

# Diseño y validación de un score para detectar adultos con prediabetes y diabetes no diagnosticada

Rosalba Rojas-Martínez, D en Epidemiol,<sup>(1)</sup> Consuelo Escamilla-Núñez, M en C Bioest,<sup>(1)</sup>  
 Donaji V Gómez-Velasco, MSP Epidemiol,<sup>(2)</sup> Emiliano Zárate-Rojas, Mr,<sup>(2)</sup> Carlos A Aguilar-Salinas, D en C Med,<sup>(2)</sup>  
 Grupo colaborador de la cohorte para estimar la incidencia del síndrome metabólico.\*

**Rojas-Martínez R, Escamilla-Núñez C, Gómez-Velasco DV, Zárate-Rojas E, Aguilar-Salinas CA, Grupo colaborador de la cohorte para estimar la incidencia del síndrome metabólico.**  
**Diseño y validación de un score para detectar adultos con prediabetes y diabetes no diagnosticada.**  
*Salud Pública Mex.* 2018;60:500-509.  
<https://doi.org/10.21149/9057>

## Resumen

**Objetivo.** Diseñar y validar un score de riesgo de fácil aplicación para detectar prediabetes y diabetes no diagnosticada en población mexicana. **Material y métodos.** Empleando la información del estudio de cohorte de 10 234 adultos del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), se identificaron factores de riesgo incluidos en modelos de regresión logística múltiple estratificados por sexo. Los coeficientes beta fueron multiplicados por 10 para obtener el peso de cada variable en el score. Una submuestra de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut) 2012 se usó para validar el score. **Resultados.** El score propuesto clasificó correctamente 55.4% a las mujeres con diabetes no diagnosticada y 57.2% a las mujeres con prediabetes o diabetes. Por su parte, clasificó correctamente

**Rojas-Martínez R, Escamilla-Núñez C, Gómez-Velasco DV, Zárate-Rojas E, Aguilar-Salinas CA, Grupo colaborador de la cohorte para estimar la incidencia del síndrome metabólico.**  
**Development and validation of a screening score for prediabetes and undiagnosed diabetes.**  
*Salud Pública Mex.* 2018;60:500-509.  
<https://doi.org/10.21149/9057>

## Abstract

**Objective.** To develop and validate an easy-to-use risk score to detect prediabetes and undiagnosed diabetes in Mexican population. **Materials and methods.** Using information from the *Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán*'s cohort study of 10 234 adults, risk factors were identified and included in multiple logistic regression models stratified by sex. The beta coefficients of the final model were multiplied by 10, thus obtaining the weights of each variable in the score. **Results.** The proposed score correctly classifies 55.4% of women with undiagnosed diabetes and 57.2% of women with prediabetes or diabetes. While for men it correctly classifies them at 68.6% and 69.9%, respectively. **Conclusions.** We present the design and validation of a risk score stratified by sex, to determine

\* El Grupo colaborador de la cohorte para estimar la incidencia del síndrome metabólico está conformado por Olimpia Arellano, Ivette Cruz-Bautista, Marco A. Melgarejo-Hernández, Liliana Muñoz-Hernández y Luz E. Guillén (Departamento de Endocrinología y Metabolismo del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán); Jesus Garduño y Ulises Alvirde (Facultad de Medicina, Universidad Autónoma del Estado de México); Yukiko Ono y Ricardo Choza (Centro Médico Ono); Leobardo Sauque (Unidad Metabólica y Cardiovascular); María Eugenia Garay (Instituto de Investigaciones Médicas, Universidad de Guanajuato); Juan M. Malacara-Hernández (Unidad de Biología Molecular y Medicina Genómica, Instituto de Investigaciones Biomédicas; Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán), y Luis Miguel Gutiérrez-Robledo (Instituto Nacional de Geriatría).

(1) Centro de Investigaciones en Salud Poblacional, Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, Morelos, México.

(2) Unidad de Investigación de Enfermedades Metabólicas, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Ciudad de México, México.

**Fecha de recibido:** 27 de agosto de 2017 • **Fecha de aceptado:** 25 de enero de 2018

Autor de correspondencia: Carlos Alberto Aguilar-Salinas. Unidad de Investigación de Enfermedades Metabólicas del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Vasco de Quiroga 15. 14000 Ciudad de México, México.

Correo electrónico: caguilarsalinas@yahoo.com

a los hombres en 68.6 y 69.9%, respectivamente. **Conclusiones.** Presentamos el diseño y validación de un score de riesgo estratificado por sexo para determinar si un adulto podría tener prediabetes o diabetes, en cuyo caso deberán realizarse estudios de laboratorio para confirmar o descartar el diagnóstico.

**Palabras clave:** diabetes tipo 2; score de riesgo; detección temprana; México

if an adult could have prediabetes or diabetes, in which case laboratory studies should be performed to confirm or not the diagnosis.

**Keywords:** type 2 diabetes mellitus; risk score; early detection; Mexico

La diabetes mellitus ha ocupado, desde el año 2000, el primer lugar como causa de muerte general en nuestro país.<sup>1</sup> El porcentaje de las muertes ocasionadas por esta enfermedad aumentó de 10.7% en 2000 a 14% en 2008. La prevalencia de diabetes ha incrementado en los últimos años: 7.5% en 1993,<sup>2</sup> 8.7% en 2000<sup>3</sup> y 14.4% en 2006;<sup>4</sup> además, se ha vuelto más común en edades más tempranas.<sup>5</sup>

En la estrategia nacional para la prevención y el control del sobrepeso, la obesidad y la diabetes, se menciona que mediante un esquema proactivo de prevención con impacto a nivel nacional, el personal de las unidades de salud del primer nivel de atención incrementará el número de tamices a la población para detectar a las personas con prediabetes, con el propósito de comenzar una intervención efectiva que evite o retrase la aparición de la obesidad y la diabetes tipo 2, así como las complicaciones asociadas con esta enfermedad.<sup>6</sup>

De acuerdo con resultados de las encuestas nacionales de salud de 2000, 2006 y 2012, la detección de diabetes tipo 2 se incrementó en el año previo.<sup>7</sup> Sin embargo, 17% de los entrevistados que acudieron en el año previo al levantamiento de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut) 2006, lo hicieron porque presentaban síntomas. El 70% de aquéllos sin diagnóstico médico previo de diabetes con niveles superiores a 126 mg/dl de glucemia en ayunas, en la Ensanut 2006,<sup>8</sup> y 63%, en la Ensanut 2012, no acudió a realizarse una prueba de detección de diabetes en el último año.

Los casos con diabetes no diagnosticada identificados por la Ensanut 2006 tenían diversas comorbilidades que requerían atención médica, por ejemplo: obesidad (38%), obesidad abdominal (63.5%), diagnóstico médico previo de hipertensión arterial (27%), hipercolesterolemia (30%), hipertrigliceridemia (28%) y niveles bajos de HDL (50%). Estos datos muestran que el escrutinio de la diabetes no es llevado a cabo pese a la existencia de condiciones asociadas con la enfermedad; el diagnóstico no se realiza hasta la ocurrencia de síntomas.

La aparición de la hiperglucemía es un proceso asintomático que puede durar varios años.<sup>9</sup> La consecuencia de no llevar a cabo el escrutinio es que la prevalencia de las complicaciones crónicas resulta mayor a la esperada para casos recién diagnosticados.<sup>10,11</sup>

Un score de riesgo adecuado es aquel que proporciona una estimación individual de riesgo con base en predicciones cercanas a lo observado, que distingue entre población de alto y bajo riesgo, y que puede ser aplicado a otra población.<sup>12</sup> Las escalas de riesgo se basan en los principales factores de riesgo asociadas con la enfermedad en estudio. La edad, la historia familiar de diabetes, el índice de masa corporal y los niveles de glucosa, lípidos y tensión arterial son aspectos vinculados con la diabetes tipo 2.

A partir de estudios transversales y de cohorte, se han diseñado escalas de riesgo para predecir la diabetes incidente,<sup>13-22</sup> principalmente en poblaciones de Estados Unidos y Europa.<sup>13-17</sup> Otras escalas, cuya información es obtenida sólo con cuestionarios autoaplicados, se han empleado para identificar o detectar a personas con prediabetes y diabetes no diagnosticada.<sup>23-28</sup> Dado que los puntajes de riesgo han sido desarrollados en diferentes poblaciones, las diferencias observadas pueden ser atribuidas al contexto en cada una de ellas.

La escala de riesgo que se ha empleado en los servicios de salud en México durante los últimos años, denominada *cuestionario de factores de riesgo*,<sup>29</sup> fue construida con base en el cuestionario de riesgo de diabetes de la Asociación Americana de Diabetes (ADA)<sup>23</sup> y no ha sido validada en población mexicana.

Presentamos la metodología y resultados del desarrollo y validación de un score de riesgo estratificado por sexo para población mexicana. Éste puede obtenerse a partir de preguntas que personal de los servicios de salud puede hacer a los adultos o que éstos mismos pueden autoaplicarse para determinar si podrían tener prediabetes o diabetes, en cuyo caso deberán realizarse estudios de laboratorio para confirmar o descartar el diagnóstico.

## Material y métodos

Éste es un análisis secundario del estudio de cohorte titulado “Creación de una cohorte representativa de la población del centro de México, que permita estimar la incidencia de las comorbilidades y las complicaciones del síndrome metabólico”, realizado por personal del departamento de Endocrinología y Metabolismo del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ). El objetivo principal de dicho estudio fue medir la incidencia de diabetes tipo 2 en un periodo de seguimiento de tres años. La población que compone esta cohorte es población abierta y está compuesta por trabajadores del gobierno federal o empleados de compañías. El reclutamiento inició en septiembre de 2006 y finalizó en julio de 2009. A todos los participantes se les aplicó un cuestionario estandarizado que incluyó variables demográficas, historia personal y familiar de enfermedades crónicas degenerativas, actividad física y alimentación. Se obtuvieron medidas antropométricas y de tensión arterial. Se les aplicó la versión corta del cuestionario *International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)*,<sup>30</sup> el recordatorio de consumo de alimentos de las últimas 24 horas y un cuestionario de frecuencia de alimentos de siete días. Asimismo, se analizaron los resultados de muestras séricas como perfil de lípidos, glucosa, insulina, apolipoproteína B y proteína C reactiva (PCR).

El protocolo original fue aprobado por el Comité Institucional de Investigación Biomédica en Humanos del INCMNSZ y cada participante firmó una carta de consentimiento informado. El protocolo de este análisis secundario de datos fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Instituto Nacional de Salud Pública. La base de datos se analizó sin identificadores personales de los participantes; únicamente se les asignó folio para conservar su anonimato.

### Población de estudio

A partir de la cohorte previamente descrita, se obtuvo información basal de 10 234 hombres y mujeres residentes del centro del país (Aguascalientes, Distrito Federal, Guanajuato, Morelos, Estado de México), con una edad de 18 años o más.

La población empleada para la validación externa estuvo compuesta por 9 732 adultos participantes de la Ensanut 2012, a quienes se les realizaron estudios de laboratorio en sangre. Éstos representan a 64.3 millones de adultos al emplear los ponderadores correspondientes.

## Definición de variables

Dada la importancia de la diabetes y la relación que tiene con otras enfermedades consideradas como un problema de salud (obesidad, hipertensión o síndrome metabólico), en el presente trabajo las variables de interés fueron prediabetes y diabetes no diagnosticada:

- *Diabetes no diagnosticada:* glucosa en ayuno mayor o igual a 126 mg/dl
- *Prediabetes:* de acuerdo con la OMS,<sup>31</sup> glucosa en ayuno de 110 a 125 mg/dl

Otras variables que fueron consideradas en el análisis fueron:

- *Inactividad física:* a partir de la aplicación de la versión corta del IPAQ, se determinó como inactivo a quien obtuvo un resultado de “insuficientemente activo”; es decir, realizó menos de 150 minutos de actividad física moderada o severa, incluyendo caminata, a la semana.
- *Obesidad abdominal:* de acuerdo con la ATPIII-AHA, una circunferencia de cintura mayor o igual a 102 cm en hombres y mayor o igual a 88 cm en mujeres. De acuerdo con la IDF, una circunferencia de cintura mayor o igual a 90 cm en hombres y mayor o igual a 80 cm en mujeres.
- *Hipertensión:* por diagnóstico médico previo, con tratamiento hipertensivo o tensión arterial sistólica mayor o igual a 140 mmHg o diastólica mayor o igual a 90 mmHg.
- *Prehipertensión:* tensión arterial sistólica  $\geq 130$  mmHg o diastólica  $\geq 85$  mmHg

## Análisis estadístico

Se realizó análisis descriptivo de la población de estudio y de la proveniente de la Ensanut 2012 con el propósito de caracterizarlas. Posteriormente, se hizo análisis bivariado para identificar las variables asociadas con la variable dependiente (prediabetes o diabetes no diagnosticada; es decir, glucosa en ayuno  $\geq 110$  mg/dl). Dentro de las variables independientes que se probaron se encuentran obesidad abdominal (de acuerdo con la IDF y con la ATPIII-AHA), pérdida de peso en los últimos tres meses, tabaquismo, horas frente a pantalla, dislipidemias, diabetes gestacional y kilocalorías consumidas.

Se obtuvieron diferentes modelos de regresión logística múltiple estratificadas por sexo, construidos a partir de variables previamente seleccionadas y

que resultaron significativamente asociadas con la variable dependiente ( $p<0.05$ ). Se probaron diferentes interacciones y no resultaron significativas ( $p<0.10$ ). Los modelos finales fueron evaluados a través de sus residuos y su bondad de ajuste a través de la prueba de Hosmer-Lemeshow. A partir de los coeficientes de los modelos finales (uno para mujeres y otro para hombres) fue obtenido el *score* de riesgo, el peso asignado a cada variable, multiplicando el coeficiente por 10. Este procedimiento ha sido empleado en la construcción de *scores* semejantes.<sup>24,32-34</sup>

Los puntos de corte se obtuvieron empleando el índice Youden (sensibilidad + especificidad -1), tanto para variables continuas como para la suma del *score* final. Para cada modelo de *score* de riesgo (para detectar diabetes y para detectar prediabetes o diabetes), se calculó sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, razón de verosimilitud positiva LR+ y negativa LR-, así como curvas del tipo *receiver operating characteristic* (ROC) para comparar su habilidad para detectar prediabetes o diabetes tipo 2. Se calculó y comparó el área bajo la curva (AUC) de cada *score* de riesgo.

El análisis con la información de la Ensanut 2012 se realizó tomando en consideración el diseño complejo de la encuesta y usando el ponderador correspondiente. Para el análisis se utilizó el software de STATA versión 13 (StataCorp LP).

## Resultados

Para el diseño del *score*, se consideraron 10 234 adultos de 18 años o más de edad, que participaron en el estudio "Creación de una cohorte representativa de la población del centro de México que permita estimar la incidencia de las comorbilidades y las complicaciones del síndrome metabólico", de los cuales 33.6% son hombres; la edad promedio fue de 42.4 años. La media del índice de masa corporal y de la circunferencia de cintura fue de 27.9 kg/m<sup>2</sup> y 94 cm, respectivamente. La prevalencia de prediabetes fue de 12.3%, mientras que la de diabetes no diagnosticada, de 2.6%.

Con respecto a la submuestra de la Ensanut 2012, 46.7% son hombres y su edad promedio fue de 41.9 años. La media del índice de masa corporal y de la circunferencia de cintura fue de 28.3 kg/m<sup>2</sup> y 93.5 cm, respectivamente. La prevalencia de prediabetes y diabetes no diagnosticada en esta población fue de 7.5 y 4.5%, respectivamente (cuadro I).

En el cuadro II se presentan los resultados del modelo final de regresión logística múltiple para cada sexo, en donde se puede observar que el exceso de peso (sobrepeso [RM=2.04 (IC95% 1.18-3.54)] y obesidad

### Cuadro I

#### CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN EN LA QUE SE DESARROLLÓ EL SCORE (ESTUDIO DE COHORTE DEL INCMNSZ, 2006-2009) Y DE LA POBLACIÓ EN LA QUE SE VALIDÓ (ENSANUT, 2012). MÉXICO

Variables	INCMNSZ (2006-2009)	Ensanut 2012
N	10 234	n=9 732; N=64 298*
Hombres (%)	33.6	46.7
Edad (años)	42.4 (0.108)	41.9 (0.339)
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	27.9 (0.092)	28.3 (0.119)
C Cintura (cm)	94.0 (0.152)	93.5 (0.276)
TAS (mmHg)	115.8 (0.179)	122.1 (0.333)
TAD (mmHg)	76.6 (0.119)	78.8 (0.218)
Diagnóstico de hipertensión (%)	17.3	15.9
Físicamente inactivos (%)	68.8	42.2
Fumadores actuales (%)	19.0	19.9
Prediabéticos (%) <sup>‡</sup>	12.3	7.5
Diabetes no diagnosticada (%) <sup>§</sup>	2.6	4.5

Para variables continuas se presentan medias y error estándar

\* N datos ponderados expresados en miles

† Sin diagnóstico de diabetes y con glucosa en ayunas entre 110 y 125 mg/dl

§ Sin diagnóstico médico de diabetes y con glucosa en ayunas mayor o igual a 126 mg/dl

IMC: índice de masa corporal

TAS: tensión arterial sistólica

TAD: tensión arterial diastólica

INCMNSZ: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

Ensanut: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

(RM=3.49 [IC95% 1.94-6.27]) y la edad mayor o igual a 50 años (RM=2.80 [IC95% 2.03-3.88]) son las variables con mayor asociación y, por ende, mayor peso en el *score* de riesgo, en el caso de las mujeres. Mientras que, una cintura mayor o igual de 100 cm (RM=2.17 [IC95% 1.50-3.16]) y la edad mayor o igual a 50 años (RM=2.03 [IC95% 1.43-2.89]) tienen la mayor asociación con la presencia de diabetes o prediabetes no diagnosticada, y los mayores pesos en el *score* de riesgo, en los hombres.

En la segunda columna del cuadro III se presentan los valores del *score* empleado actualmente en las unidades médicas de primer nivel y, en la tercera y cuarta, el propuesto en este estudio. El rango del *score* actualmente usado en las unidades de primer contacto va entre 0 y 46 puntos. El rango del *score* propuesto va de 0 a 49 para las mujeres y de 0 a 36 para los hombres. El punto de corte para determinar si una persona tiene diabetes no diagnosticada con el *score* actual es de 10 o más y, con el *score* que aquí se propone, de 21 y más en

**Cuadro II**
**VARIABLES ASOCIADAS CON PREDIABETES O DIABETES NO DIAGNOSTICADA A PARTIR DE MODELOS DE REGRESIÓN LOGÍSTICA MÚLTIPLE POR SEXO. ESTUDIO DE COHORTE DEL INCMNSZ. MÉXICO, 2006-2009**

<i>Variables</i>		<i>Coeficiente</i>	<i>RM (IC95%)</i>	<i>Score de riesgo</i>
<b>Mujeres</b>				
Edad	40-49	0.42	1.53 (1.09-2.14)	4
	>=50	1.03	2.80 (2.03-3.88)	10
Hermanos/padres con diabetes	Sí	0.29	1.34 (1.04-1.95)	3
Cintura (cm)	>=93 cm	0.47	1.60 (1.15-2.23)	5
IMC	Sobrepeso	0.71	2.04 (1.18-3.54)	7
	Obesidad	1.25	3.49 (1.94-6.27)	12
Hipertensión o prehipertensión	Sí	0.41	1.51 (1.16-1.96)	4
Físicamente inactivo	Sí	0.36	1.42 (1.04-1.95)	4
<b>Hombres</b>				
Edad	40-49	0.64	1.89 (1.34-2.66)	6
	>=50	0.71	2.03 (1.43-2.89)	7
Hermanos/padres con diabetes	Sí	0.43	1.54 (1.16-2.05)	4
Cintura (cm)	>=100 cm	0.78	2.17 (1.50-3.16)	8
IMC	Sobrepeso	0.10	1.11 (0.65-1.87)	1
	Obesidad	0.54	1.72 (0.95-3.11)	5
Físicamente inactivo	Sí	0.51	1.67 (1.21-2.29)	5

INCMNSZ: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

IMC: índice de masa corporal

**Cuadro III**
**CARACTERÍSTICAS DEL SCORE DE RIESGO DE LA SSa Y EL PROPUESTO EN ADULTOS MEXICANOS CON EL ESTUDIO DE COHORTE DEL INCMNSZ. MÉXICO, 2006-2009**

<i>Variables</i>	<i>SSa</i>		<i>Score de riesgo propuesto</i>	
	<i>Total</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Hombres</i>	
Edad	45-64	5	40-49	4
	>=65	9	>=50	10
Hermanos/padres con diabetes		2		3
Cintura (cm)	M>=80/ H>=90	10	M>=93/H>=100	5
IMC	Sobrepeso	5	Sobrepeso	7
	Obesidad	10	Obesidad	12
Hipertensión o pre-hipertensión	-			4
Físicamente inactivo	5			4
Rango	0-46		0-49	0-36
Punto de corte	>=10		>=21	>=18

SSa: Secretaría de Salud

INCMNSZ: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

IMC: índice de masa corporal

				Mujeres sin hipertensión ni prehipertensión							
				Edad (años)				Edad (años)			
				Normal		Sobrepeso		Obesidad		Normal	
				Sin FDM	Con FDM	Sin FDM	Con FDM	Sin FDM	Con FDM	Sin FDM	Con FDM
Cintura (cm)	>=93	15	19	18	22	22	26	25	29	27	31
	<=92	10	14	13	17	17	21	20	24	22	26
	>=93	9	13	12	16	16	20	19	23	21	25
	<=92	4	8	7	11	12	15	14	18	16	20
	>=93	5	9	8	12	12	16	15	19	17	21
	<=92	0	4	3	7	7	11	10	14	12	16
Físicamente activo				Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Físicamente activo				Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Físicamente activo				Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
				Mujeres con hipertensión, tratamiento antihipertensivo o con prehipertensión							
				Normal		Sobrepeso		Obesidad		Normal	
				Sin FDM	Con FDM	Sin FDM	Con FDM	Sin FDM	Con FDM	Sin FDM	Con FDM
Cintura (cm)	>=93	19	23	22	26	26	30	29	33	31	35
	<=92	14	18	17	21	21	25	24	28	26	30
	>=93	13	17	16	20	20	24	23	27	25	29
	<=92	8	12	11	15	15	19	18	22	20	24
	>=93	9	13	12	16	16	20	19	23	21	25
	<=92	4	8	7	11	11	15	14	18	16	20
Físicamente activo				Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Físicamente activo				Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Físicamente activo				Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
				Hombres							
				Normal		Sobrepeso		Obesidad		Normal	
				Sin FDM	Con FDM	Sin FDM	Con FDM	Sin FDM	Con FDM	Sin FDM	Con FDM
Cintura (cm)	>=100	15	20	19	24	16	21	20	25	20	25
	<=99	7	12	11	16	8	13	12	17	12	17
	>=100	14	19	18	23	15	20	19	24	19	24
	<=99	6	11	10	15	7	12	11	16	11	16
	>=100	8	13	12	17	9	14	13	18	13	18
	<=99	0	5	4	9	1	6	5	10	5	10
Físicamente activo				Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Físicamente activo				Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Físicamente activo				Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No

FDM: familiares con diabetes mellitus

INCMNSZ: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

**FIGURA I. PUNTOS DEL SCORE PARA DETECTAR ADULTOS CON PREDIABETES Y DIABETES NO DIAGNOSTICADA, DE ACUERDO CON LAS VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO. ESTUDIO DE COHORTE DEL INCMNSZ. MÉXICO, 2006-2009**

las mujeres, y de 18 y más en los hombres. En la figura 1 pueden observarse los puntos de *score* que es posible obtener con los resultados de las variables que lo componen: edad, circunferencia de cintura, índice de masa corporal, actividad física y familiares con diabetes, tanto para mujeres como para hombres. Para las mujeres, se incluyen dos tablas, una para aquéllas sin hipertensión y otra para las que sí la tienen. Así, por ejemplo, una mujer no hipertensa, con familiares cercanos con diabetes,

de más de 50 años, con una cintura de 90 centímetros, físicamente inactiva, tendrá 17 puntos, si tiene un peso normal y probablemente no tenga diabetes o prediabetes; mientras que, si tiene sobrepeso, tendrá 24 puntos y probablemente tenga diabetes o prediabetes. Mientras tanto, un hombre con las mismas características tendrá 16 y 17 puntos, si tiene un peso normal o sobrepeso, pero 21 puntos y probablemente diabetes o prediabetes, si tiene obesidad.

A pesar de que el *score* actual tiene la mayor sensibilidad, el desempeño del *score* propuesto es mejor, tanto para detectar diabetes no diagnosticada como para detectar prediabetes. El *score* actual de la Secretaría de Salud (SSa) tiene un valor C discretamente por arriba de 0.5 tanto en la cohorte del INCMNSZ como con la Ensanut 2012. El porcentaje de clasificación correcta de dicho *score*, es bajo (desde 10.3%, para diabetes no diagnosticada en

mujeres, hasta 17.7% para prediabetes o diabetes en hombres). El *score* propuesto tiene un valor C igual o mayor a 0.6 para la mayoría de los desenlaces. Además, clasifica correctamente desde 55.4% a las mujeres con diabetes no diagnosticada hasta 57.2% a las mujeres con prediabetes o diabetes. Los hombres con diabetes no diagnosticada son clasificados correctamente en 68.6% y con prediabetes o diabetes no diagnosticada, 69.9% (cuadro IV).

**Cuadro IV**  
**DESEMPEÑO DEL SCORE DE RIESGO EN ADULTOS MEXICANOS POR SEXO.**  
**ESTUDIO DE COHORTE DEL INCMNSZ, 2006-2009 Y ENSANUT, 2012. MÉXICO**

		Sen (%)	Esp (%)	VPP	VPN	LR+	LR-	AUC	Corr Clasif (%)
<b>Diabetes no diagnosticada (glucosa en ayuno &gt;=126 mg/dl)</b>									
<b>Cohorte INCMNSZ</b>									
Score SSa	Mujeres	98.0	8.2	2.4	99.4	1.07	0.24	0.5311	10.3
	Hombres	95.7	11.7	3.0	99.0	1.08	0.37	0.5372	14.1
Score de riesgo	Mujeres	81.6	54.8	4.1	99.2	1.80	0.34	0.6819	55.4
	Hombres	53.2	69.1	4.8	98.0	1.72	0.68	0.6114	68.6
<b>Validación externa</b>									
<b>Ensanut 2012</b>									
Score SSa	Mujeres	98.8	19.3	5.8	99.7	1.22	0.06	0.5905	23.1
	Hombres	92.0	43.7	6.8	99.2	1.64	0.18	0.6789	45.8
Score de riesgo	Mujeres	53.9	67.5	7.5	96.8	1.66	0.68	0.6069	66.8
	Hombres	41.7	84.9	11.0	97.0	2.76	0.69	0.6329	83.0
<b>Prediabetes o diabetes no diagnosticada (glucosa en ayuno &gt;=110 mg/dl)</b>									
<b>Cohorte INCMNSZ</b>									
Score SSa	Mujeres	98.2	8.4	5.5	98.9	1.07	0.21	0.5332	13.0
	Hombres	96.4	12.1	7.2	97.9	1.10	0.30	0.5424	17.7
Score de riesgo	Mujeres	82.0	55.9	9.2	98.3	1.86	0.32	0.6895	57.2
	Hombres	60.9	70.6	13.0	96.2	2.07	0.55	0.6574	69.9
<b>Validación externa</b>									
<b>Ensanut 2012</b>									
Score SSa	Mujeres	95.4	20.6	14.6	96.9	1.20	0.22	0.5801	29.9
	Hombres	85.2	45.3	14.6	96.6	1.56	0.33	0.6527	49.3
Score de riesgo	Mujeres	53.2	69.4	19.3	91.5	1.74	0.67	0.6130	67.4
	Hombres	33.6	85.6	20.3	92.2	2.34	0.78	0.5962	80.5

Sen: sensibilidad

Esp: especificidad

VPP: valor predictivo positivo

VPN: valor predictivo negativo

LR+: razón de verosimilitud positiva

LR-: razón de verosimilitud negativa

AUC: área bajo la curva

Corr Clasif: correctamente clasificados

INCMNSZ: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

Ensanut: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

SSa: Secretaría de Salud

Adicionalmente, con los datos del estudio de cohorte del INCMNSZ, se obtuvo el *score Finnish Diabetes Risk Score* (FINRISK),<sup>13</sup> originalmente diseñado para obtener el riesgo de desarrollar diabetes y validado para detectar población con prediabetes y diabetes no diagnosticada con los puntos de corte 9 y 10.<sup>35-37</sup> Al aplicar el punto de corte a los 10 puntos, se obtuvo una sensibilidad de 85.9%, una especificidad de 37.9% y un porcentaje de correctamente clasificados de 39.4% para detectar diabetes no diagnosticada, mientras que se obtuvo 84.9, 39.2 y 43.1%, respectivamente, para detectar prediabetes o diabetes no diagnosticada. Al aplicar el corte en 9 puntos, se obtuvo 88.7, 30.3, y 32.1, respectivamente, para detectar diabetes no diagnosticada, y 90.7, 31.6, y 36.5%, respectivamente, para detectar prediabetes o diabetes no diagnosticada.

Con respecto a la validación externa, en el cuadro IV pueden observarse los resultados que el *score* tuvo al ser aplicado a la población participante de la Ensanut 2012. Los porcentajes de las personas clasificadas correctamente fueron superiores a los obtenidos en la población del estudio del INCMNSZ, en ambos sexos. Por su parte, el área bajo la curva fue ligeramente menor en la población de la Ensanut 2012 que en la población del INCMNSZ, excepto en el caso de los hombres en el *score* propuesto en este documento para diabetes no diagnosticada (cuadro IV).

## Discusión

El *score* propuesto, estratificado por sexo, tiene mejor desempeño que el que actualmente usa la Secretaría de Salud (SSa). Presenta una mayor especificidad, valor predictivo positivo, razón de verosimilitud positiva (LR+), área bajo la curva y porcentaje de clasificados correctamente. Sin embargo, el *score* actual tiene una sensibilidad superior: clasifica a 80% de todos los adultos mexicanos con riesgo positivo de tener diabetes, aunque sólo 20% de ellos presenta niveles de glucosa superiores a 110 mg/dl, lo que produce 85% de falsos positivos en mujeres y 67% en hombres. Lo anterior conlleva a referir a un gran número de personas a estudios de laboratorio innecesarios, lo que ocasiona un gasto de bolsillo excesivo. El *score* que proponemos califica en riesgo a 36% de las mujeres y a 16% de los hombres, de los cuales, 34% de las mujeres y 38% de los hombres presentaron niveles de glucosa compatibles con prediabetes o diabetes no diagnosticada. Este *score* tiene una mejor especificidad, con lo que el número de falsos positivos (30% en mujeres y 12% en hombres) se reduce y, por ende, los estudios de laboratorio innecesarios para confirmación del diagnóstico

son menos. Se compararon las áreas bajo la curva para prediabetes y diabetes no diagnosticada obtenidas a partir del *score* de la SSa (0.53, IC95% 0.52-0.54 en mujeres y 0.54, IC95% 0.53-0.56 en hombres) y a partir del *score* que aquí se propone (0.68, IC95% 0.66-0.71 en mujeres y 0.61, IC95% 0.60-0.65 en hombres), y se encontró que son significativamente diferentes para ambos sexos ( $p=0.0001$ ).

Al comparar el desempeño del *score* de riesgo que proponemos con otros *scores* para detectar diabetes no diagnosticada, se observaron resultados semejantes a los publicados por Baan y colaboradores<sup>26</sup> ( $Se=78\%$ ,  $Sp=55\%$ ,  $AUC=0.68$ ), resultados ligeramente inferiores a los obtenidos por Herman y colaboradores<sup>23</sup> ( $Se=79\%$ ,  $Sp=65\%$ ,  $AUC=0.78$ ), Glümer y colaboradores<sup>24</sup> ( $Se=73\%$ ,  $Sp=74\%$ ,  $AUC=0.80$ ), Ruige y colaboradores<sup>27</sup> ( $Se=72\%$ ,  $Sp=56\%$ ,  $AUC=0.80$ ) y Griffin y colaboradores<sup>28</sup> ( $Se=77\%$ ,  $Sp=72\%$ ,  $AUC=0.80$ ). Para detectar prediabetes y diabetes no diagnosticada se observaron resultados ligeramente inferiores a los obtenidos por Heikes y colaboradores<sup>25</sup> ( $Se=88\%$ ,  $Sp=75\%$ ,  $AUC=0.85$ ). Cada uno de estos *score* de riesgo ha sido desarrollado en poblaciones con características específicas. Para algunos se empleó regresión logística para la asignación de los pesos del *score*,<sup>24-28</sup> mientras que otros fueron construidos como árboles de decisiones.<sup>23,25</sup>

Al calcular el FINRISK, obtuvimos un menor porcentaje de los correctamente clasificados que lo que encontramos al aplicar el *score* propuesto en este documento. Al comparar las áreas bajo la curva para prediabetes y diabetes no diagnosticada obtenidas a partir del *score* que proponemos (0.68, IC95% 0.66-0.71 en mujeres y 0.61, IC95% 0.60-0.65 en hombres) y el obtenido con el FINRISK (0.62 IC95% 0.59-0.65 en mujeres y 0.62 IC95% 0.57-0.68 en hombres), encontramos que son significativamente diferentes ( $p=0.04$ ) para las mujeres, pero no para los hombres.

El gasto generado por la atención a la diabetes y a sus complicaciones es considerable, tanto para los sistemas de salud como para los enfermos y sus familias.<sup>38-40</sup> Es fundamental para la aplicación de medidas preventivas la identificación de los sujetos con prediabetes o diabetes no diagnosticada, mediante *scores* autoaplicados o a partir de preguntas que personal de los servicios de salud pueden hacer. Si se determina que podrían tener prediabetes o diabetes, deberán realizarse estudios de laboratorio para confirmar o descartar el diagnóstico. Las acciones en medicina preventiva deberán enfocarse en aquellos sujetos con un resultado del *score* positivo para, con ello, retardar o evitar el desarrollo de diabetes tipo 2 y de sus complicaciones, así como contener el crecimiento de esta enfermedad en la población mexicana.

**Declaración de conflicto de intereses.** La investigación reportada en esta publicación se financió con el premio número D43TW009135 del Fogarty International Center of the National Institute of Health, y por Conacyt SA-LUD-2012-01-181182 y S0008-2009-I-115250. El contenido es responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente representa las posturas oficiales de los NIH.

## Referencias

1. Secretaría de Salud. Estadísticas de Mortalidad en México: muertes registradas en el año 2000. Salud Pública Mex. 2002;44:266-82.
2. Secretaría de Salud. Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas 1993. Ciudad de México: SSA, 1994.
3. Olaiz-Fernández, G, Rojas R, Aguilar-Salinas C, Rauda J, Villalpando S. Diabetes mellitus in Mexican adults: results from the 2000 National Health Survey. Salud Pública Mex. 2007;49:331-7. <https://doi.org/10.1590/S0036-36342007000900004>
4. Villalpando S, Rojas R, Shamah-Levy T, Ávila MA, Gaona B, De la Cruz V, et al. Prevalence and distribution of type 2 diabetes mellitus in Mexican adult population. A probabilistic survey. Salud Pública Mex. 2010;52(suppl 1):S19-26. <https://doi.org/10.1590/S0036-36342010000700005>
5. Villalpando S, Shamah-Levy T, Rojas R, Aguilar-Salinas CA. Trends for type 2 diabetes and other cardiovascular risk factors in Mexico from 1993-2006. Salud Pública Mex. 2010;52(suppl 1):S72-9. <https://doi.org/10.1590/S0036-36342010000700011>
6. Secretaría de Salud. Estrategia para la prevención y el control del sobre peso, la obesidad y la diabetes. Ciudad de México: SSA, 2013.
7. Gutierrez JP, Dommarco J, Shamah T, Villalpando S, Franco A, Cuevas L, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública, 2012.
8. Olaiz G, Rivera J, Shamah T, Rojas R, Villalpando S, Hernández-Avila M, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2006, Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública, 2006.
9. Hussain A, Claussen B, Ramachandran A, Williams R. Prevention of type 2 diabetes: a review. Diabetes Res Clin Pract. 2007;76:317-26. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2006.09.020>
10. Koopman RJ, Mainous AG, Liszka HA, Colwell JA, Slate EH, Carnemolla MA, Everett CJ. Evidence of nephropathy and peripheral neuropathy in US Adults with undiagnosed diabetes. Ann Fam Med. 2006;4:427-32. <https://doi.org/10.1370/afm.577>
11. Harris MI, Klein R, Welborn TA, Knuiman MW. Onset of NIDDM occurs at least 4-7 yr before clinical diagnosis. Diabetes Care. 1992;15(7):815-9. <https://doi.org/10.2337/diacare.15.7.815>
12. Steyerberg EW, Vickers AJ, Cook NR, Gerds T, Gonen M, Obuchowski N, et al. Assessing the performance of prediction models: a framework for some traditional and novel measures. Epidemiology. 2010; 21(1):128-38. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181c30fb2>
13. Lindström J, Tuomilehto J. The diabetes risk score: a practical tool to predict type 2 diabetes risk. Diabetes Care. 2003;26(3):725-31. <https://doi.org/10.2337/diacare.26.3.725>
14. Wilson PW, Meigs JB, Sullivan L, Fox CS, Nathan DM, D'Agostino RB Sr. Prediction of incident diabetes mellitus in middle-aged adults: the Framingham Offspring Study Arch Intern Med. 2007;167(10):1068-74.
15. Schulze MB, Hoffmann K, Boeing H, Linseisen J, Rohrmann S, Möhlig M, et al. An accurate risk score based on anthropometric, dietary, and lifestyle factors to predict the development of type 2 diabetes. Diabetes Care. 2007;30(3):510-5. <https://doi.org/10.2337/dc06-2089>
16. Schmidt MI, Duncan BB, Bang H, Pankow JS, Ballantyne CM, Golden SH, et al. Atherosclerosis Risk in Communities Investigators. Identifying individuals at high risk for diabetes: The Atherosclerosis Risk in Communities study. Diabetes Care. 2005;28(8):2013-8. <https://doi.org/10.2337/diacare.28.8.2013>
17. Balkau B, Lange C, Fezeu L, Tichet J, de Lauzon-Guillain B, Czernichow S, et al. Predicting diabetes: clinical, biological, and genetic approaches: data from the Epidemiological Study on the Insulin Resistance Syndrome (DESIR). Diabetes Care. 2008;31(10):2056-61. <https://doi.org/10.2337/dc08-0368>
18. Chien K, Cai T, Hsu H, Su T, Chang W, Chen M, et al. A prediction model for type 2 diabetes risk among Chinese people. Diabetologia. 2009;52(3):443-50. <https://doi.org/10.1007/s00125-008-1232-4>
19. Aekplakorn W, Bunnag P, Woodward M, Sritara P, Cheepudomwit S, Yamwong S, et al. A risk score for predicting incident diabetes in the Thai population. Diabetes Care. 2006;29(8):1872-7. <https://doi.org/10.2337/dc05-2141>
20. Expert panel on detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert panel on detection, evaluation and treatment of high cholesterol. JAMA. 2001;285:2486-97. <https://doi.org/10.1001/jama.285.19.2486>
21. Grundy SM, Cleeman JL, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the Metabolic Syndrome. An American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute: Scientific Statement. Crit Pathw Cardiol. 2005;4(4):198-203.
22. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. The metabolic syndrome: a new worldwide definition. Lancet. 2005;366:1059-62. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67402-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67402-8)
23. Herman WH, Smith PJ, Thompson TJ, Engelgau MM, Aubert RE. A new and simple questionnaire to identify people at increased risk for undiagnosed diabetes. Diabetes Care. 1995;18:382-7. <https://doi.org/10.2337/diacare.18.3.382>
24. Glümer C, Carstensen B, Sandbaek A, Lauritzen T, Jørgensen T, Borch-Johnsen K. A Danish diabetes risk score for targeted screening: the Inter99 study. Diabetes Care. 2004;27(3):727-33. <https://doi.org/10.2337/diacare.27.3.727>
25. Heikes KE, Eddy DM, Arondekar B, Schlessinger L. Diabetes Risk Calculator: A simple tool for detecting undiagnosed diabetes and pre-diabetes. Diabetes Care. 2008;31:1040-5. <https://doi.org/10.2337/dc07-1150>
26. Baan CA, Ruige JB, Stolk RP, Witteman JC, Dekker JM, Heine RJ, Feskens EJ. Performance of a predictive model to identify undiagnosed diabetes in a health care setting. Diabetes Care. 1999;22(2):213-9. <https://doi.org/10.2337/diacare.22.2.213>
27. Ruige JB, de Neeling JN, Kostense PJ, Bouter LM, Heine RJ. Performance of an NIDDM screening questionnaire based on symptoms and risk factors. Diabetes Care. 1997;20(4):491-6. <https://doi.org/10.2337/diacare.20.4.491>
28. Griffin SJ, Little PS, Hales CN, Kinmonth AL, Wareham NJ. Diabetes risk score: towards earlier detection of type 2 diabetes in general practice. Diabetes Metab Res Rev. 2000;16(3):164-71. [https://doi.org/10.1002/1520-7560\(200005/06\)16:3<164::AID-DMRR103>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/1520-7560(200005/06)16:3<164::AID-DMRR103>3.0.CO;2-R)
29. Secretaría de Salud. Cuestionario de factores de riesgo [internet]. Ciudad de México: Cenaprece, 2014 [citado octubre 1, 2015]. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/19804/Cuestionario-FactoresRiesgo\\_11042014.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/19804/Cuestionario-FactoresRiesgo_11042014.pdf)
30. 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):1381-1395. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>
31. World Health Organization. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycemia: report of a WHO/IDF consultation [internet]. Geneva:WHO, 2006:1-50 [citado marzo 22, 2016]. Disponible en: [http://www.who.int/diabetes/publications/Definition%20and%20diagnosis%20of%20diabetes\\_new.pdf](http://www.who.int/diabetes/publications/Definition%20and%20diagnosis%20of%20diabetes_new.pdf)
32. Zhou X, Qiao Q, Ji L, Ning F, Yang W, Weng J, et al. Nonlaboratory-based risk assessment algorithm for undiagnosed Type 2 diabetes developed on a nation-wide diabetes survey. Diabetes Care. 2013;36:3944-52. <https://doi.org/10.2337/dc13-0593>

33. Wang H, Liu T, Qiu Q, Ding P, He YH, Chen WQ. A Simple risk score for identifying individuals with impaired fasting glucose in the Southern Chinese population. *Int J Environ Res Public Health.* 2015;12:1237-52. <https://doi.org/10.3390/ijerph120201237>
34. Salinero-Fort MA, Burgos-Lunar C, Lahoz C, Mostaza JM, Abánades-Herranz JC, Laguna-Cuesta F, et al. Performance of the Finnish Diabetes Risk Score and a simplified Finnish Diabetes Risk Score in a community-Based, cross-Sectional programme for screening of undiagnosed Type 2 Diabetes Mellitus and Dysglycaemia in Madrid, Spain: The SPREDIA-2 Study. *PLoS One.* 2016;11(7):e0158489. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158489>
35. Zhang L, Zhang Z, Zhang Y, Hu G, Chen L. Evaluation of Finnish Diabetes Risk Score in Screening Undiagnosed Diabetes and Prediabetes among U.S. Adults by Gender and Race: NHANES 1999-2010. *PLoS One.* 2014;9(5):e97865. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097865>
36. Franciosi M, De Berardis G, Rossi MC, Sacco M, Belfiglio M, Pellegrini F, et al. Use of the diabetes risk score for opportunistic screening of un-diagnosed diabetes and impaired glucose tolerance: the IGLOO (Impaired Glucose Tolerance and Long-Term Outcomes Observational) study. *Diabetes Care.* 2005;28(5):1187-94. <https://doi.org/10.2337/diacare.28.5.1187>
37. Tankova T, Chakarova N, Atanassova I, Dakovska L. Evaluation of the Finnish Diabetes Risk Score as a screening tool for impaired fasting glucose, impaired glucose tolerance and undetected diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2011;92(1):46-52. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2010.12.020>
38. Arredondo A, Reyes G. Health Disparities from Economic Burden of Diabetes in Middle-income Countries: Evidence from México. *PLoS One.* 2013;8(7):e68443. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068443>
39. Lugo-Palacios DG, Cairns J. The financial and health burden of diabetic ambulatory care sensitive hospitalisations in Mexico. *Salud Pública Mex.* 2016;58:33-40. <https://doi.org/10.21149/spm.v58i1.7665>
40. Gutiérrez JP, García-Saisó S, Espinosa-de la Peña R, Balandrán DA. Desigualdad en indicadores de enfermedades crónicas y su atención en adultos en México: análisis de tres encuestas de salud. *Salud Pública Mex.* 2016;58:666-75. <https://doi.org/10.21149/spm.v58i6.7923>