad Física (AF)					
AF moderada - vigorosa (hrs/sem)		16.0 ± 13.4 (15.1 – 16.9)	17.7 ± 13.8 (16.5 – 18.8)	16.4 ± 13.2 (14.4 – 18.3)	13.7 ± 12.7 (12.1 – 15.4)
Prevalencia de AF (150 min/sem)					
Inactivo	381	14.1 (12.8 – 17.1)	13.3 (11.0 – 16.0)	11.9 (8.5 – 16.5)	18.9 (14.0 – 25.1)
Activo	2,350	85.1 (82.8 – 87.1)	86.6 (84.0 – 88.9)	88.0 (83.4 – 91.4)	81.0 (74.8 – 86.0)
Comportamiento sedentario					
Tiempo frente a pantalla (hrs/sem)	2,731	20.9 ± 20.2 (18.7 – 23.0)	6.3 ± 3.9 (5.9 – 6.6)	16.7 ± 3.1 (16.2 – 17.5)	43.0 ± 20.7 (39.0 – 47.0)
Indicadores metabolismo de glucosa					
Glucosa en ayuno (mg/dl)		105.1 ± 41.7 (103.0 – 107.3)	110.0 ± 47.8 (106.8 – 113.2) *	101.5 ± 38.2 (97.1 – 105.8)	101.9 ± 35.6 (98.6 – 105.2)
Diabetes (>126 mg/dl)	350	10.7 (9.3 – 12.3)	13.2 (11.0 – 15.7) *	7.8 (5.3 – 11.4)	9.8 (7.4 – 12.9)
Prediabetes (100 a 126 mg/dl)	658	21.2 (18.9 – 23.7)	26.5 (23.5 – 29.8) *	15.0 (10.8 – 20.5)	18.8 (14.5 – 24.1)
Normal (<100 mg/dl)	1,723	67.9 (64.8 – 70.9)	60.2 (56.9 – 63.4) *	77.1 (71.6 – 81.8)	71.2 (65.3 – 76.5)
Insulina en ayuno (UI/ml)		11.7 ± 10.3 (10.9 - 12.5)	11.4 ± 12.2 (9.8 – 13.0)	11.4 ± 12.2 (9.8 – 13.0)	11.9 ± 8.7 (11.3 – 12.5)
HOMA-IR		3.1 ± 3.1 (2.9 - 3.3)	3.2 ± 2.8 (3.0 – 3.4)	2.8 ± 3.0 (2.4 – 3.2)	3.3 ± 3.5 (2.8 – 3.7)
Sin RI (> 3.8)	2,021	74.9 (71.8 – 77.7)	72.4 (68.8 – 75.8)	80.0 (74.7 – 84.5)	74.4 (68.0 – 79.8)
RI (≥ 3.8)	710	25.0 (22.2 – 28.1)	27.5 (24.2 – 31.2)	19.9 (15.5 – 25.3)	25.6 (20.1 – 31.9)
Hb1Ac (%)		5.7 ± 1.4 (5.6 - 5.8)	5.9 ± 1.5 (5.8 – 6.0) *	5.5 ± 1.2 (5.4 - 5.7)	5.5 ± 1.3 (5.4 – 5.7)
Control glucémico alto (> 6.5)	336	10.2 (8.8 – 12.0)	13.5 (11.1 – 16.3) *	8.1 (6.1 – 10.8)	6.0 (3.9 – 9.3)
Control glucémico normal (< 6.5)	2,395	77.9 (75.4 – 80.0)	86.5 (83.6 – 88.8) *	91.8 (89.1 – 93.9)	93.9 (90.6 – 96.1)

(*) Diferencias estadísticamente significativas entre terciles de comportamiento sedentario. Se consideró un valor $p < 0.05$ como estadísticamente significativo, se evaluó mediante pruebas de Chi2 para las variables categóricas y pruebas de la U de Mann-Whitney para las variables continuas según su distribución.

N: Población, n: muestra; DE: Desviación estándar, IC: Intervalo de confianza, DMT2: Diabetes Mellitus, IMC: índice de masa corporal, AF: actividad física, RI: Resistencia a la Insulina, HOMA-IR: *Homeostasis model assessment-estimated insulin resistance*, Hb1Ac: hemoglobina glicosilada.

En la tabla 2 se muestran las diferencias entre los participantes sin datos dietéticos y con datos dietéticos. La submuestra con datos dietéticos fue de 758 sujetos, un 27.7% de la muestra total. No se observaron diferencias significativas en las características sociodemográficas, antropométricas, de comportamiento sedentario e indicadores bioquímicos entre la submuestra con variables dietéticas y la muestra general sin datos de dieta.

Tabla 2. Características de la muestra principal sin datos dietéticos y la submuestra con datos dietéticos obtenidos del R24 hrs de adultos de 20 años a 69 años de la ENSANUT MC - 2016.

Variables	Sin información dietética	Con información dietética
	n= 1,973 Media ± D.E (IC 95%) % (IC 95%)	n= 758 Media ± D.E (IC 95%) % (IC 95%)
Sexo		
Hombres	41.2 (37.0 – 45.6)	48.6 (41.0 – 56.2)
Mujeres	58.7 (54.3 – 62.9)	51.3 (43.7 – 58.9)
Edad (años)	41.8 ± 13.1 (41.0 – 42.7)	42.1 ± 12.8 (40.6 – 43.7)
Estrato		
Rural	27.3 (23.4 – 31.7)	25.1 (22.8 – 31.9)
Urbano	72.6 (68.2 – 76.6)	74.8 (70.1 – 79.1)
Escolaridad		
Educación Primaria o menos	38.4 (34.2 – 42.7)	33.7 (27.8 – 40.0)
Educación Secundaria	27.6 (24.5 – 30.9)	33.2 (27.7 – 39.3)
Educación media o superior	33.9 (29.2 – 39.0)	33.1 (26.0 – 40.8)
Nivel socioeconómico		
Bajo	24.7 (21.2 – 28.7)	21.2 (17.2 – 25.9)
Medio	33.7 (30.1 – 37.4)	29.3 (24.2 – 34.9)
Alto	41.5 (36.5 – 46.6)	49.4 (41.9 – 56.9)
Diagnóstico previo de DMT2		
Si	10.4 (8.8 – 12.3)	10.5 (7.9 – 13.7)
No	89.5 (87.6 – 91.2)	89.4 (86.2 – 92.0)
IMC	28.7 ± 5.4 (28.4 - 29.1)	28.9 ± 5.0 (28.1 – 29.7)
Normal	23.3 (20.5 – 26.5)	21.8 (17.0 – 27.7)
Sobrepeso	40.5 (36.8 – 44.3)	39.6 (33.3 – 46.4)
Obesidad	36.0 (32.3 – 39.9)	38.4 (31.4 – 46.0)
Obesidad abdominal		
No	20.7 (17.9 – 23.7)	14.2 (10.2 – 19.3)
Si	79.2 (76.2 – 82.0)	85.7 (80.7 – 89.7)
Actividad Física (AF)		
AF moderada - vigorosa (hrs/sem)	16.0 ± 13.4 (15.1 – 16.9)	15.6 ± 13.0 (13.8 – 17.3)
Prevalencia de AF		
Inactivo	15.1 (12.8 – 17.7)	13.9 (10.0 – 19.0)
Activo	84.9 (82.3 – 87.1)	84.9 (72.1 – 82.1)
<i>Comportamiento sedentario</i>		
Tiempo frente a pantalla (hrs/sem)	20.6 ± 20.6 (17.8 – 23.4)	21.5 ± 19.0 (18.8 – 24.3)
<i>Indicadores metabolismo de glucosa</i>		
Glucosa en ayuno (mg/dl)	105.1 ± 42.2 (102.8 – 107.4)	105.3 ± 40.4 (101.3 – 109.3)
Diabetes (>126 mg/dl)	10.5 (8.9 – 12.4)	11.2 (8.3 – 14.9)
Prediabetes (100 a 126 mg/dl)	21.6 (18.6 – 25.0)	20.2 (15.3 – 26.2)
Normal (<100 mg/dl)	67.7 (64.2 – 71.0)	68.5 (62.0 – 74.3)
Insulina en ayuno (UI/ml)	11.6 ± 9.6 (10.9 - 12.4)	11.8 ± 11.3 (9.8 – 13.8)
HOMA-IR	3.1 ± 2.9 (2.9 - 3.3)	3.1 ± 3.2 (2.6 - 3.6)
RI (> 3.8)	26.2 (23.0 – 29.6)	22.1 (17.7 – 27.3)
Sin RI (<3.8)	73.7 (70.3 – 77.0)	77.9 (72.7 – 82.3)
Hb1Ac (%)	5.7 ± 1.4 (5.6 - 5.8)	5.6 ± 1.3 (5.5 - 5.8)
Control glucémico alto (> 6.5)	10.0 (8.3 – 12.0)	10.9 (7.9 – 15.0)
Control glucémico normal (< 6.5)	90.0 (88.0 – 91.6)	89.0 (85.0 – 92.1)

(*) Diferencias estadísticamente significativas entre terciles de comportamiento sedentario. Se consideró un valor $p < 0.05$ como estadísticamente significativo, se evaluó mediante pruebas de Chi2 para las variables categóricas y pruebas de la U de Mann-Whitney para las variables continuas según su distribución.

N: Población, n: muestra; DE: Desviación estándar, IC: Intervalo de confianza, DMT2: Diabetes Mellitus, IMC: índice de masa corporal, AF: actividad física, RI: Resistencia a la Insulina, HOMA-IR: *Homeostasis model assessment-estimated insulin resistance*, Hb1Ac: hemoglobina glicosilada.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de los modelos de regresión lineal multivariado de los indicadores del metabolismo de glucosa, HOMA-IR y HbA1c usando el tiempo frente a pantalla de forma continua como variable explicativa. En el modelo 1 ajustando por características sociodemográficas, actividad física, obesidad abdominal y diagnóstico previo de diabetes no se encontraron diferencias significativas por cada hora de tiempo frente a pantalla a la semana en

ninguna de las variables dependientes. En el modelo 2 ajustando por variables dietéticas, además de las variables del modelo 1, tampoco se observaron resultados significativos en los indicadores.

Tabla 3. Asociación de indicadores de metabolismo de la glucosa y horas a la semana de tiempo de frente a pantalla.

<i>Total (Con y sin diagnóstico previo de DMT2)</i>		
<i>Indicadores</i>	<i>β (95% IC)</i>	<i>p</i>
Glucosa en ayuno (mg/dl)		
Modelo 1	-0.02 (-0.10, 0.04)	0.438
Modelo 2	0.011 (-0.12, 0.14)	0.865
HOMA-IR		
Modelo 1	-0.002 (-0.013, 0.007)	0.626
Modelo 2	-0.0004 (-0.02, 0.01)	0.964
HbA1c (%)		
Modelo 1	-0.001 (-0.003, 0.001)	0.369
Modelo 2	0.001 (-0.003, 0.007)	0.483
<i>Sin diagnóstico previo de DMT2</i>		
<i>Indicadores</i>	<i>β (95% IC)</i>	<i>p</i>
Glucosa en ayuno (mg/dl)		
Modelo 1	-0.02 (-0.07, 0.017)	0.232
Modelo 2	-0.017 (-0.12, 0.09)	0.750
HOMA-IR		
Modelo 1	-0.003 (-0.01, 0.01)	0.484
Modelo 2	-0.003 (-0.02, 0.03)	0.952
HbA1c (%)		
Modelo 1	0.00 (-0.003, 0.002)	0.901
Modelo 2	0.00 (-0.004, 0.004)	0.911

Datos presentados como coeficiente beta y su respectivo 95% de intervalo de confianza. $p < 0.05$ se consideró como estadísticamente significativo (*).

Modelo 1: Ajustado por características sociodemográficas, AF, obesidad abdominal y diagnóstico previo de DMT2.

Modelo 2: Variables del modelo 1 más variables de dieta (hidratos de carbono, proteínas, grasas saturadas, trans y poliinsaturadas).

En la tabla 4 se presentan los cambios encontrados en los sujetos con obesidad abdominal estratificados por actividad física (activos e inactivos). En el estrato de los sujetos físicamente inactivos se observa un incremento significativo de la glucosa promedio en ayuno ($\beta = 0.5$, $p < 0.01$) y en los niveles promedio de HbA1c ($\beta = 0.03$, $p < 0.01$) por cada hora promedio de incremento de tiempo frente a pantalla por semana ajustando por variables sociodemográficas y dieta. En sujetos sin diagnóstico previo de DMT2 solo se observó una asociación en HbA1c ($\beta = 0.02$, $p < 0.01$) en el modelo 2 ajustado por dieta.

Tabla 4. Asociación entre indicadores de metabolismo de la glucosa y horas de tiempo frente a pantalla en sujetos con obesidad abdominal.

<i>Total (Con y sin diagnóstico previo de DMT2)</i>				
<i>Indicadores</i>	Físicamente activos (>150 min/sem) <i>n= 467</i>		Físicamente inactivos (<150 min/sem) <i>n= 52</i>	
	<i>β (95% IC)</i>	<i>p</i>	<i>β (95% IC)</i>	<i>p</i>
Glucosa en ayuno (mg/dl)				
Modelo 1	0.05 (-0.1, 0.2)	0.521	0.2 (-0.2, 0.5)	0.277
Modelo 2	0.1 (-0.1, 0.2)	0.405	0.5 (0.2, 0.7)	0.001*
HOMA-IR				
Modelo 1	0.01 (-0.02, 0.04)	0.493	0.02 (-0.01, 0.05)	0.276
Modelo 2	0.01 (-0.02, 0.04)	0.468	0.02 (-0.0, 0.04)	0.197
HbA1c (%)				
Modelo 1	0.00 (-.005, 0.004)	0.822	0.02 (0.001, 0.04)	0.036*
Modelo 2	0.00 (-0.004, 0.004)	0.961	0.03 (0.01, 0.04)	0.000*
<i>Sin diagnóstico previo de DMT2</i>				
<i>Indicadores</i>	Físicamente activos (>150 min/sem) <i>n= 423</i>		Físicamente inactivos (<150 min/sem) <i>n= 45</i>	
	<i>β (95% IC)</i>	<i>p</i>	<i>β (95% IC)</i>	<i>p</i>
Glucosa en ayuno (mg/dl)				
Modelo 1	0.04 (-0.08, 0.17)	0.482	-0.05 (-0.2, 0.06)	0.377
Modelo 2	0.04 (-0.08, 0.16)	0.544	0.01 (-0.2, 0.2)	0.900
HOMA-IR				
Modelo 1	0.01 (-0.02, 0.04)	0.648	0.02 (-0.01, 0.05)	0.205
Modelo 2	0.001 (-0.02, 0.03)	0.952	0.01 (-0.02, 0.05)	0.197
HbA1c (%)				
Modelo 1	0.00 (-0.003, 0.002)	0.901	0.009 (-0.004, 0.02)	0.170
Modelo 2	0.00 (-0.002, 0.003)	0.879	0.02 (0.01, 0.03)	0.000*

Datos presentados como coeficiente beta y su respectivo 95% de intervalo de confianza. $p < 0.05$ se consideró como estadísticamente significativo (*).

Modelo 1: Ajustado por características sociodemográficas.

Modelo 2: Variables del modelo 1 más variables de dieta (hidratos de carbono, proteínas, grasas saturadas, trans y poliinsaturadas).

Procedimos a analizar los cambios en los mismos sujetos con obesidad abdominal estratificados por actividad física (activos e inactivos) y por diagnóstico de DMT2 (con y sin diagnóstico de previo), pero con los terciles de tiempo frente a pantalla. La tabla 5 muestra que aquellos sujetos con obesidad y físicamente inactivos del tercil más alto de tiempo frente a pantalla presentaron en promedio 25 mg/dl de glucosa ($\beta = 25.3$, $p < 0.05$) y 1.4% ($\beta = 1.4$, $p < 0.05$) de los niveles promedio de HbA1c más con relación al primer tercil. Por otra parte, al realizar el mismo análisis solo en las personas sin diagnóstico previo de diabetes se observó una asociación en HbA1c ($\beta = 1.0$, $p < 0.01$) en el tercer tercil con relación al primero.

Tabla 5. Asociación entre indicadores de metabolismo de la glucosa y terciles de tiempo frente a pantalla en sujetos con obesidad abdominal.

<i>Población total (Con y sin diagnóstico previo de DMT2)</i>										
Físicamente activos (>150 min/sem)										
<i>n = 467</i>										
Físicamente inactivos (<150 min/sem)										
<i>n = 52</i>										
	1er Tercil	2do tercil		3er tercil		1er Tercil	2do tercil		3er tercil	
<i>Indicadores</i>		β (95% IC)	<i>p</i>	β (95% IC)	<i>p</i>		β (95% IC)	<i>p</i>	β (95% IC)	<i>p</i>
Glucosa en ayuno (mg/dl)										
Modelo 1	Ref.	6.1 (-3.9, 16.2)	0.230	1.6 (-8.5, 11.7)	0.753	Ref.	-3.8 (-17.8, 9.6)	0.584	5.6 (-11.8, 23.0)	0.526
Modelo 2	Ref.	6.3 (-4.0, 16.6)	0.228	2.1 (-8.3, 12.5)	0.692	Ref.	10.9 (-13.6, 26.6)	0.245	25.3 (5.4, 45.0)	0.012*
HOMA-IR										
Modelo 1	Ref.	0.3 (-0.6, 1.3)	0.473	1.0 (-0.3, 2.4)	0.116	Ref.	-3.5 (-7.3, 0.4)	0.080	-1.6 (-4.5, 1.3)	0.978
Modelo 2	Ref.	0.3 (-0.7, 1.3)	0.554	0.8 (0.2, 1.9)	0.115	Ref.	-2.1 (-6.0, 1.8)	0.291	-0.5 (-2.4, 1.4)	0.593
HbA1c (%)										
Modelo 1	Ref.	-0.04 (-0.3, 0.2)	0.749	-0.1 (-0.4, 0.2)	0.492	Ref.	-0.3 (-0.7, 0.4)	0.356	1.1 (0.2, 2.0)	0.014*
Modelo 2	Ref.	-0.04 (-0.3, 0.2)	0.749	-0.08 (-0.4, 0.2)	0.594	Ref.	-0.2 (-1.0, 0.5)	0.538	1.4 (0.8, 2.1)	0.000*
<i>Sin diagnóstico previo de DMT2</i>										
Físicamente activos (>150 min/sem)										
<i>n = 423</i>										
Físicamente inactivos (<150 min/sem)										
<i>n = 45</i>										
	1er Tercil	2do tercil		3er tercil		1er Tercil	2do tercil		3er tercil	
<i>Indicadores</i>		β (95% IC)	<i>p</i>	β (95% IC)	<i>p</i>		β (95% IC)	<i>p</i>	β (95% IC)	<i>p</i>
Glucosa en ayuno (mg/dl)										
Modelo 1	Ref.	6.4 (-1.9, 14.7)	0.134	2.2 (-4.0, 8.4)	0.491	Ref.	-8.0 (-18.8, 2.8)	0.146	-1.3 (-10.4, 7.7)	0.775
Modelo 2	Ref.	6.5 (-1.9, 14.9)	0.127	1.8 (-4.1, 7.8)	0.531	Ref.	-3.4 (-16.5, 9.7)	0.607	8.0 (-2.4, 18.5)	0.131
HOMA-IR										
Modelo 1	Ref.	-0.2 (-0.6, 0.6)	0.738	1.0 (-0.4, 2.3)	0.151	Ref.	-4.0 (-7.7, -0.2)	0.041*	-2.1 (-5.1, 0.8)	0.149
Modelo 2	Ref.	0.03 (-0.9, 1.0)	0.945	0.6 (-0.4, 1.7)	0.211	Ref.	-2.7 (-6.0, 1.8)	0.190	-1.9 (-3.8, 0.03)	0.053
HbA1c (%)										
Modelo 1	Ref.	0.04 (-0.2, 0.2)	0.673	-0.1 (-0.2, 0.1)	0.526	Ref.	-0.6 (-1.1, -0.1)	0.018*	0.4 (-0.2, 0.9)	0.212
Modelo 2	Ref.	0.05 (-0.2, 0.3)	0.656	-0.02 (-0.2, 0.2)	0.745	Ref.	-0.03 (-0.4, 0.3)	0.880	1.0 (0.7, 1.4)	0.000*

Datos presentados como coeficiente beta y su respectivo 95% de intervalo de confianza. $p < 0.05$ se consideró como estadísticamente significativo (*).

Modelo 1: Ajustado por características sociodemográficas.

Modelo 2: Ajustado por variables del modelo 1 más variables de dieta (hidratos de carbono, proteínas, grasas saturadas, trans y poliinsaturadas).

Discusión

Se encontró que el tiempo sedentario evaluado como tiempo frente a pantalla se asocia con alteración de glucosa en ayuno y HbA1c en personas con obesidad abdominal y que son físicamente inactivos ajustando por características sociodemográficas y dieta. Mientras que en personas sin diagnóstico previo de diabetes solo se observa una asociación positiva en la HbA1c.

Nuestros principales hallazgos entre la asociación de tiempo sedentario e indicadores se presentaron en sujetos con obesidad. El mecanismo indirecto que se ha descrito para explicar la asociación entre el comportamiento sedentario y los indicadores del metabolismo de la glucosa es el que se da por el incremento del peso, más específicamente, tejido adiposo. Este incremento se asocia principalmente a: 1) un gasto energético bajo por falta de actividad física por desplazamiento del tiempo invertido en comportamiento sedentario y 2) por un alto aporte calórico de la dieta, resultando en un balance

positivo y ganancia de grasa corporal. El exceso de tejido adiposo, particularmente a nivel visceral, segrega grandes cantidades de adipoquinas, incrementando las concentraciones de factor de necrosis tumoral Alpha (TNF- α), interleucina 6 (IL-6), resistina, activador del inhibidor de la activación de plasminógeno (PAI-1), leptina, fibrinógeno y componentes del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA). Estas promueven el desarrollo de un estado inflamatorio resultando en alteraciones en la función del receptor de insulina, la consecuente resistencia a la insulina y una alteración de la homeostasis de la glucosa (26,27). Consideramos que este es el mecanismo que podría explicar nuestros resultados y de por qué nuestros hallazgos fueron en sujetos con obesidad siendo el comportamiento sedentario una condición necesaria pero no suficiente para desarrollar la enfermedad.

Entre nuestros hallazgos pudimos observar que nuestros resultados principales se presentaron en los sujetos físicamente inactivos. Existe evidencia que ha demostrado que la actividad física puede ser un factor protector de la disminución de peso y del riesgo de diversas enfermedades como DM2 además de mejorar la sensibilidad a la glucosa e insulina (8,28). Lo que podría explicar que la asociación se haya presentado solo en sujetos inactivos.

El comportamiento sedentario total se ha asociado negativamente de manera consistente con los indicadores de la glucosa en personas con y sin diagnóstico de DM2 (29), por lo tanto al separar estos sujetos sin DM2 podemos observar una relación con menos error disminuyendo la confusión generada por los que tienen diagnóstico de la enfermedad debido a que estos sujetos ya tienen una alteración metabólica preexistentes y generalmente presentan valores más altos en los indicadores aunque tengan tratamiento médico.

Observamos que las variables dietéticas son un confusor negativo ya que, al ajustar por estas variables, incrementan los coeficientes beta y/o mejoran la significancia estadística en los modelos de los sujetos con obesidad abdominal y físicamente activos e inactivos; y al no corregir por dieta el efecto se ve atenuado. Por este motivo decidimos incluir variables dietéticas pese a la disminución del tamaño de muestra y pérdida de poder, consideramos que era importante.

El incluir esta variable nos permite corregir parte de la confusión sabiendo que la dieta se asocia al comportamiento sedentario y a la obesidad. Se ha encontrado que los adultos que miran más televisión se asocia a un patrón de alimentación poco saludable, es decir, una mayor ingesta de calorías, grasas y grasas saturadas en comparación con los que miran menos televisión (30). La principal causa de la obesidad es un desequilibrio entre las calorías consumidas y las calorías gastadas, por lo tanto una dieta inadecuada, hipercalórica, rica en azúcares y grasas, combinado con un bajo gasto energético

por inactividad física y un tiempo sedentario elevado, puede conducir a la ganancia de adiposidad llevando a un estado de obesidad (31,32), lo que podría explicar cómo interactúan estas variables en nuestra muestra de estudio.

Existen estudios que tienen hallazgos similares a los nuestros; Leiva L, et al., encontraron que el aumento de tiempo sedentario, evaluado con acelerómetro, se asoció positivamente con los factores de riesgo cardiovasculares y metabólicos independientemente de factores sociodemográficos, actividad física, alimentación e IMC, en adultos a diferencia del nuestro que solo fue en sujetos inactivos con obesidad abdominal. También observaron por cada hora de tiempo sedentario al día, existe un aumento significativo en los valores de HOMA-IR, insulina y glucosa en ayuno, utilizando información del proyecto GENADIO (Genes, Ambiente, Diabetes y Obesidad) entre 2009 y 2011 en Chile (33).

En un estudio derivado de la cohorte europea EPIC (European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition) Ford E. et al. encontraron que el riesgo de desarrollar DMT2 entre los participantes que vieron ≥ 4 h / día de televisión en comparación con los que miraron <1 h / día fue 1.63 (IC del 95%: 1.17 – 2.27) ajustando por variables sociodemográficas. Al ajustar por características antropométricas como la circunferencia de la cintura e IMC, la razón de riesgo se redujo a 1.14 (IC del 95%: 0.81 – 1.61). Sin embargo, en nuestro estudio evaluamos la asociación entre el comportamiento sedentario con los indicadores del metabolismo de la glucosa, a diferencia de este estudio que solo evaluó la incidencia de la enfermedad (34).

Al igual que en nuestro estudio en el estudio de Ford et al. encontraron que los participantes que presentaban mayor tiempo frente a pantalla tenían mayor prevalencia de DMT2 y eran aquellos con niveles más bajos de actividad física. Ford et al. explican que al ajustar por AF e IMC la asociación se atenúa y pierde significancia estadística lo que coincide con nuestro estudio ya que las asociaciones entre el comportamiento sedentario y los indicadores de la población general ajustando por las variables de obesidad abdominal y AF de nuestro estudio no resultaron estadísticamente significativas, motivo por el cual realizamos la estratificación por obesidad.

Christofolletti et al, encontraron en su estudio transversal que los adultos físicamente inactivos con mayor tiempo frente a la televisión tienen una prevalencia mayor de DMT2 y obesidad así como también un aumento en las probabilidades de presencia de estas enfermedades crónicas: diabetes (OR = 1,83) y obesidad (OR = 1,60), utilizando los datos de una encuesta nacional transversal brasileña Vigitel 2013 (35). En nuestro estudio observamos una asociación positiva entre el tiempo frente a pantalla en los sujetos físicamente inactivos y alteraciones del metabolismo de la glucosa.

A pesar de que nuestros datos derivan de la ENSANUT-MC 2016, en nuestra muestra de estudio encontramos una prevalencia de 53.9% de comportamiento sedentario, siendo nueve puntos porcentuales más alta que la reportada en la ENSANUT-MC 2016 de 44.7% (13), la cual fue mayor al 29.8% reportado en la ENSANUT 2012 (12).

En un estudio de cohorte realizado por Dunstan D. et al., encontraron que en adultos mayores de 25 años, el riesgo (OR) de tener un metabolismo anormal de la glucosa fue de 1.16 (0.79–1.70) en los hombres y 1.49 (1.12–1.99) en las mujeres que vieron televisión < 2 hrs/día en comparación con las que vieron ≤ 1 h /día, ajustando por edad, sexo, nivel educativo, historial familiar de DM2, fumar, variables dietéticas (energía total, grasa total, grasa saturada total, carbohidratos totales, azúcar total, fibra y alcohol) y tiempo de actividad física. Al ajustar por edad los niveles más altos de tiempo de televisión (>3 hrs) se asociaron positivamente con 54% más riesgo de tener un metabolismo anormal de la glucosa en las mujeres, pero no en los hombres. En este estudio, la inclusión de la circunferencia de la cintura en el modelo llevo a una atenuación en la asociación en ambos sexos por una interacción con el comportamiento sedentario encontraron que el OR para cada hora que aumento el tiempo frente a pantalla por semana fue 0.97 (0.68–1.39) para hombres y 1.34 (0.94–1.92) para mujeres sin ser estadísticamente significativo (8). De manera similar a este estudio, en el nuestro se encontró que al ajustar por obesidad abdominal nuestros resultados tampoco fueron estadísticamente significativos, pero al estratificar pudimos observar la asociación en sujetos con obesidad, físicamente activos e inactivos.

A diferencia de lo encontrado en nuestro estudio, León-Latre M. et al. Reportaron una relación independiente de la actividad física y obesidad entre el comportamiento sedentario y los indicadores de resistencia a la insulina e inflamación. Estos autores analizaron la asociación en una muestra de trabajadores hombres sanos, los investigadores encontraron que los más sedentarios tenían niveles más altos de biomarcadores de resistencia a la insulina ($\beta = 0,05$ [log *HOMA-IR*] y $\beta = 0,44$ [insulina]) por cada hora que pasaban sentados (36). A diferencia de este estudio, en el nuestro no pudimos demostrar una asociación independiente del comportamiento sedentario de la AF, dieta y obesidad abdominal con la alteración de los indicadores tal como propone Hamilton et al. (32,37).

Fortalezas y limitaciones

Una de las fortalezas de este estudio es la representatividad del tamaño de muestra que nos permitió explorar las interacciones de la asociación. Además, los datos fueron recolectados por personal capacitado y con procedimientos estandarizados y validados, y las muestras sanguíneas utilizadas son venosas y no capilares lo que resulta en valores más exactos. Otra fortaleza es que contamos con el

biomarcador de insulina en la muestra de estudio y procedimos a calcular el HOMA-IR para resistencia a la insulina. La relación entre la glucosa y la insulina es un mejor indicador y predictor temprano de resistencia a la insulina que a su vez es un factor de riesgo para prediabetes, DMT2 y síndrome metabólico.

La limitación principal de este estudio es que, al tener un diseño transversal no se puede establecer temporalidad de la asociación entre el comportamiento sedentario y el metabolismo anormal de la glucosa. Sin embargo, se realizaron análisis de sensibilidad en pacientes si diagnóstico previo para observar el comportamiento de este fenómeno y se mantuvo la dirección de la asociación. Por otra parte, la medición de tiempo frente a pantalla, al igual que otras variables como actividad física, son autorreportadas por lo que puede ocasionar un sesgo en el resultado atenuando las asociaciones debido a que el cuestionario IPAQ, en comparación a la medición con acelerómetro tiende a subestimar el tiempo sedentario y a sobreestimar los niveles de AF moderada y vigorosa y esta discrepancia es mayor en personas con obesidad (38). A pesar de esta limitación de la herramienta, el personal de campo fue capacitado para realizar el cuestionario apegado a protocolo. La ausencia de una medición más exacta de adiposidad es otra limitación ya que el porcentaje de grasa corporal es un mejor estimador de riesgo como mediador en la alteración del metabolismo de la glucosa (39), sin embargo, se ha observado que la circunferencia de cintura es un estimador de obesidad abdominal y se ha asociado que el incremento de este perímetro aumenta los riesgos para la salud y la mortalidad funcionando como un predictor de riesgo útil para este estudio (40).

El presente estudio genera evidencia de la relación entre el comportamiento sedentario y las alteraciones del metabolismo de la glucosa, aunque es importante resaltar que son necesarias más estudios que esclarezcan esta asociación.

Conclusión

Podemos concluir que este estudio proporciona evidencia de que el tiempo frente a pantalla se asocia positivamente con alteración de glucosa en ayuno y HbA1c en personas con obesidad abdominal y que son físicamente inactivos con y sin diagnóstico previo de diabetes. Este estudio plantea una base para futuras investigaciones, consideramos que es necesario realizar estudios longitudinales utilizando herramientas de medición más exactas para evaluar el tiempo sedentario y esclarecer la asociación encontrada en el presente estudio. Las futuras intervenciones y políticas públicas deben centrar sus esfuerzos no sólo en incrementar los niveles de actividad física, sino también en reducir los niveles de sedentarismo, sobre todo en poblaciones de riesgo como sujetos con obesidad.

Conflicto de interés

Los autores no declaran tener algún conflicto de interés en el presente estudio.

Referencias:

1. Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary." *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2008.
2. Jetté M, Sidney K, Blümchen G. Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clin Cardiol*. 1990;
3. Bauman AE, Petersen CB, Blond K, Rangul V, Hardy LL. The Descriptive Epidemiology of Sedentary Behaviour. 2018. 73–106 p.
4. Bauman A, Ainsworth BE, Sallis JF, Hagströmer M, Craig CL, Bull FC, et al. The descriptive epidemiology of sitting: A 20-country comparison using the international physical activity questionnaire (IPAQ). *Am J Prev Med [Internet]*. 2011;41(2):228–35. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2011.05.003>
5. Shamah-Levy T, Cuevas-Nasu L, Rivera-Dommarco J, Hernández-Ávila M. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. (ENSANUT MC 2016). *Inst Nac Salud Pública y Secr Salud [Internet]*. 2016;2016(Ensanut):151. Available from: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf%0Ahttps://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT>
6. Kolovos S, Jimenez-Moreno AC, Pinedo-Villanueva R, Cassidy S, Zavala GA. Association of sleep, screen time and physical activity with overweight and obesity in Mexico. *Eat Weight Disord [Internet]*. 2019;(0123456789). Available from: <https://doi.org/10.1007/s40519-019-00841-2>
7. Giugliano D, Ceriello A, Esposito K. Glucose metabolism and hyperglycemia. In: *American Journal of Clinical Nutrition*. 2008.
8. Dunstan DW, Salmon J, Owen N, Armstrong T, Zimmet PZ, Welborn, Timothy A Camerson AJ, et al. Physical Activity and Television Viewing in Relation to Risk of Undiagnosed. *Diabetes Care*. 2004;27(11):2603–9.
9. World Health Organization. *Global Report on Diabetes*. Isbn. 2016;
10. Olaiz-Fernández G, Rojas R, Aguilar-Salinas CA, Rauda J, Villalpando S. Diabetes mellitus en adultos mexicanos: resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2000 TT - Diabetes mellitus in Mexican adults: results from the 2000 National Health Survey. *Salud Publica Mex*. 2007;
11. Janssen I, Medina C, Pedroza A, Barquera S. Screen time in mexican children: Findings from the 2012 national health and nutrition survey (ENSANUT 2012). *Salud Publica Mex*. 2013;
12. Gutiérrez JP, Rivera-Dommarco JA, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Franco A, Cuevas-Nasu L, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. 2a. ed. Instituto Nacional de Salud Pública. 2013.
13. ENSANUT. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. Instituto Nacional de Salud Pública. 2016.
14. Global Burden of Disease Collaborative Network. *Global Burden of Disease Study 2017*. The Lancet. 2017.
15. Hernández; TSLSV, Rivera DJ. Manual de procedimientos para proyectos de nutrición [Internet]. Instituto Nacional de Salud Pública. 2006. 148 p. Available from: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/proy_nutricion.pdf
16. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*. 1985;
17. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2020. *Diabetes Care*. 2020;
18. Qu HQ, Li Q, Rentfro AR, Fisher-Hoch SP, McCormick JB. The definition of insulin resistance using HOMA-IR

- for americans of mexican descent using machine learning. *PLoS One*. 2011;
19. Gutiérrez JP. Clasificación socioeconómica de los hogares en la ENSANUT 2012. *Salud Publica Mex*. 2013;55(Supl.2):341.
 20. Romero-Martínez M, Shamah-Levy T, Cuevas-Nasu L, Gómez-Humarán IM, Gaona-Pineda EB, Gómez-Acosta LM, et al. Diseño metodológico de la encuesta nacional de salud y nutrición de medio camino 2016. *Salud Publica Mex*. 2017;
 21. Consultation WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Heal Organ - Tech Rep Ser. 2000;894.
 22. Lizazaburu Robles JC. Síndrome metabólico: concepto y aplicación práctica. *An la Fac Med*. 2014;74(4):315.
 23. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(8):1381–95.
 24. Organization WH. Recomendaciones Mundiales sobre Actividad Física para la Salud. Geneva WHO Libr Cat. 2010;
 25. Martínez RR, Abreu AB, Salinas CA, Rojas EZ, Villalpando S, Gutiérrez TB. Prevalencia de diabetes por diagnóstico médico previo en México. *Salud Publica Mex [Internet]*. 2018;60(3, may-jun):224. Available from: <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2016/doctos/analiticos/Diabetes.pdf>
 26. López Stewart G. Diabetes Mellitus: clasificación, fisiopatología y diagnóstico. *Medwave*. 2009;
 27. Cervantes-villagrana RD, Presno-bernal JM. Fisiopatología de la diabetes y los mecanismos de muerte de las células β pancreáticas. *Rev Endocrinol y Nutr*. 2013;
 28. Aune D, Norat T, Leitzmann M, Tonstad S, Vatten LJ. Physical activity and the risk of type 2 diabetes: A systematic review and dose-response meta-analysis. *Eur J Epidemiol*. 2015;30(7):529–42.
 29. Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Sedentary behavior as a mediator of type 2 diabetes. *Diabetes Phys Act*. 2014;60:11–26.
 30. Dunstan DW, Salmon J, Owen N, Armstrong T, Zimmet PZ, Welborn TA, et al. Physical activity and television viewing in relation to risk of undiagnosed abnormal glucose metabolism in adults. *Diabetes Care*. 2004;
 31. Omer T. The causes of obesity: an in-depth review. *Adv Obesity, Weight Manag Control*. 2020;10(4):90–4.
 32. Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes*. 2007;56(11):2655–67.
 33. Leiva AM, Martínez MA, Cristi-Montero C, Salas C, Ramírez-Campillo R, Martínez XD, et al. Sedentary lifestyle is associated with metabolic and cardiovascular risk factors independent of physical activity. *Rev Med Chil*. 2017;
 34. Ford ES, Schulze MB, Kröger J, Pischon T, Bergmann MM, Boeing H. Television watching and incident diabetes: Findings from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Potsdam Study. *J Diabetes*. 2010;2(1):23–7.
 35. Christofoletti M, Del Duca GF, da Silva KS, Meneghini V, Malta D de C. Physical inactivity, television time and chronic diseases in Brazilian adults and older adults. *Health Promot Int*. 2020;35(2):352–61.
 36. León-Latre M, Moreno-Franco B, Andrés-Esteban EM, Ledesma M, Laclaustra M, Alcalde V, et al. Sedentary Lifestyle and Its Relation to Cardiovascular Risk Factors, Insulin Resistance and Inflammatory Profile. *Rev Española Cardiol (English Ed)*. 2014;
 37. Hamilton MT, Healy GN, Dunstan DW, Theodore W, Owen N. Too Little Exercise and the Need for New Recommendations on Sedentary Behavior. *Curr Cardiovasc Risk Rep [Internet]*. 2012;2(301200):292–8. Available from: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12170-008-0054-8.pdf>
 38. Martorell M, Labraña AM, Ramírez-Alarcón K, Díaz-Martínez X, Garrido-Méndez A, Rodríguez-Rodríguez F, et al. Comparación de los niveles de actividad física medidos con cuestionario de autorreporte (IPAQ) con medición de acelerometría según estado nutricional. *Rev Med Chil*. 2020;148(1):37–45.
 39. Rathnayake G, Hettiaratchi U. Obesity , body fat distribution , insulin resistance and link with type 2 diabetes

mellitus. *Int J Sci Res Publ.* 2017;7(12):313–21.

40. Wei J, Liu X, Xue H, Wang Y, Shi Z. Comparisons of visceral adiposity index, body shape index, body mass index and waist circumference and their associations with diabetes mellitus in adults. *Nutrients.* 2019;

ANEXO

Tablas complementarias

Tabla 2. Características de la submuestra comparado con la muestra total que representa a de 60 millones de mexicanos adultos de 20 años a 69 años de la ENSANUT MC - 2016.

Variables	Submuestra	Total
	n= 2731 N = 10,191,297 Media ± D.E (IC 95%) % (IC 95%)	n= 16,100 N = 66,649,159 Media ± D.E (IC 95%) % (IC 95%)
Sexo		
Hombres	43.2 (39.6 – 46.8)	47.9 (46.6 – 49.2)
Mujeres	56.7 (53.1 – 60.3)	52.1 (50.7 – 53.3)
Edad (años)	41.8 ± 13.1 (41.0- 42.7)	39.5 ± 13.6 (39.0 – 40.0)
Estrato		
Rural	26.7 (23.1 – 30.7)	22.6 (20.0 – 25.4)
Urbano	73.2 (69.2 – 76.8)	77.4 (74.6 – 80.0)
Escolaridad		
Educación Primaria o menos	37.1 (33.4 – 40.9)	38.8 (36.0 – 41.7)
Educación Secundaria	29.1 (26.2 – 32.2)	30.2 (28.4 – 32.0)
Educación media o superior	33.7 (29.4 – 38.3)	30.9 (28.9 – 33.0)
Nivel socioeconómico		
Bajo	23.8 (20.6 – 27.2)	20.3 (18.1 – 22.7)
Medio	32.4 (29.5 – 35.6)	29.8 (27.6 – 32.1)
Alto	43.7 (39.3 – 48.1)	49.7 (46.5 – 53.0)
Diagnóstico previo de DMT2		
Si	10.4 (9.0 – 12.0)	9.4 (8.2 – 10.8)
No	89.5 (87.9 – 90.9)	90.6 (89.2 – 91.7)
IMC	28.8 ± 5.3 (28.4 - 29.1)	28.5 ± 6.0 (28.3 – 28.8)
Normal	22.9 (20.4 – 25.6)	27.4 (25.6 – 29.2)
Sobrepeso	40.2 (36.8 – 43.8)	38.8 (36.4 – 41.3)
Obesidad	36.7 (33.1 – 40.4)	33.8 (31.2 – 36.5)
Obesidad abdominal		
No	20.1 (17.7 – 22.6)	23.1 (21.2 – 25.1)
Si	79.9 (77.3 – 82.2)	76.8 (74.9 – 78.7)
Tiempo de AF		
AF moderada - vigorosa (hrs/sem)	16.0 ± 13.4 (15.1 – 16.9)	16.2 ± 13.4 (15.5 – 17.0)
Prevalencia de AF		
Inactivo	14.1 (12.8 – 17.1)	13.1 (11.6 – 14.7)
Activo	85.1 (82.8 – 87.1)	86.9 (85.2 – 88.4)
Comportamiento sedentario		
Tiempo frente a pantalla (hrs/sem)	20.9 ± 20.2 (18.7 – 23.0)	22.6 ± 20.2 (18.8 – 23.8)

N: Población, n: muestra; DE: Desviación estándar, IC: Intervalo de confianza, DMT2: Diabetes Mellitus, IMC: índice de masa corporal, AF: actividad física, RI: Resistencia a la Insulina, HOMA-IR: *Homeostasis model assessment-estimated insulin resistance*, Hb1Ac: hemoglobina glicosilada.