



ÍNDICE DE MASA CORPORAL, CIRCUNFERENCIA DE CINTURA Y DIABETES EN ADULTOS DEL ESTADO DE MÉXICO.

BODY MASS INDEX, WAIST CIRCUMFERENCE AND DIABETES IN ADULTS OF THE STATE OF MEXICO.

Lozano Keymolen Daniel*, Gaxiola Robles Linares Sergio Cuauhtémoc*.

Citation: Lozano Keymolen D., Gaxiola Robles Linares S.C. (2020) Índice de masa corporal, circunferencia de cintura y diabetes en adultos del Estado de México. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 19 (1), 10-22.

Editor: Esteban G. Ramos Peña, Dr. CS., Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Salud Pública y Nutrición, Monterrey Nuevo León, México.

Copyright: ©2020 Lozano Keymolen D. et al. This is an open-access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License [CC BY 4.0], which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Competing interests: The authors have declared that no competing interests exist.

DOI: <https://doi.org/10.29105/respyn19.1-2>

Recibido: 29 de enero 2020; **Aceptado:** 20 de abril 2020

Email: daniel.lozkey@gmail.com

*Universidad Autónoma del Estado de México, Centro de Investigación y Estudios Avanzados de la Población, México.

ÍNDICE DE MASA CORPORAL, CIRCUNFERENCIA DE CINTURA Y DIABETES EN ADULTOS DEL ESTADO DE MÉXICO.

Lozano Keymolen Daniel*, Gaxiola Robles Linares Sergio Cuauhtémoc*.

Universidad Autónoma del Estado de México, México.

RESUMEN

Introducción. La diabetes y la obesidad son importantes problemas de salud pública en el Estado de México. **Objetivo:** Determinar la precisión diagnóstica y los puntos de corte óptimos del índice de masa corporal y de la circunferencia de cintura sobre la diabetes, así como conocer la asociación de ambos indicadores con la enfermedad según los puntos de corte definidos. **Material y Método:** Los datos son de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 para los adultos del Estado de México. Se analizaron 969 observaciones de adultos con datos completos en las variables de análisis. Se estimaron curvas ROC para determinar la precisión diagnóstica y el valor del punto de corte del índice de masa corporal y de la circunferencia de la cintura sobre la diabetes. Definidos los puntos de corte se estimaron regresiones logísticas para ambos indicadores ajustando por diversas variables. **Resultados:** Se obtuvieron mayores valores de sensibilidad y especificidad para la circunferencia de la cintura: una circunferencia de cintura ≥ 94.950 en hombres y ≥ 91.050 en mujeres incrementa la propensión a diabetes entre 2.4 y 2.6 veces. **Conclusiones:** En la muestra analizada, la circunferencia de la cintura es mejor predictor de la diabetes que el índice de masa corporal.

Palabras Clave: Diabetes, circunferencia de cintura, índice de masa corporal, curvas ROC.

ABSTRACT

Introduction: Diabetes and obesity are important public health problems in the State of Mexico. **Objective:** To determine the diagnostic accuracy and optimal cut-off points of the body mass index and waist circumference on diabetes, as well as to know the association of both indicators with the disease according to the defined cut-off points. **Material and method:** The data are from the National Health and Nutrition Survey 2012 for adults in the State of Mexico. 969 observations of adults with complete data in the analysis variables were analyzed. ROC curves were calculated to determine the diagnostic accuracy and the cut-off value of the body mass index and waist circumference over diabetes. Once the cut-off points were defined, logistic regressions were estimated for both indicators, adjusting for various variables. **Results:** Higher sensitivity and specificity values for waist circumference were obtained: a waist circumference $\geq 94,950$ in men and $\geq 91,050$ in women increases the propensity to diabetes between 2.4 and 2.6 times. **Conclusions:** In the analyzed sample, waist circumference is a better predictor of diabetes than the body mass index.

Key words: Waist circumference, body mass index, ROC curves.

Introducción

La diabetes se define como una enfermedad crónica compleja que requiere atención médica continua en conjunto con estrategias de reducción de riesgos multifactoriales más allá de solo el control glucémico (American Diabetes Association (ADA), 2020a). Las complicaciones de la diabetes se expresan en daños en los ojos, complicaciones renales, ataques cardiacos o discapacidades y amputaciones (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2018). A nivel mundial, la diabetes es una de las causas principales de morbilidad y de mortalidad. A nivel global, se estimó que, en el 2014, el 8.5% de las personas con 18 años y más tienen diabetes, causando 1.6 millones de defunciones en el 2016 (OMS, 2018).

Los factores de riesgo para el desarrollo de diabetes refieren, por un lado, a los procesos biológicos de la enfermedad (ADA, 2020b) y, por otro lado, a factores sociodemográficos, los cuales pueden clasificarse en dos tipos: a) factores modificables: como la inactividad física, la ingesta elevada de grasas y azúcares o la obesidad, así como variables socioeconómicas como la pobreza o la disponibilidad de servicios de salud (den Braver et al., 2018; Hernández-Ávila, Gutiérrez y Reynoso-Noverón, 2013; Kutbi, Mosli, Alhasan y Mosli, 2018); b) factores no modificables: el sexo y la edad, pues tanto en las mujeres como en la edad avanzada se presentan mecanismos que incentivan la diabetes, asimismo la genética o la presencia de antecedentes parentales de la enfermedad, entre otros (ADA, 2020b; Rull et al., 2005).

Sin embargo, la obesidad, una acumulación anormal o excesiva de grasa corporal, es considerada el principal factor de riesgo para la diabetes, dado que la primera puede ser resultado de un conglomerado de variables predisponentes para la diabetes. Diversas investigaciones han asociado a la obesidad con el riesgo de desarrollar diabetes, particularmente con la de tipo 2 (ADA, 2020b; Estampador y Franks, 2018; Al-Goblan, Al-Alfi y Kahn, 2014). Incluso, se estimó que hasta 80.0% de los casos de diabetes tipo 2 en adultos se relacionan con la obesidad (Gatineau et al., 2014). La estimación en adultos mexicanos de 50 años o más indicó que la propensión a tener diabetes fue tres veces mayor entre quienes presentaban obesidad (Pinto y Beltrán-Sánchez, 2015).

Existe una estrecha relación de la diabetes con la obesidad, pues el riesgo de desarrollar diabetes incrementa conforme lo hace el exceso de peso corporal. Investigaciones sugieren que, a lo largo de un periodo de 10 años, por cada kilogramo (kg) de peso acumulado, el riesgo de desarrollar diabetes incrementa en un 49.0% y, por el contrario, quienes pierden peso, el riesgo disminuye (Aucott, 2008). Además, se sabe que en individuos con obesidad los procesos relacionados con la resistencia a la insulina se incrementan; particularmente, las células del páncreas se dañan, incentivando la falta de control de la glucosa en sangre, lo que aumenta la incidencia de diabetes tipo 2 (ADA, 2020b; Kahn, Hull y Utzschneider, 2006). De hecho, la diabetes tipo 2 en personas con obesidad es común, al grado de considerarseles comórbidas, ya que son enfermedades que suelen aparecer conjuntamente (Jarolimova, Tagoni y Stern, 2013). Sin embargo, otros factores como el tiempo de evolución de la obesidad o la distribución de la grasa corporal son elementos que también inciden en el desarrollo de diabetes (Aucott, 2008; González-Villalpando, Dávila-Cervantes, Zamora-Macorra, Trejo-Valdivia y González-Villalpando, 2014).

Aunque el índice de masa corporal (IMC) es el indicador de obesidad más empleado tanto en estudios de salud pública como de clínica, existe evidencia de que el IMC no discrimina la distribución de la grasa corporal (Liu, Tong, Tong, Lu y Qin, 2011; Kim et al., 2019). De ahí que en diversas investigaciones se ha propuesto que el indicador de la circunferencia de la cintura (CC) es un mejor predictor de la diabetes que el IMC, dado que el primero permite determinar la distribución de la grasa corporal e incluso es predictivo de comorbilidades y de la mortalidad (Sosenko et al., 1993; Janssen, Katzmarzyk y Ross, 2004; Cerhan et al., 2014; Kim et al., 2019), pues las personas con elevada acumulación de grasa en la cintura tienen mayor riesgo de daño en la producción de insulina (Ye, 2013; Gómez-Ambrosi et al., 2011; Haffner, 1998). Además, algunas investigaciones han determinado que la CC es un mejor indicador del riesgo de diabetes, incluso entre las personas con un IMC en las categorías de bajo peso o normal (Feller, Boeing y Pischon, 2010). Sin embargo, la evidencia no es concluyente dado que una meta-análisis de 32 estudios indicó que tanto el IMC como la CC serían predictores consistentes de la diabetes (Vázquez,

Duval, Jacobs y Silventoinen, 2007), por lo cual podrían existir diferencias entre poblaciones (Qiao y Nyamdorj, 2010).

Entre las causas principales de morbilidad y de mortalidad de la población mexicana se encuentra la diabetes, pues según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018 (ENSANUT 2018), entre adultos mexicanos (20 años y más), la prevalencia de diabetes por autoreporte es 10.3% (Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), 2019a), lo que es un incremento respecto de las prevalencias con la ENSANUT MC de 2016, que fue 9.4%, y 9.2% con la ENSANUT 2012 (Rojas-Martínez et al., 2018). De manera similar, en México la población adulta registra una de las prevalencias de obesidad más elevadas en el mundo (Chooi, Din y Magkos, 2019). La ENSANUT 2018 arrojó que 36.1% de los mexicanos adultos tenía obesidad (INSP, 2019a), lo que representó un aumento respecto de la ENSANUT MC cuya prevalencia fue 32.8%, y de 32.4% en la ENSANUT 2012.

Datos como los anteriores indican que la diabetes y la obesidad son importantes problemas de salud pública en México. Sin embargo, la asociación de estas dos condiciones crónicas, en niveles menores de desagregación geográfica a la nacional, son poco conocidas (Hernández-Ávila et al., 2013; Rojas-Martínez et al., 2018). Respecto de lo anterior, este artículo realiza una investigación para la población del Estado de México en la que la diabetes es una de las principales causas de enfermedad y de muerte ya que en 2018 la enfermedad se situaba entre las 10 causas principales de morbilidad (Secretaría de Salud, 2020). Con datos de la ENSANUT 2012 se calculó que el porcentaje de mexiquenses con diabetes fue 10.5%, lo que representa un valor por arriba del promedio nacional, que fue 9.2% para ese mismo año (Hernández-Ávila et al., 2013). En cuanto a la mortalidad, en el mismo año de 2012, la diabetes fue la causa principal de muerte en la población mexiquense ocasionando cerca del 17.07% de las defunciones (SINAVE/DGE/SALUD, 2020).

Analizar la asociación que tiene la diabetes con la obesidad en una población con una mayor prevalencia que la nacional podría informar de una de las relaciones más trascendentales para el perfil de salud y de mortalidad entre la población mexiquense, pues además es la entidad más poblada del país con

cerca de 16.2 millones habitantes en el 2020 (Consejo Nacional de Población (CONAPO), 2018). Entonces, el objetivo de esta investigación se plantea en dos etapas. En primer lugar, determinar la capacidad diagnóstica y los puntos de corte del IMC y de la CC en la probabilidad de presentar diabetes por sexo. En segundo lugar, conocer la asociación de ambos indicadores con la diabetes entre adultos del Estado de México según los puntos de corte definidos. En este sentido, se hipotetiza que tanto el IMC como la CC son indicadores predictivos de la diabetes.

Material y Método

Fuente de datos y muestra

Los datos se obtuvieron de la ENSANUT 2012, una encuesta transversal con diseño muestral polietápico y estratificado que permite obtener representatividad de la población mexicana, a nivel nacional, de los ámbitos rurales y urbanos, así como de las 32 entidades federativas de México. Se empleó la ENSANUT 2012 porque si bien existe la ENSANUT 2018, ésta no tiene representatividad a nivel entidad federativa de las componentes de nutrición (INSP, 2019b), y no se usó tampoco la ENSANUT MC, pues la encuesta no es representativa a nivel estatal (Romero-Martínez et al., 2017).

La muestra analítica se integró por los adultos (20 años de edad o más) residentes en el Estado de México al momento de la ENSANUT 2012. Originalmente esta encuesta tuvo una muestra constituida por 1,443 adultos, representativos de 9,523,317 personas en el 2012 (INSP, 2013). Sin embargo, para este estudio solo se analizaron los casos con información completa en las variables de interés, por lo que el tamaño de la muestra analizada fue de 969 observaciones (55.4% mujeres) que, aplicando el diseño complejo de la ENSANUT 2012, en dicho año representaron a 6,069,570 personas.

Consideraciones éticas

La ENSANUT 2012 es una encuesta de uso público y fue aprobada por las Comisiones de Ética, Investigación y Bioseguridad del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) de México. Además, la ENSANUT 2012 obtuvo consentimiento informado de los entrevistados para el manejo de sus datos (INSP, 2013). Esta investigación se desarrolló considerando que no existe contacto con seres

humanos al utilizar datos provenientes de una fuente secundaria.

Variables bajo análisis

Diabetes. Fue la variable dependiente de esta investigación. Esta variable se obtuvo con el reactivo (¿Algún médico le ha dicho que tiene diabetes o alta el azúcar en la sangre?), constituyendo una variable dicotómica (1 = diabetes, 0 = otro caso). Así, se trata de una definición basada en autoreporte que no se limita a la diabetes tipo 2 si bien la evidencia indica que entre el 90-95% de los casos de diabetes son del tipo 2 (ADA, 2020b). Sin embargo, existe evidencia de que el autoreporte de diabetes es un indicador consistente para determinar la presencia de la enfermedad en el nivel poblacional (Yuan et al., 2015).

Según los objetivos de la investigación se plantean dos variables independientes: IMC y CC. Estas variables se obtuvieron mediante mediciones antropométricas de peso, altura y circunferencia de cintura que en la ENSANUT 2012 fueron obtenidas con equipos y técnicas estandarizadas y levantadas por personal capacitado (Romero-Martínez et al., 2013).

Índice de masa corporal (IMC). El IMC es un indicador de peso corporal de extenso uso en estudios poblacionales y de fácil cálculo. El IMC se obtuvo de las mediciones antropométricas de peso y talla disponibles en la ENSANUT 2012. El peso se obtuvo con una precisión de 100g con una balanza electrónica y la talla con un estadiómetro con precisión de 1mm (Barquera et al., 2013). La variable para el peso se obtuvo en kg por lo cual no fue necesario procesar los datos, caso contrario al de la variable talla, ya que esta variable se recopiló en cm por lo que se dividió entre 100 para obtener los valores en metros. Obtenidas las variables de peso y talla, el IMC se calculó como el cociente que resulta de dividir el peso por el cuadrado de la talla (kg/m^2). Para los fines de esta investigación, el IMC se consideró de forma continua (Feller et al., 2010; Janssen et al., 2004). En esta estimación no se tomó en cuenta a las mujeres embarazadas ni a aquellos casos con IMC mayores a 58 kg/m^2 .

Circunferencia de la cintura. Para determinar el exceso de grasa en la cintura se emplearon las mediciones de la circunferencia de la cintura (CC)

disponibles en la ENSANUT 2012. Las mediciones de la CC se obtuvieron en centímetros midiendo el punto medio entre la parte inferior de las costillas y la parte superior de la cresta iliaca (Albrecht, Barquera y Popkin, 2014) y solo se consideraron como válidos los valores en el intervalo 50-180 cm. Al igual que el IMC, la CC se utilizó de forma continua (Feller et al., 2010; Janssen et al., 2004).

Aunque existen una serie de variables que se considera median la asociación entre la diabetes y la obesidad, y que a la vez sirven como predictores de cada condición, la presente investigación se enfoca en seis, que son: edad, antecedentes parentales de diabetes, pertenencia indígena, consumo de tabaco, escolaridad y afiliación a servicios de salud.

La edad es uno de los predictores que relacionan a la diabetes con la obesidad. Específicamente se ha encontrado que el riesgo de desarrollar diabetes incrementa con la edad, como resultado de una mayor exposición a los factores de riesgo conocidos, así como por el desgaste de los órganos que acompañan al envejecimiento (ADA, 2020a; Kirkman et al., 2012). Esta variable quedó definida en forma continua.

Antecedentes parentales de diabetes. Se retomaron dos reactivos de la ENSANUT 2012: ¿Su padre/madre tiene o tuvo diabetes o azúcar alta en la sangre? La variable fue codificada como dicotómica (1= si del entrevistado la madre o el padre (o ambos) tenían o habían tenido diabetes y 0= otro caso).

Pertenencia indígena. Diversas investigaciones han mostrado diferencias existentes al utilizar el IMC o la CC como indicadores de obesidad entre diversos grupos raciales y de indígenas (Katzmarzyk et al., 2011; Yusuf et al., 2005). Para construir esta variable se utilizó el reactivo ¿Usted habla alguna lengua indígena? La variable fue dicotómica (1= pertenencia indígena, 0= otro caso).

Consumo de tabaco. En cuanto al consumo de tabaco, diversas investigaciones han postulado los efectos del tabaquismo sobre el peso corporal. Es decir, una parte considerable de los fumadores aumentan de peso después de dejar de fumar lo cual se relaciona con resultados adversos como la aparición de diabetes (Bush et al., 2016). Esta

variable fue codificada categórica (1= actualmente fuma, 2= antes fumaba, 3= nunca ha fumado).

Escolaridad. Se emplea como una variable asociada en la cual existe evidencia de gradientes socioeconómicos para la obesidad y la diabetes (Cohen, Rai, Rehkopf y Abrams, 2013; Steele et al., 2017). En este sentido, se ha encontrado evidencia de que los individuos con menor escolaridad tienen mayor incidencia de la diabetes, particularmente entre las personas con obesidad (Shang et al., 2013). Para construir esta variable se retomaron dos reactivos de la ENSANUT 2012 que informan sobre el último grado y año escolar aprobados. La variable fue codificada como categórica (1= 0-5 años, 2= 6-9 años, 3= 10 y más años).

Servicios de salud. Adicionalmente, en este estudio se incluyó la afiliación a servicios de salud, dado que existe evidencia de que ésta se asocia con un mayor diagnóstico de diabetes (Beltrán-Sánchez, Drumond-Andrade y Riosmena, 2015). Además, se ha hipotetizado que las personas con diabetes que utilizan los servicios de salud pueden tener tal conocimiento de la enfermedad que puede verse afectada su asociación con la obesidad (Kutbi et al., 2018). Esta variable fue dicotómica (1= afiliación a servicios de salud por IMSS/ISSSTE/SEDENA/Pemex o consulta privada, 0= otro caso).

Análisis de datos

El análisis estadístico comprendió tres procedimientos generales los cuales se estratificaron por sexo dado que existe evidencia de diferencias tanto en la prevalencia de diabetes (Huebschmann et al., 2019) como de obesidad (Kanter y Caballero, 2012). En el primer procedimiento, se estimaron los estadísticos descriptivos, en forma de distribuciones porcentuales para las variables categóricas (IC 95%) y para las variables continuas como la media (\pm desviación estándar) y valores mínimos y máximos. En este procedimiento se utilizaron los ponderadores poblacionales de la ENSANUT 2012 (Romero-Martínez et al., 2013). Paralelamente y para apoyar la inferencia sobre los estimadores se presentan las distribuciones de las variables sin ponderar y pruebas de significancia chi-cuadrada (χ^2) para variables categóricas y t-Student para variables continuas, según corresponda.

En el segundo procedimiento se estimaron curvas ROC dado que estas permiten determinar la precisión diagnóstica y el valor óptimo del punto de corte del IMC o de la CC sobre la diabetes. Los puntos de corte se definieron siguiendo la propuesta de Liu (2012) en la cual se maximiza la sensibilidad y la especificidad del IMC y de la CC. Luego, para determinar diferencias en ambos indicadores se calcularon estadísticos χ^2 entre las áreas bajo la curva (ABC) de los indicadores del IMC y de la CC con lo cual se determina el mejor indicador (Cleves, 2002).

En un tercer procedimiento se desarrollaron modelos de regresión logística utilizando los puntos de corte definidos para el IMC y la CC por sexo. Con base en lo anterior, se definieron dos ecuaciones: primero utilizando al IMC (modelo IMC) como variable predictora y en una segunda ecuación se ajustaron los efectos de la regresión anterior. Un procedimiento similar se realizó empleando la CC como variable predictora (modelo CC). Es decir, se estimó un total de 8 regresiones (4 por sexo). Según este procedimiento, las ecuaciones que determinan la probabilidad de tener diabetes (π_i) son: $\pi_i = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1 X_i+\epsilon_i)}}$, donde: β_0 = intercepto; β_1 = efecto del IMC o de la CC; ϵ_i = errores de estimación. Luego, las regresiones se ajustaron definiéndose, $\pi_i = \frac{1}{1+e^{-(\beta_0+\beta_1 X_i+\beta_2 X_i+\beta_3 X_i+\beta_4 X_i+\beta_5 X_i+\beta_6 X_i+\epsilon_i)}}$, donde: β_0 = intercepto; β_1 = efecto del IMC o de la CC; β_2 = efecto de la edad; β_3 = efecto de los antecedentes parentales de diabetes; β_4 = efecto de la pertenencia indígena; β_5 = efecto del consumo de tabaco; β_6 = efecto de los servicios de salud; β_7 = efecto de la escolaridad; ϵ_i = errores de estimación. Los datos se analizaron con el software Stata 14.1© (StataCorp, 2016).

Resultados

En la tabla 1 se presenta la distribución porcentual de las variables de interés según los ponderadores de la ENSANUT 2012. La prevalencia ponderada de diabetes entre adultos mexicanos fue del 12.28% en hombres y 10.26% en mujeres. En tanto, la media del IMC fue mayor para las mujeres, pero el comportamiento es contrario respecto de la CC con un mayor perímetro para los hombres. La media de la edad fue 43.7 años en hombres y 42.2 en mujeres. Respecto de los antecedentes parentales de diabetes, el 36.4% de los hombres y 42.5% de las mujeres reportó historial.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables en análisis, por sexo.

Variables	Estadísticos ponderados		Estadísticos no ponderados	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
	%	%	%	%
Diabetes^a				
Con diagnóstico	12.28 [9.18, 16.24]	10.26 [7.62, 13.69]	12.21	11.46
Sin diagnóstico	87.72 [83.76, 90.82]	89.74 [89.70, 89.77]	87.79	89.54
Índice de masa corporal (Continua)^b	27.04±4.36; min= 17.19, max= 43.18	28.71±5.72; min= 14.96, max= 50.80	27.01	28.58
Circunferencia de la cintura (Continua)^b	94.18±11.87; min= 63.70, max= 134.00	92.30±13.73; min= 57.30, max= 148.20	94.08	92.09
			-11.46	-12.94
Edad (promedio)^b	43.74±14.71; min= 20, max= 88	42.19±14.07; min= 20, max= 90	43.53	41.15
			-15.79	-15.42
Antecedentes parentales de diabetes^a				
Sí	36.4 [31.50, 41.61]	42.53 [36.39, 48.92]	32.06	37.85
Otro caso	63.59 [58.39, 68.50]	57.46 [51.08, 63.61]	67.94	62.15
Pertenencia indígena^a				
Sí	3.61 [1.94, 6.63]	4.99 [3.13, 7.87]	6.36	7.29
No	96.36 [93.98, 98.06]	95.01 [92.13, 96.87]	93.64	92.71
Consumo de tabaco^a				
Actualmente fuma	45.87 [39.81, 51.92]	17.23 [12.97, 22.52]	42.75	12.33
Antes fumaba	34.51 [28.51, 41.05]	27.23 [22.41, 32.65]	35.88	24.83
Nunca ha fumado	19.62 [15.20, 24.96]	55.54 [49.40, 61.52]	21.37	62.85
Servicios de salud^a				
Sí	67.32 [61.45, 72.69]	71.49 [65.60, 76.54]	69.72	76.22
No	32.68 [27.31, 38.55]	28.5 [23.26, 34.40]	30.28	23.78
Escolaridad^a				
0-5 años	13.59 [10.27, 17.76]	20.19 [15.98, 25.18]	18.83	27.43
6-9 años	49.73 [43.79, 55.68]	52.97 [47.70, 58.19]	50.64	49.48
10+ años	36.67 [30.02, 43.88]	26.83 [22.00, 32.30]	30.53	23.09
n=	2,706,075	3,363,494	393	576

Notas: []: Intervalo de confianza al 95%. Los porcentajes pueden no sumar 100, dados los factores de expansión de la muestra y los redondeos de las cifras. ±: Desviación estándar; min: valor mínimo; max: valor máximo.

a Chi²

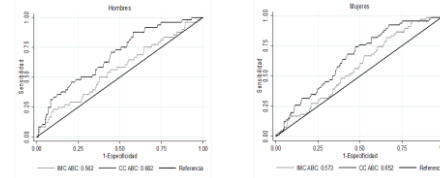
b: t student^b

* p<0.05

Fuente: Elaborada a partir de la base de datos de ENSANUT 2012 (INSP, 2013).

0.000). En el caso de las mujeres, los resultados fueron consistentes con los de los hombres (IMC= 0.573, CC= 0.652), siendo estadísticamente significativa la diferencia entre las ABC ($\chi^2 = 12.33$, $p = 0.000$). Estos resultados permiten concluir que la CC de la cintura sería un mejor predictor de la diabetes que el IMC tanto en hombres como en mujeres.

Gráfico 1. Área bajo la curva para el índice de masa corporal y la circunferencia de cintura como predictores de la diabetes en hombres y mujeres del Estado de México.



	n	ABC	IC95% ABC	Diferencias ABC	Punto de corte	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)
Hombres				Chi ² = 26.84, p= 0.000			
IMC	393	0.562	[0.472, 0.652]		27.201 kg/m ²	56	56
CC	393	0.682	[0.604, 0.759]		94.950 cm	71	55
Mujeres				Chi ² = 12.33, p= 0.000			
IMC	576	0.573	[0.505, 0.640]		27.573 kg/m ²	67	47
CC	576	0.652	[0.587, 0.716]		91.050 cm	74	53

Notas. IC 95%= Intervalo de confianza al 95%. ABC= área bajo la curva.

Fuente: Elaborada a partir de la base de datos de ENSANUT 2012 (INSP, 2013).

En la tabla 2 se resumen los resultados de los modelos de regresión logística para hombres. Se encontró que tener una $CC \geq 94.95$ cm, multiplica por 2.3 veces la propensión a tener diabetes (RM sin ajustar= 2.98; RM ajustado= 2.35). Sin embargo, en el caso del IMC no se halló significancia del punto de corte definido en las estimaciones de las curvas ROC. Además, se estimó que un incremento de un año en la edad representa un aumento de cerca del 5.0% en la propensión a presentar diabetes (RM ajustado= 1.05 para IMC), un resultado consistente para el IMC y la CC. Asimismo, es importante notar que, aun controlando por el efecto del IMC o de la CC y las de control, los hombres con antecedentes parentales de diabetes tenían momios entre 2.6 y 2.7 veces los momios de tener la enfermedad que las personas sin antecedentes (RM ajustado= 2.73 para IMC, y RM ajustado= 2.57 para CC).

El gráfico 1 ilustra las curvas ROC para el IMC y la CC por sexo. Se presentan las pruebas de diferencias entre las ABC, así como los valores de sensibilidad (%) y especificidad (%) de cada indicador. En el caso de los hombres, se estimó una mayor ABC para la CC (IMC= 0.562, CC= 0.682) y la diferencia en las ABC de los hombres fue significativa ($\chi^2 = 26.84$, $p =$

Tabla 2. Asociación de la diabetes en hombres del Estado de México según los puntos de corte optimizados para el índice de masa corporal y la circunferencia de la cintura (modelos sin ajustar y ajustados)

	Modelo IMC				Modelo CC			
	Sin ajustar		Ajustado		Sin ajustar		Ajustado	
	RM	IC 95%	RM	IC 95%	RM	IC 95%	RM	IC 95%
IMC (Ref. <27.201)								
≥27.201	1.61	[0.88, 2.97]	1.49	[0.78, 2.83]	---	---	---	---
CC (Ref. <94.950)								
≥94.950	---	---	---	---	2.98**	[1.54, 5.75]	2.35**	[1.18, 4.67]
Edad (continua)								
Antecedentes parentales de diabetes (Ref. Otro caso)								
Si			1.05***	[1.03, 1.08]			1.05***	[1.03, 1.08]
Pertenencia indígena (Ref. No)								
Si			2.73**	[1.40, 5.35]			2.57**	[1.31, 5.04]
Consumo de tabaco (Ref. Nunca ha fumado)								
Actualmente fuma			1.13	[0.48, 2.66]			1.14	[0.48, 2.71]
Antes fumaba			0.92	[0.39, 2.19]			0.93	[0.39, 2.22]
Servicios de salud (Ref. No)								
Si			0.57	[0.27, 1.17]			0.6	[0.29, 1.25]
Escolaridad (Ref. 10+ años)								
0-5 años			0.66	[0.23, 1.92]			0.69	[0.24, 1.98]
6-9 años			1.19	[0.56, 2.52]			1.22	[0.57, 2.59]
Constante	0.109		0.01		0.001		0.001	
N	393		393		393		393	
LR chi2= (8)	2.4		31.12		11.58		35.96	
p > chi2	0.122		0		0.029		0	
AIC	293.34		280.61		284.16		275.78	

Notas: LI = Límite inferior, LS = Límite superior, RM = Razón de momios. *** p<0.001; ** p<0.01; * p<0.05; † p<0.1
Fuente: Elaborada a partir de la base de datos de ENSANUT 2012 (INSP, 2013).

En la tabla 3 se presentan los resultados de los modelos de regresión logística para mujeres. Entonces, se halló significancia para el punto de corte del IMC ≥ 27.573 kg/m² el cual indica que las mujeres con este IMC tienen una probabilidad 81.0% mayor de tener diabetes que aquellas con un IMC menor, sin embargo, solo el modelo sin ajustar fue significativo (RM ajustado= 1.81). En el caso de la CC los resultados fueron consistentes dado que para las mujeres tener una CC ≥ 91.050 cm, multiplicaba por 2.6 veces la propensión a tener diabetes que la de aquellas mujeres con una CC < 91.050 cm (RM sin ajustar= 3.22; RM ajustado= 2.60). Además, se calculó que un incremento de un año en la edad representa un aumento de cerca del 6.0% en la propensión a presentar diabetes (RM ajustado= 1.06). En cuanto a los antecedentes parentales de diabetes, las personas con esta condición tenían momios cercanos a 3.2 veces los momios de tener la enfermedad que las mujeres sin historial paterno de diabetes (RM ajustado= 3.22 para IMC y RM ajustado= 3.22 para CC). Además, y si bien los resultados son marginalmente significativos, es notorio que, los momios para la diabetes de las mujeres con afiliación a servicios de salud fueron 2.1 veces los momios de aquellas sin afiliación (RM ajustado= 2.15 para IMC y RM ajustado= 2.15 para CC).

Tabla 3. Asociación de la diabetes en mujeres del Estado de México según los puntos de corte optimizados para el índice de masa corporal y la circunferencia de la cintura (modelos sin ajustar y ajustados).

	Modelo IMC				Modelo CC			
	Sin ajustar		Ajustado		Sin ajustar		Ajustado	
	RM	IC 95%	RM	IC 95%	RM	IC 95%	RM	IC 95%
IMC (Ref. <27.573)								
≥27.573	1.81***	[1.05, 3.10]	1.43	[0.78, 2.58]	---	---	---	---
CC (Ref. <91.050)								
≥91.050	---	---	---	---	3.22***	[1.80, 5.73]	2.60**	[1.39, 4.87]
Edad (continua)								
Antecedentes parentales de diabetes (Ref. Otro caso)								
Si			1.06***	[1.03, 1.08]			1.06***	[1.03, 1.08]
Pertenencia indígena (Ref. No)								
Si			3.22***	[1.77, 5.87]			3.22***	[1.75, 5.92]
Consumo de tabaco (Ref. Nunca ha fumado)								
Actualmente fuma			0.64	[0.23, 1.79]			0.62	[0.22, 1.76]
Antes fumaba			0.40*	[0.18, 0.87]			0.37*	[0.17, 0.81]
Servicios de salud (Ref. No)								
Si			2.15†	[0.96, 4.83]			2.15†	[0.95, 4.83]
Escolaridad (Ref. 10+ años)								
0-5 años			2.26	[0.85, 6.01]			2.22	[0.82, 5.99]
6-9 años			1.79	[0.73, 4.40]			1.91	[0.76, 4.76]
Constante	0.091		0.001		0.063		0.001	
N	576		576		576		576	
LR chi2= (8)	4.9		72.48		17.7		80.77	
p > chi2	0.029		0		0		0	
AIC	409.306		357.63		396.4		349.33	

Notas: LI = Límite inferior, LS = Límite superior, RM = Razón de momios. *** p<0.001; ** p<0.01; * p<0.05; † p<0.1
Fuente: Elaborada a partir de la base de datos de ENSANUT 2012 (INSP, 2013).

Discusión

En este estudio se encontró que, en población adulta del Estado de México, la CC es un mejor predictor de la diabetes que el IMC. Este efecto se mantuvo constante aun después de ajustarlo por las variables propuestas: edad, antecedentes parentales de diabetes, pertenencia indígena, consumo de tabaco, escolaridad y afiliación a servicios de salud. En el caso del IMC solo el modelo sin ajustar para las mujeres fue significativo, es decir, aquellas con un IMC ≥ 27.573 kg/m² tenía una mayor probabilidad de presentar diabetes DM. En caso contrario, los resultados del indicador CC exponen que, los hombres con una CC ≥ 94.950 cm y las mujeres con una CC ≥ 91.050 cm tienen mayores probabilidades de presentar diabetes. Respecto de estos resultados, la discusión se amplía ya que en ambos casos estos puntos de corte son diferentes a los propuestos por la OMS (2000). En el caso de las mujeres se considera que una CC ≥ 88 cm incrementa el riesgo de tener diabetes y este punto es menor en aproximadamente 3 cm que el obtenido aquí (91.050 cm). Por el contrario, en el caso de los hombres, el punto de corte sugerido por la OMS es mayor en 7 centímetros (≥102 cm) que el punto aquí estimado en 94.950 cm. Incluso este punto de corte es mayor que el considerado por la Secretaría de Salud de México (≥90 cm) (Secretaría de Salud, 2005).

Los resultados anteriores son complejos y podrían entenderse como reflejo de la heterogeneidad presente en las poblaciones, pues existen discusiones en torno la variación de los puntos de corte óptimos

que se asociarían con diferencias biológicas o por factores como el método empleado para su identificación (Rojas-Martínez et al., 2012). Además, sobre la discusión de la capacidad predictiva del indicador CC en la diabetes se han encontrado diferencias relacionadas con aspectos como el uso de datos longitudinales o transversales (Qiao y Nyamdorj, 2010) o incluso por las diferencias en la composición corporal propias de la edad (Chen et al., 2009; Rojas-Martínez, Aguilar-Salinas y Jiménez-Corona, 2012). Incluso, estas diferencias se encuentran respaldadas por las diversas recomendaciones de distintos organismos que se relacionan en parte con las composiciones raciales de las poblaciones (Min y Stephens, 2015), pues, por ejemplo, los puntos de corte de la OMS fueron desarrollados en poblaciones con una fuerte componente caucásica. Elementos como los anteriores confirman entonces, la necesidad de explorar las diferencias en los puntos de corte de la CC para la detección de diabetes entre diferentes poblaciones como las planteadas aquí para el Estado de México.

Otro resultado destacable de esta investigación es el que relaciona los antecedentes parentales de diabetes con las probabilidades de tener esta enfermedad, incluso ajustando por la CC o el IMC y las demás variables de control. Específicamente, aquellos adultos del Estado de México que informaron tener algún antecedente parental de diabetes, la propensión a presentar esta enfermedad se multiplicó por entre 2.5 y 3.2 veces tanto para el IMC como para la CC. De manera similar, Pinto y Beltrán-Sánchez (2015) encontraron que, ante la presencia de antecedentes parentales, se multiplicaba por dos la probabilidad de presentar diabetes.

Por otro lado, aunque no se encontró que fueran estadísticamente relevantes los efectos de la afiliación a algún servicio de salud, los datos indicaron que la condición de contar con afiliación multiplica por 2.1 veces la propensión a presentar diabetes entre las mujeres, un resultado consistente con los de otras investigaciones en las que se estimó que la afiliación a servicios de salud aumenta la probabilidad de tener reporte positivo de diabetes. No obstante, se ha hipotetizado que este resultado puede estar influido por el hecho de que las mujeres suelen utilizar en mayor medida los servicios diagnósticos y de atención a la salud (Salinas, 2015).

Este trabajo presenta como fortalezas el utilizar una muestra representativa a nivel estatal para analizar la asociación de la diabetes y la obesidad. Seguido de lo anterior, en esta investigación se empleó antropometría en la evaluación de la CC y el IMC lo cual disminuye la probabilidad de subestimar tales indicadores (Ng, 2019). Adicionalmente, esta investigación analizó datos analizados, de una muestra representativa a nivel estatal que corresponden a la ENSANUT 2012, y aunque datan de hace ya ocho años, ésta es la única encuesta disponible con representatividad de la población mexicana, específicamente en el ámbito de los indicadores antropométricos para el IMC y la CC, pues la ENSANUT 2018 no es representativa en este rubro a nivel entidad federativa (INSP, 2019b).

En tanto limitaciones de esta investigación, pueden señalarse: 1. Aunque el autoreporte de diabetes ha mostrado ser consistente, este podría relacionarse con determinados sesgos en la declaración; 2. Si bien existe evidencia de que factores como el tiempo de evolución de la obesidad y la edad en la que se incrementó el peso corporal inciden en el riesgo de desarrollar diabetes (González-Villalpando et al., 2004), estas asociaciones quedaron fuera del alcance de esta investigación; 3. La pertenencia indígena podría estar limitada dado el criterio definitorio usado; 4. Al igual que cualquier investigación no se descarta la presencia de heterogeneidad no observada que pudo influir en resultados como la no significancia del IMC al ajustar las regresiones. Sin embargo, la ausencia de variables como, por ejemplo, la actividad física (AF) se debió a que en la ENSANUT 2012, el instrumento de evaluación de la AF se aplicó a una submuestra (19-69 años) (Gutiérrez et al., 2012), lo que disminuía ampliamente los tamaños muestrales aquí analizados.

Conclusiones

a pesar de encontrar diferencias con los puntos de corte establecidos por la OMS (2000), esta investigación expone que en la población adulta del Estado de México el indicador de la CC es un buen predictor de la probabilidad de presentar diabetes, incluso más consistente que el IMC. Estos resultados son fundamentales en un contexto en el que las pruebas diagnósticas de diabetes entre la población adulta (20-79 años de edad) del Estado de México fue del 23.0%, y solo el 10.6% declaró haber recibido

tratamiento para la enfermedad (INSP, 2013). Además, los resultados aquí obtenidos permiten sugerir la utilización de la CC como un indicador cuya facilidad de obtención permitiría identificar de manera rápida a las personas en riesgo de tener diabetes.

Bibliografía

- Albrecht, S. S., Barquera, S. y Popkin, B. M. (2014). Exploring secular changes in the association between BMI and waist circumference in Mexican-origin and white women: A comparison of Mexico and the United States. *American Journal of Human Biology*, 26, 627-634. DOI: 10.1002/ajhb.22573
- Al-Goblan, A. S., Al-Alfi, M. A. y Khan, M. Z. (2014). Mechanism linking diabetes mellitus and obesity. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 7, 587-591. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4259868/>
- American Diabetes Association. (2020a). Introduction: Standards of medical care in diabetes-2020. *Diabetes Care*, 43(S1), S1-S2. <https://doi.org/10.2337/dc20-SINT>
- American Diabetes Association. (2020b). Classification and diagnosis of diabetes: Standards of medical care in diabetes-2020. *Diabetes Care*, 43(S1), S14-S31. <https://doi.org/10.2337/dc20-S002>
- Aucott, L. S. (2008). Influences of weight lost on long-term diabetes outcomes. *Proceedings of the Nutrition Society*, 67, 54-59. <https://doi.org/10.1017/S0029665108006022>
- Barquera, S., Campos-Nonato, I., Hernández-Barrera, L., Pedroza-Tobías, A. y Rivera-Dommarco, J. A. (2013). Prevalencia de obesidad en adultos mexicanos, ENSANUT 2012. *Salud Pública de México*, 55(sup. 2), S151-S160.
- Beltrán-Sánchez, H., Drumond-Andrade, F. C. y Riosmena, F. (2015). Contribution of socioeconomic factors and health care access to the awareness and treatment of diabetes and hypertension among older Mexican adults. *Salud Pública de México*, 57(1), 317-322. <http://dx.doi.org/10.21149/spm.v57s1.7584>
- Bush, T., Lovejoy, J. C., Deprey, M. y Carpenter, K. M. (2016). The effect of tobacco cessation on weight gain, obesity, and diabetes risk. *Obesity*, 24, 1834-1841. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5004778/>
- Cederberg, H., Stancakova, A., Kuusisto, J., Laakso, M. y Smith, U. (2015). Family history of type 2 diabetes increases the risk of both obesity and its complications: Is type 2 diabetes a disease of inappropriate lipid storage? *Journal of Internal Medicine*, 277(5), 540-551. <https://doi.org/10.1111/joim.12289>
- Cerhan, J. R., Moore, S. C., Jacobs, E. J., Kitahara, C. M., Rosenberg, P.S., Adami, H-O., Ebbert, J. O... Berrington de Gonzalez, A. (2014). A pooled analysis of waist circumference and mortality in 650,000 adults. *Mayo Clinic Proceedings*, 89(3), 335-345. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2013.11.011>
- Chen, C-C., Wang, W-S., Chang, H-Y., Liu, J-S. y Chen, Y-J. (2009). Heterogeneity of body mass index, waist circumference, and waist-to-hip ratio in predicting obesity-related metabolic disorders for Taiwanese aged 35. *Clinical Nutrition*, 28, 543-548. [https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261-5614\(09\)00091-0](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261-5614(09)00091-0)
- Chooi, Y. C., Ding, C. y Magkos, F. (2019). The epidemiology of obesity. *Metabolism*, 92, 6-10. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30253139-the-epidemiology-of-obesity/>
- Cleves, M. (2002). From the help desk: Comparing areas under receiver operating characteristic curves from two or more probit or logit models. *The Stata Journal*, 2(3), 301-313. <https://www.stata-journal.com/sjpdf.html?articlenum=st0023>
- Cohen, A. K., Rai, M., Rehkopf, D. H. y Abrams, B. (2013). Educational attainment and obesity; a systematic review. *Obesity Reviews*, 14(12), 989-1005.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3902051/>

- Consejo Nacional de Población. (2018). *Proyecciones de población de México y de entidades federativas 2016-2050*. Disponible en: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Encuesta Intercensal. Tabulados*. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/#>
- den Braver, N. R., Lakerveld, J., Rutters, F., Schoonmade, L. J., Brug, J. y Beulesn, J. W. (2018). Built environmental characteristics and diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes: Prevention, management and treatment*, 16(1), 12-37. <https://doi.org/10.1186/s12916-017-0997>.
- Estampador, A. C. y Franks, P. W. (2018). Precision medicine in obesity and type 2 diabetes: the relevance of early-life exposures. *Clinical Chemistry*, 64, 1-12. DOI: 10.1373/clinchem.2017.273540
- Feller, S., Boeing, H. y Pischon, T. (2010). Body mass index, waist circumference, and the risk of Type 2 diabetes mellitus. Implications for Routine Clinical Practice. *Deutsches Arzbeblatt International*, 107(26), 470-476. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2905837/>
- Gatineau, M., Hancock, C., Holman, N., Outhwaite, H., Oldridge, L., Christie, A. y Ells, L. (2014). *Adult obesity and type 2 diabetes*. Public Health England. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=2ahUKEwjs64_cikDnAhVQRa0KHVi7Ck0QFjACegQIDBAE&url=https%3A%2F%2Fassets.publishing.service.gov.uk%2Fgovernment%2Fuploads%2Fsysteem%2Fuploads%2Fattachment_data%2Ffile%2F338934%2FAdult_obesity_and_type_2_diabetes_.pdf&usg=AOvVaw06-YRVDAqismY2epX-qM_8
- Gómez-Ambrosi, J., Silva, C., Galofré, J., Escalada, J., Santos, S., Gil, M., Valenti, V... Frühbeck, G. (2011). Body adiposity and type 2 diabetes: Increased risk with a high body fat percentage even having a normal BMI. *Obesity*, 19(7), 1439-1444.
- González-Villalpando, C., Dávila-Cervantes, C. A., Zamora-Macorra, M., Trejo-Valdivia, B. y González-Villalpando, M. E. (2014). Risk factors associated to diabetes in Mexican population and phenotype of the individuals who will convert to diabetes. *Salud Pública de México*, 56(4), 317-322. <http://dx.doi.org/10.21149/spm.v56i4.7351>
- Gutiérrez, J. P., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Villalpando-Hernández, S., Franco, A., Cuevas-Nasu, L., Romero-Martínez, M. y Hernández-Ávila, M. (2012). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012: Resultados nacionales*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. Disponible en <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2012/informes.php>
- Haffner, S. (1998). Epidemiology of type 2 diabetes: Risk factors. *Diabetes Care*, 21(3), 3-6. <http://dx.doi.org/10.2337/diacare.21.3.c3>
- Hernández-Ávila, M., Gutiérrez, J. y Reynoso-Noverón, N. (2013). Diabetes mellitus en México: El estado de la epidemia. *Salud Pública de México*, 55(2), 129-136. <http://dx.doi.org/10.21149/spm.v55s2.5108>
- Hilding, A., Eriksson, A-K., Agardh, E. E., Grill, V., Ahlbom, A., Efendic, S. y Östenson, C-G. (2006). The impact of family history of diabetes and lifestyle factors on abnormal glucose regulation in middle-aged Swedish men and women. *Diabetologia*, 49(11), 2589-2598. <https://doi.org/10.1007/s00125-006-0402-5>
- Huebschmann, A. G., Huxley, R. R., Kohrt, W. M., Zeitler, P., Regensteiner, J. G. y Reusch, J. E. B. (2019). Sex differences in the burden of type 2 diabetes and cardiovascular risk across the life course. *Diabetologia*, 62(10), 1761-1772. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00125-019-4939-5>
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2013). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012: Resultados por entidad federativa, Estado de*

- México. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. Disponible en <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2012/informes.php>
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2016). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016: Informe final de resultados*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf>
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2019a). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018. Presentación de resultados*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. Disponible en <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/informes.php>
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2019b). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018. Diseño Muestral*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. Disponible en <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/informes.php>
- Janssen, I., Katzmarzyk, P. T. y Ross, R. (2004). Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(3), 379-384.
- Jarolimova, J., Tagoni, J. y Stern, T. (2013). Obesity: Its epidemiology, comorbidities, and management. *Primary Care Companion for CNS Disorders*, 15(5), 1475. <http://dx.doi.org/10.4088/PCC.12f01475>
- Kahn, S. E., Hull, R. L. y Utzschneider, K. M. (2006). Mechanisms linking obesity to insulin resistance and type 2 diabetes. *Nature*, 444(7121), 840-846. DOI: [10.1038/nature05482](https://doi.org/10.1038/nature05482)
- Kanter, R. y Caballero, B. (2012). Global gender disparities in obesity: a review. *Advances in Nutrition*, 3(4), 491-498. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3649717/>
- Katzmarzyk, P. T., Bray, G. A., Greenway, F. L., Johnsson, W. D., Newton, R. L., Ravussin, E... Bouchard, C. (2011). Ethnic-specific BMI and waist circumference thresholds. *Obesity*, 19(6), 1272-1278.
- Kim, Y-H., Kim, S. M., Han, K-D., Jung., J-H., Lee, S-S., Oh, S. W., Park, H. S... Yoo, S. J. (2019). Waist Circumference and All-Cause Mortality Independent of Body Mass Index in Korean Population from the National Health Insurance Health Checkup 2009–2015. *Journal of Clinical Medicine*, 8, 72-82. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6352259/>
- Kirkman, M. S., Briscoe, V. J., Clark, N., Florez, H., Haas, L. B., Halter, J. B... Swift, C. (2012). Diabetes in older adults. *Diabetes Care*, 35(12), 2650-2665. <https://doi.org/10.2337/dc12-1801>
- Kutbi, H. A., Mosli, H. H., Alhasan, A. H. y Mosli, R. H. (2018). Diabetes knowledge and its association with the weight status among residents of Jeddah City, Saudi Arabia. *Nutrition & Diabetes*, 8, 48-56. <https://doi.org/10.1038/s41387-018-0055-8>
- Liu, Y., Tong, G., Tong, W., Lu, L. y Qin, X. (2011). Can body mass index, waist circumference, waist-hip ratio and waist-height ratio predict the presence of multiple metabolic risk factors in Chinese subjects? *BMC Public Health*, 11, 35-45. <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/11/35>
- Liu, X. (2012). Classification accuracy and cut point selection. *Statistics in Medicine*, 31(23), 2676-2686.
- Min, T. y Stephens, J. W. (2015). Targeting abdominal obesity in diabetes. *Diabetes Management*, 5(4), 301-309. Doi: 10.2217/DMT.15.14
- Ng, C. (2019). Biases in self-reported height and weight measurements and their effects on modeling health outcomes. *SSM – Population Health*, 7, 1-11. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235282731830346X>

- Olaiz-Fernández, G., Rojas, R., Aguilar-Salinas, C. A., Rauda, J. y Villalpando, S. (2007). Diabetes mellitus en adultos mexicanos: Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2000. *Salud Pública de México*, 49(3), 331-337.
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2000). *Obesity: Preventing and managing the global epidemic of obesity. Report of a WHO Consultation (WHO Technical Report Series 894)*. Disponible en: https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2018). *Diabetes*. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
- Pinto, G. y Beltrán-Sánchez, H. (2015). Prospective study of the link between overweight/obesity and diabetes incidence among Mexican older adults: 2001-2012. *Salud Pública de México*, 57(1), 15-21. <http://dx.doi.org/10.21149/spm.v57s1.7585>
- Qiao, Q. y Nyamdorj, R. (2010). Is the Association of type II diabetes with waist circumference or waist-to-hip ratio stronger than that with body mass index? *European Journal of Clinical Nutrition*, 64, 30-34. doi:10.1038/ejcn.2009.93
- Rojas-Martínez, R., Aguilar-Salinas, C. A. y Jiménez-Corona, A. (2012). Optimal cut-off points for the detection of undiagnosed type 2 diabetes, hypertension and metabolic syndrome in Mexican adults. *Salud Pública de México*, 54(1), 13-19.
- Rojas-Martínez, R., Aguilar-Salinas, C., Zárate-Rojas, E., Villalpando, S. y Barrientos-Gutiérrez, T. (2018). Prevalencia de diabetes por diagnóstico médico previo en México. *Salud Pública de México*, 60(3), 224-232. <https://doi.org/10.21149/8566>
- Romero-Martínez, M., Shamah-Levy, T., Franco-Núñez, A., Villalpando, S., Cuevas-Nasú, L., Gutiérrez, S. y Rivera-Dommarco, J. (2013). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012: Diseño y cobertura. *Salud Pública de México*, 55(2), 332-340.
- Romero-Martínez, M., Shamah-Levy, T., Cuevas-Nasú, L., Méndez Gómez-Humarán, I., Gaona-Pineda, B., Gómez-Acosta, L. (2017). Diseño metodológico de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. *Salud Pública de México*, 59, 299-305. <http://doi.org/10.21149/8593>
- Rull, J. A., Aguilar-Salinas, C. A., Rojas, R., Ríos-Torres, J. M., Gómez-Pérez, F. J. y Olaiz, G. (2005). Epidemiology of type 2 diabetes in Mexico. *Archives of Medical Research*, 36(1), 188-196. <http://doi.org/10.1016/j.arcmed.2005.01.006>
- Salinas, J. J. (2015). Preventive health screening utilization in older Mexicans before and after healthcare reform. *Salud Pública de México*, 57(1), S70-S78. <http://dx.doi.org/10.21149/spm.v57s1.7592>
- Secretaría de Salud. (2005). *Menor circunferencia abdominal, mejor salud. Reporte 740*. México: Secretaría de Salud. Disponible en: http://www.salud.gob.mx/ssa_app/noticias/datos/2005-12-31_1914.html
- Secretaría de Salud. (2020). *Anuarios de morbilidad. 20 principales causas de enfermedad estatal por grupo de edad*. Disponible en http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales_estatal_grupo.html
- Shang, X., Li, J., Tao, Q., Li, J., Li, X., Zhang, L., Liu, X... Yang, Y. (2013). Educational level, obesity and incidence of diabetes among Chinese adult men and women aged 18-59 years old: an 11-year follow-up study. *PLoS ONE*, 8(6), e66479. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066479>
- Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica / Dirección General de Epidemiología/Secretaría de Salud [SINAVE/DGE/SALUD]. (2020). *Defunciones por año de registro*. Disponible en: <http://sinaiscap.salud.gob.mx:8080/DGIS/>
- Sosenko, J. M., Kato, M., Soto, R. y Goldberg, R. B. (1993). A comparison of adiposity measures for screening non-insulin dependent diabetes mellitus. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 17(8), 441-444.

StataCorp. (2016). *Stata statistical software: Release 14*. College Station, Texas: StataCorp LLC.

Steele, C. J., Schöttker, B., Marshall, A. H., Kouvonen, A., O'Doherty, M. G., Mons, U., Saum, K-U... Kee, F. (2017). Education achievement and type 2 diabetes—what mediates the relationship in older adults? Data from the ESTHER study: a population-based cohort Study. *BMJ Open*, 7, e013569. doi:10.1136/bmjopen-2016-013569

Vázquez, G., Duval, S., Jacobs, D. R. y Silventoinen, K. (2007). Comparison of body mass index, waist circumference, and waist/hip ratio in predicting incident diabetes: a meta-analysis. *Epidemiologic Reviews*, 29, 115-128.

Ye, J. (2013). Mechanisms of insulin resistance in obesity. *Frontiers of Medicine*, 7(1), 14-24. doi: [10.1007/s11684-013-0262-6](https://doi.org/10.1007/s11684-013-0262-6)

Yuan, X., Liu, T., Wu, L., Zou, Z. Y. y Li, C. (2015). Validity of self-reported diabetes among middle-aged and older Chinese adults: The China Health and Retirement Longitudinal Study. *BMJ Open*, 5, e006633. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006633>

Yusuf, S., Hawken, S., Ounpuu, S., Bautista, L., Franzosi, M. G., Commerford, P., Lang, C. C... Anand, S. S. (2005). Obesity and the risk of myocardial infarction in 27000 participants from 52 countries: a case-control study. *Lancet*, 366, 1640-1649.