



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**  
ESCUELA DE POSGRADO

CAPACIDAD DE PREDICCIÓN DEL  
DESARROLLO DE DIABETES MELLITUS  
DE LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS  
EN UNA POBLACIÓN PERUANA:  
COHORTE CRONICAS

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
EN CIENCIAS EN INVESTIGACIÓN  
EPIDEMIOLÓGICA

JESSICA HANAE ZAFRA TANAKA

LIMA - PERÚ

2018



Asesor de Tesis: J Jaime Miranda

Dedicatoria: a todos los investigadores jóvenes, en especial, a mis compañeros de la MCIE.

Agradecimientos: a CRONICAS Centro de Excelencia en Enfermedades Crónicas que me brindó la oportunidad de realizar esta maestría, y me guio durante el desarrollo de este proyecto.

## **Contenido**

Introducción	1
Planteamiento de la investigación	4
Planteamiento del problema	4
Pregunta de investigación	4
Marco teórico	5
Diabetes mellitus tipo 2	5
Adiposidad y diabetes	6
Opciones para medir adiposidad	8
Bioimpedancia	9
Justificación del estudio	9
Objetivos	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
Metodología	13
Diseño de estudio	13
Población	13
Muestreo	14
Operacionalización de variables	14
Desenlace: incidencia de diabetes mellitus a 30 meses	14
Exposiciones: medidas antropométricas	15
Otras variables	16
Procedimientos y técnicas del estudio	18
Tamizaje y enrolamiento	18
Recolección de datos	18
Cuestionario	18
Consideraciones éticas	19
Plan de análisis	19
Resultados	23
Capacidad de predicción	24
Discusión	26
Comparación entre las medidas estudiadas	27

Medidas secuenciales	28
Fortalezas y limitaciones	29
Implicancias	31
Conclusiones	32
Recomendaciones	32
Referencias	33
Anexos	1

# Resumen

**Introducción:** La prevalencia de diabetes mellitus tipo 2 (DM2) está en aumento.

Un aspecto clave en su prevención es poder seleccionar personas en riesgo para orientar medidas preventivas, para lo cual se pueden usar medidas antropométricas; las cuales han sido poco estudiadas en Latinoamérica.

**Objetivo:** Determinar y comparar la capacidad de predicción del desarrollo de DM2 de cuatro medidas antropométricas: índice de masa corporal (IMC), circunferencia abdominal (CA), índice cintura-cadera (ICC), índice cintura-altura (ICA), y porcentaje de grasa corporal total (%GCT).

**Métodos:** Cohorte prospectiva, análisis secundario de *CRONICAS Cohort Study* realizado en 3 regiones de Perú. Se seleccionó a los participantes que no tuvieron DM2 al inicio del estudio, y se determinó el desarrollo de DM2 a los 30 meses de seguimiento. Las medidas antropométricas fueron evaluadas al inicio del estudio. La capacidad de predicción de las medidas antropométricas fue calculada usando áreas bajo la curva (AUC) y sus intervalos de confianza al 95% (IC95%).

**Resultados:** Se incluyeron 2523 participantes, la mediana de la edad al inicio del estudio fue 53.8 años (rango intercuartil: 44.6 a 63.5). La incidencia de DM2 a 30 meses fue 4.8%. La capacidad de predicción fue mayor para IMC (AUC: 0.68 IC95% 0.63 a 0.73), CA (AUC: 0.68 IC95% 0.64 a 0.73) e ICA (AUC: 0.68 IC95% 0.63 a 0.72); en comparación a ICC (AUC: 0.59 IC95% 0.54 a 0.64), y %GCT (AUC: 0.65 IC95% 0.57 a 0.67). Al utilizar de forma secuencial el IMC y CA se obtiene una sensibilidad de 77.3% y una especificidad de 75.9%.

**Conclusiones:** En población peruana, las medidas antropométricas por separado poseen una capacidad de predicción pobre para incidencia de DM2. El uso de IMC y CA de forma secuencial mejora la capacidad de predicción.

**Palabras clave:** Diabetes Mellitus, adiposidad, impedancia eléctrica

# Abstract

**Introduction:** The prevalence of type 2 diabetes mellitus (DM2) is increasing. A key aspect in its prevention is to select people at risk to guide preventive measures, for which anthropometric measurements can be helpful.

**Objective:** To determine the predictive capacity of the development of DM2 for anthropometric measurements: body mass index (BMI), waist circumference (WC), waist-hip ratio (WhR), waist-height ratio (WHR), and total body fat percentage (TBF%).

**Methods:** Prospective cohort, secondary analysis of CRONICAS Cohort Study conducted in 3 regions of Peru. Participants who did not have DM2 at the beginning of the study were selected, and the development of DM2 was determined at 40 months of follow-up. The anthropometric measures were evaluated at the beginning of the study. The predictive capacity of the anthropometric measures was calculated using areas under the curve (AUC) and their 95% confidence intervals (95% CI).

**Results:** We included 2523 participants. The median age was 53.8 (Interquartile Range: 44.6 to 63.5). Incidence of DM2 at 40 months of follow-up was 4.8%. BMI (AUC: 0.68 IC 95% 0.63 to 0.73), WC (AUC: 0.68 IC 95% 0.64 to 0.73) and WHR (AUC: 0.68 IC 95% 0.63 a 0.72) had a better predictive capacity than the WhR (AUC: 0.59 IC 95% 0.54 to 0.64), and TBF% (AUC: 0.65 IC 95% 0.57 to 0.67). When using BMI and WC sequentially, sensitivity increases to 77.3% and specificity to 75.9%.

**Conclusions:** In the Peruvian population, anthropometric measures have a poor predictive capacity for the incidence of DM2. However, when used in a sequential way, BMI and WC improve their predictive capacity.

**Keywords:** Diabetes Mellitus, adiposity, electrical impedance

# Introducción

La diabetes mellitus (DM2) constituye un problema de salud pública que afecta a un gran número de personas. Así, se estima que el número de personas adultas viviendo con diabetes en el mundo fue de 381.8 millones en el 2013, y será de 591.9 millones en el 2035. Para la región de Latinoamérica y el Caribe, según la *International Diabetes Federation* (IDF), la prevalencia de DM2 fue de 8.0% para el año 2013, y que se incrementará a 9.8% para el año 2035 (1-3). En Perú, según el estudio PERUDIAB, realizado entre los años 2010 y 2012 y que cuenta con representatividad a nivel nacional, la prevalencia de DM2 fue de 7.0% (IC95%: 5.3 a 8.7%), mientras que la prevalencia de DM2 desconocida fue de 2.8% (IC95%: 1.7 a 3.8%) (4, 5). Además, el *CRONICAS Cohort Study*, con un seguimiento de 30 meses, halló una incidencia de 19.5 (IC95%: 13.9 a 28.3) casos por 1000 personas-año (6).

La DM2 trae consigo complicaciones micro y macrovasculares y puede llegar a triplicar los gastos en salud de las personas afectadas (7). Dentro de las complicaciones microvasculares se encuentran la retinopatía diabética que representa la sexta causa de ceguera en Perú, y la nefropatía diabética que es la causa del 40% de la necesidad de diálisis en el país (8). En cuando a las complicaciones macrovasculares, la DM2 representa la tercera causa de accidentes cerebro-vasculares. Así, queda clara la necesidad de prevenir el desarrollo de DM2. Por ello, se han diseñado medidas para prevenir el desarrollo de diabetes como cambios en los estilos de vida, dieta intensiva con acompañamiento por

nutricionistas, o actividad física. Estas medidas han demostrado efectividad para reducir peso, glucosa en ayunas, glucosa a las 2 horas y hemoglobina glicosilada (HbA1C) (9). Sin embargo, debido al costo que generan estas intervenciones es necesario dirigirlas a personas en alto riesgo de desarrollar DM2.

La alta adiposidad es un factor de riesgo conocido para el desarrollo de DM2 (10, 11), por lo que las medidas antropométricas pueden ser usadas para identificar grupos con alto riesgo de adquirir DM2. Una revisión sistemática de estudios de cohortes halló que el riesgo de desarrollar DM2 aumentó en 87% al aumentar una desviación estándar la circunferencia abdominal (CA) o el índice de masa corporal (IMC), y 88% al aumentar una desviación estándar el índice cintura-cadera (ICC) (11). Otra revisión sistemática de estudios de cohortes halló que el riesgo de desarrollar DM2 aumentó en 62% al aumentar en una desviación estándar el índice cintura-altura (ICA) y 63% al aumentar la CA. Mientras que, con el aumento en una desviación estándar de IMC y del ICC, el riesgo de presentar diabetes aumentó en 55% y de 52%, respectivamente (10).

La capacidad de predicción de los índices antropométricos para DM2 ha sido estudiada previamente. Diversos estudios longitudinales, realizados en Europa (12, 13), Asia (14-18) y Norteamérica (19-21), han estudiado la relación entre varias medidas antropométricas y la DM2. Estos han hallado capacidades de predicción para incidencia de diabetes entre 0.60 y 0.75 de área bajo la curva (AUC) para hombres y para mujeres. Además, una revisión sistemática de estudios observacionales que tuvo como objetivo determinar la capacidad de predicción de las medidas antropométricas, halló que la capacidad de discriminar si un varón

desarrollaría o no DM2 fue de 66% para IMC, 70% para CA, y 71% para ICA. En tanto que para las mujeres, la capacidad de discriminar el desarrollo de DM2 fue de 70% para IMC, 74% para CA, y 75% para ICA (22). Sin embargo, puesto que los resultados difieren en cada estudio, no existe un consenso sobre cuál es la mejor medida antropométrica para predecir el desarrollo de DM2.

La capacidad de predicción del desarrollo de DM2 de las medidas antropométricas puede verse influenciada por la etnia, debido a que la distribución de la grasa varía con la etnia (23-26). Por ello, es necesario contar con estudios sobre la capacidad de predicción de las medidas antropométricas en los distintos grupos raciales. Sin embargo, son pocos los estudios que se centran en población latina, por lo que actualmente solo se pueden extrapolar los resultados hallados en otras poblaciones. Debido a la gran mezcla que existe entre etnias en la población latina, y a que Perú posee tanto la influencia de poblaciones nativas de América como la de población europea (27), el uso de los datos de la base de *CRONICAS Cohort Study*, estudio realizado en tres regiones del Perú, podría ser útil para estudiar la utilidad de las diferentes medidas antropométricas y el desarrollo de DM2 en la población latina.

Además de las medidas antropométricas mencionadas, otra técnica que podría ser utilizada para medir la adiposidad es la bioimpedancia. Esta técnica permite determinar la composición corporal de forma automatizada, simple, y a un costo relativamente bajo (28). Un estudio halló que el aumento del 10% de %GCT se asoció con un aumento en las chances de desarrollar DM2 del 29% (29). Sin embargo, no se hallaron estudios en los que se evalúe la asociación entre el %GCT medido con bioimpedancia y la incidencia de DM2.

Las medidas antropométricas utilizadas habitualmente nos permiten identificar a personas en riesgo de desarrollar DM2, sin embargo, no existe un consenso sobre cuál de estas posee mejor capacidad de predicción para incidencia de DM2, ni cuál sería, por ende, el indicador más sencillo y útil que se deba incorporar en la práctica clínica cotidiana. Además, cada medida antropométrica se aproxima, de forma indirecta, a la adiposidad del cuerpo. En este contexto, la bioimpedancia podría servir como una herramienta útil para medir la composición corporal y, posiblemente, identificar a las personas en riesgo de desarrollar DM2 en un futuro.

## **Planteamiento de la investigación**

### **Planteamiento del problema**

Si bien se sabe que las medidas antropométricas como IMC, CA, ICC e ICA pueden ser útiles para predecir la incidencia de DM2, con AUC entre 0.60 y 0.75, actualmente no existe un consenso sobre cuál de estas medidas antropométricas es mejor para predecir el desarrollo de DM2. Por otro lado, el %GCT medido con bioimpedancia representa una opción importante para medir adiposidad y no se conoce su capacidad para predecir la incidencia de DM2.

### **Pregunta de investigación**

¿Cuál es la capacidad de predicción del desarrollo de DM2 de las medidas antropométricas (IMC, CA, ICC, ICA) y del %GCT en la población peruana?

# Marco teórico

## Diabetes mellitus tipo 2

La diabetes mellitus (DM) es un conjunto de trastornos crónicos en los cuales se presenta una alteración del metabolismo de los carbohidratos, proteínas y lípidos debido a un desequilibrio entre la insulina necesaria y la disponible en el organismo (30). La DM puede ser categorizada en tipos diferentes: DM tipo 1, DM tipo 2 y tipos específicos (31).

La DM2 representa el 90 al 95% de los casos de diabetes (31). En la DM2, se presenta una deficiencia relativa de insulina (32). En condiciones normales, existe comunicación entre las células diana de la insulina y las células beta del páncreas, encargadas de producir la insulina. Esta comunicación permite regular la liberación de la insulina de acuerdo a los requerimientos del cuerpo para lograr un rango de concentración de glucosa adecuado. Al presentarse la resistencia a la insulina en los tejidos periféricos, la respuesta de las células beta es incrementar la producción de esta hormona. Sin embargo, al progresar la enfermedad, la respuesta de las células beta se vuelve insuficiente y puede llevar a un déficit cuantitativo o cualitativo de la insulina (alteraciones en la función) (30). Las manifestaciones de este déficit de insulina, son lo que conocemos como DM2.

Los procesos que se suceden y llevan a la diabetes son la alteración de las células beta, la resistencia periférica a la insulina y el aumento de la producción hepática de glucosa (33). Estos son parte del continuo de la enfermedad, en el cual la magnitud de la reducción de células beta determina el grado en que aumenta la

concentración de glucosa en plasma (30). Sin embargo, la reducción de la función y cantidad de células beta del páncreas no explican por sí solas el aumento desmesurado de la glucosa en plasma. Así, se ha propuesto que la desregulación del glucagón, hormona encargada de la producción de glucosa por glucogenólisis hepática (30), juega un rol importante en el aumento de la glucosa en plasma en los pacientes con DM2.

## **Adiposidad y diabetes**

La obesidad se considera como factor de riesgo para el desarrollo de DM2, y sobre todo la obesidad central. En los últimos años la obesidad ha aumentado no solo en países de altos ingresos económicos, sino también en países de bajos y medianos ingresos (34). En Perú, la prevalencia de obesidad en el año 2015 se encontró alrededor de 17.5%, siendo mayor en las zonas urbanas en comparación a las zonas rurales con prevalencias de 21.3 y 6.6%, respectivamente (8).

El incremento de obesidad a nivel mundial puede explicar por el balance positivo de energía que se presenta debido al aumento en la cantidad de alimento ingerido por persona, la ingesta de alimentos ricos en calorías, y el sedentarismo (35). Este balance positivo de energía se traduce en un aumento de la adiposidad y del peso corporal.

El mecanismo fisiopatológico de fondo puede ser explicado de la siguiente manera: los adipocitos presentes en la grasa visceral (aumentada en aquellos con obesidad central), poseen baja respuesta a insulina y pueden liberar cantidades altas de ácidos grasos libres hacia la vena porta, lo que genera una exposición alta del hígado a

estos ácidos grasos (36). A nivel hepático, los ácidos grasos libres pueden alterar la gluconeogénesis. A su vez, los ácidos grasos libres, estimulan las células beta del páncreas para aumentar la producción de insulina lo cual genera lipotoxicidad, daño y muerte de las células beta (30). La lipotoxicidad se presenta cuando existe acúmulo de ácidos grasos fuera del tejido adiposo (35). Los mecanismos por los cuales los ácidos grasos libres generan estas alteraciones podrían estar mediados por la adiponectina (33).

Por otro lado, a nivel de tejido periférico, los ácidos grasos libres inducen resistencia a la insulina e inhiben la captación de glucosa y el almacenamiento de glucógeno en el músculo. A nivel hepático, los ácidos grasos libres y triglicéridos disminuyen la sensibilidad a la insulina, generando un aumento en la producción de glucosa (33).

Además de los efectos de la adiposidad ya mencionados, se ha visto que un aumento en la cantidad de tejido adiposo se relaciona con la presencia de macrófagos, posiblemente debido a la remodelación celular que ocurre luego de la apoptosis de los adipocitos, que liberan citoquinas que alteran la respuesta a la insulina (30, 35).

En adición, en enfermedades como la obesidad se ha hallado un estado proinflamatorio sistémico (35). Este estado se ve reflejado en el aumento de marcadores de inflamación sistémica como proteína C reactiva o interleuquina-6. El proceso inflamatorio genera la activación del sistema inmune dentro de los islotes pancreáticos dañando las células beta (30). Así, se ha hallado una correlación positiva entre la secreción de insulina y el índice de masa corporal (35). Más aun, la presencia de grasa en lugares donde habitualmente no debería estar presente se

asocia a resistencia a la insulina. Así, se ha hallado que la grasa perivascular inhibe la función de la insulina y favorece la acción de la endotelina-1, es decir, favorece la vasoconstricción (37).

## **Opciones para medir adiposidad**

El tejido graso puede acumularse en dos compartimentos del cuerpo: el tejido celular subcutáneo o la grasa visceral. El primero es un compartimento más grande que está constituido por adipocitos que acumulan triglicéridos, mientras que el segundo es un componente pequeño que se encuentra en el mesenterio (35).

Existen diversas maneras de medir la adiposidad o componente graso del cuerpo. Entre ellas se encuentran las medidas antropométricas, bioimpedancia, ecografía, tomografía, resonancia magnética (38). Sin embargo, el gold-standard es la densitometría (*Dual-energy X-ray absorptiometry*) (38, 39).

Dentro de las medidas antropométricas, la medida más utilizada es el IMC, que mide la relación entre la masa y la altura de la persona en  $\text{kg}/\text{m}^2$ . Esta medida es la recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para definir sobrepeso y obesidad. Sin embargo, esta no distingue entre la grasa corporal y otros componentes del cuerpo (35). Por su parte, la CA es un reflejo de la adiposidad visceral, mientras que el ICC mide la adiposidad situada a nivel subcutáneo. Es por ello que las medidas como CA, ICC o ICA que involucran la medición, aunque indirecta, de la adiposidad visceral serían mejores para medir adiposidad si nos interesa el riesgo de desarrollo de diabetes mellitus (33, 38).

## **Bioimpedancia**

La bioimpedancia calcula los componentes del cuerpo mediante la medición de la resistencia de cada componente al paso de la corriente eléctrica. Así, permite determinar el %GCT mediante el cálculo del agua corporal total, agua extracelular y la masa libre de grasa en el cuerpo (40). Para la realización de la bioimpedancia, el participante debe pararse sobre los electrodos (en caso sea un equipo de pie) y el investigador debe ingresar datos de edad, sexo y altura. Mediante el uso de fórmulas el equipo calcula los componentes del cuerpo y arroja como resultado el %GCT (41, 42).

Esta técnica ha demostrado ser comparable con la densitometría, gold-standard para medición de la composición corporal en población de adultos sanos y adultos con sobrepeso (40). Sin embargo, subestima %GCT en personas con obesidad (41).

Con respecto a condiciones asociadas a la obesidad, existe correlación entre %GCT medido por bioimpedancia y marcadores de condiciones relacionadas con la obesidad como el incremento de triglicéridos o la disminución de colesterol HDL (43). A pesar de que permite medir la grasa corporal total tiene como limitación que no permite discernir entre la ubicación del componente graso y por ende no permite determinar si la medición se trata de grasa visceral o subcutánea (38).

## **Justificación del estudio**

Entre los años 1980 y 2014, la DM2 ha aumentado desde 4.3 a 9% en varones y de 5.0 a 7.9% en mujeres (44). Se estima que actualmente representa el 2.4% del total de años vividos con discapacidad (DALYs por sus siglas en inglés)(45). Según los

estimados de países de altos ingresos económicos como Estados Unidos, el gasto anual en servicios de salud de una persona con DM2 se encontró alrededor de \$10 015 dólares en el año 2012, mientras que para aquellos sin DM2 fue de \$3 626 (7). Si no se actúa en este momento para prevenir el desarrollo de DM2, sus complicaciones micro y macrovasculares representarán una gran carga de enfermedad en los años futuros. Por ello se hace necesario prevenir la instalación y el desarrollo de esta enfermedad.

El identificar población en riesgo de desarrollo de desarrollar DM2 es una estrategia importante ya que permite orientar medidas de prevención. Se ha hallado que la reducción del peso en 5% aumenta la sensibilidad a la insulina en tejido periférico y mejora la función de las células beta del páncreas (44), lo que traduce en menor riesgo para el desarrollo de DM2. El costo de los programas para reducción de peso es alto. Dentro de un programa de reducción de peso para la prevención de DM2, el costo puede variar entre \$34 el kg bajado en seis meses a \$1005 el kg bajado en un año (9). Así, es importante identificar personas en riesgo de desarrollar DM2 y dirigir estas estrategias.

En este escenario el uso de las medidas antropométricas para predecir el inicio de esta enfermedad es fundamental ya que son herramientas de bajo costo y fácilmente aplicables. Sin embargo, es necesario conocer cuál de todas las medidas antropométricas disponibles posee la mejor capacidad de predicción de incidencia de DM2. Debido a que las medidas utilizadas tradicionalmente como la CA, ICC o ICA se ven afectadas por la distribución de la grasa corporal y a que el IMC no

distingue el componente graso de agua o músculo, el uso de la bioimpedancia cobra importancia.

Este estudio brindará información acerca de la capacidad de predicción para incidencia de DM2 de cada una de las medidas antropométricas mencionadas y permitirá identificar la medida con mejor capacidad de predicción en esta población.

# Objetivos

## Objetivo general

- Determinar la capacidad de predicción del desarrollo de DM2 de medidas antropométricas (IMC, CA, ICC, ICA), y el %GCT en una población peruana.

## Objetivos específicos

- Comparar la capacidad de predicción de incidencia de DM2, en términos de AUC de las curvas ROC, de las medidas antropométricas (IMC, CA, ICC, ICA), y el %GCT en una población peruana.

# **Metodología**

## **Diseño de estudio**

El presente es un estudio de cohorte prospectiva. Análisis secundario de la base de datos del estudio CRONICAS Cohort Study (46), el cual fue realizado entre los años 2010 y 2013 en Perú, y tuvo como objetivo determinar la prevalencia de factores de riesgo cardiovascular y de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, así como estudiar la progresión a hipertensión arterial y DM2 de personas sanas. Dicho estudio contó con una visita basal y dos visitas de seguimiento a los 15 meses y a los 30 meses del enrolamiento.

## **Población**

El estudio primario fue realizado en zonas de tres departamentos del Perú; Lima, Tumbes y Puno. Estos fueron elegidos porque tenían un grado de urbanización distinto, siendo Lima una ciudad urbana, Tumbes y Puno semi-urbano ciudades semi-urbanas, y Puno rural una zona rural. El objetivo fue poder generar información que representara diversos lugares del Perú.

En Lima se tomó como marco muestral al distrito de Pampas de San Juan de Miraflores de la ciudad de Lima, que contaba con una población de 60 000 personas.

En Tumbes se tomó un área que comprendía diversas comunidades con cerca de 20 000 personas y en Puno, comunidades con una población total de 150 000 personas.

Este último sitio de estudio fue dividido en zona semi-urbana y rural, ya que, de acuerdo al último censo, la mitad de la población vivía en zonas rurales situadas alrededor de la ciudad.

El estudio primario incluyó a personas mayores de 35 años residentes de las zonas de estudio, y excluyó personas que por diversos motivos (cognitivos o discapacidad) no pudieran dar el consentimiento informado o responder el cuestionario, a mujeres embarazadas, personas a las que no se les pudiera realizar las medidas antropométricas o toma de presión arterial de forma adecuada (discapacidad física), y personas con tuberculosis activa.

## **Muestreo**

En el estudio primario se realizó un muestreo aleatorio estratificado por sexo y edad (35-44, 45-54, 55-64, y más de 65). La unidad de análisis fueron sujetos mayores de 35 años potencialmente elegibles, para identificarlos se utilizaron los últimos censos.

Para el presente análisis se incluirá a aquellas personas sin DM2 en la medición basal que cumplieron el seguimiento a los 30 meses. Se consideró que una persona tuvo DM2 al basal cuando reportó tomar medicamentos específicos para DM2, o cuando obtuvo un valor de glucosa en ayunas mayor o igual a 126 mg/dL.

Además, se excluyó aquellos registros en los que no cuenten con los datos para determinar si tuvo DM2 al basal, y aquellos que no contaron con datos de ninguna medida antropométrica ni %GCT al basal.

## **Operacionalización de variables**

### **Desenlace: incidencia de diabetes mellitus a 30 meses**

Después de excluir a los participantes que no tenían DM2 en la evaluación basal, se consideró que la persona ha desarrollado DM2 si cumplió con alguna de las

siguientes características a los 30 meses de seguimiento: 1) tomar medicamentos específicos de DM2 o 2) tener glucosa en ayunas mayor o igual a 126 mg/dL (31).

Esta variable fue de tipo categórica dicotómica y tuvo como valores finales: sí o no.

No se consideró el criterio de HbA1C debido a que en un estudio previo realizado en población peruana mostró baja concordancia (índice Kappa = 0.4) con alteraciones en glucosa en ayunas en población peruana (47). Además, en este mismo estudio, el uso de HbA1C como criterio diagnóstico triplicó el diagnóstico de DM2 a predominio de población adulta mayor y rural (47).

### **Exposiciones: medidas antropométricas**

Las medidas antropométricas fueron evaluadas en el estudio basal. Estas fueron: el IMC, ICA, ICC, y %GCT por bioimpedancia. Estas mediciones fueron recolectadas durante la evaluación clínica en la medición basal.

El peso, talla y CA fueron medidos durante la evaluación clínica que formó parte de la medición basal del estudio primario. Cada medida fue realizada al menos dos veces y se utilizó el promedio de las mediciones para el cálculo del IMC, ICC e ICA. El IMC fue calculado como el peso (kg) dividido entre la talla de pie (m) elevada al cuadrado. El ICA se obtuvo dividiendo la circunferencia abdominal (cm) entre la talla (cm). Para el ICC se dividió la CA (cm) entre la circunferencia de cadera (cm).

\*El %GCT es una medición de la adiposidad del cuerpo, que fue obtenida como resultado de la bioimpedancia realizada durante la evaluación clínica de la medición basal. La bioimpedancia se realizó usando un equipo TBF-300A (marca TANITA

Corporation, Japón) que se caracteriza por tener los electrodos para la planta de los pies.

La medición de la composición corporal por bioimpedancia ha sido evaluada antes comparada con el gold estándar, dual-energy X-ray absorptiometry (DXA), y ha demostrado ser útil en estudios epidemiológicos como marcador de obesidad (39) y para el seguimiento de control de peso (48).

Estas variables son cuantitativa continua y no se categorizaron para su análisis.

### **Otras variables**

Se estudió las siguientes variables sociodemográficas: edad, sexo, y lugar en el que habita (donde se tomó la encuesta). Además de estilos de vida como actividad física, tabaquismo y dependencia al alcohol. Asimismo, se consideró dentro de los antecedentes patológicos al antecedente de DM2 en padres (30, 49).

Variable	Definición		Valores posibles	Criterios de medición/escala de medición	Tipo de variable	Fuente
	Conceptual	Operacional				
Edad	Tiempo de vida del participante	Años cumplidos reportados por el participante.	Valores de 35 a más años	Cuantitativa, continua. Escala de razón	Confusor	Cuestionario basal de <i>CRONICAS Cohort Study</i>
Sexo	Género del participante, condición que distingue varón de mujer	Sexo reportado por el participante.	Femenino, masculino	Categoría, dicotómica. Escala nominal	Confusor	Cuestionario basal de <i>CRONICAS Cohort Study</i>
Sitio de estudio	Lugar donde reside el participante.	Lugar donde fue captada el participante.	Lima, Puno rural, Puno urbano, Tumbes	Categoría, politómica. Escala nominal	Confusor	Cuestionario basal de <i>CRONICAS Cohort Study</i>
Actividad física	“todo movimiento del cuerpo que hace trabajar a los músculos y requiere más energía que estar en reposo” <sup>38</sup>	Medido con el cuestionario corto de “International Physical Activity Questionnaire” – IPAQ(50). Se calculó mediante la suma de los siguientes ítems: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3.3*minutos de caminata*días a la semana en que camina</li> <li>- 4*minutos de actividad moderada*días a la semana en que realiza actividad moderada (levantar pesos livianos o andar lento en bicicleta)</li> <li>- 8*minutos de actividad intensa*días a la semana en que realiza actividad intensa (levantar pesos pesados o andar rápido en bicicleta)</li> </ul> Posteriormente se categorizará así: leve si posee menos de 600 METs/semana, moderada si tiene entre 600 y 3000 METs/semana, y alta si tiene más de 3000 METs/semana	Actividad leve, actividad moderada, actividad alta	Categoría, politómica. Escala ordinal	Confusor	Cuestionario basal de <i>CRONICAS Cohort Study</i>
Tabaquismo	Hábito de consumir tabaco.	Medido a través de la encuesta “Global Adult Tobacco Surveys” – GATS(51).	Nunca fumador, exfumador, fumador	Categoría, politómica. Escala ordinal	Confusor	Cuestionario basal de <i>CRONICAS Cohort Study</i>
Dependencia al alcohol (dependencia)	Hábito de consumir alcohol en exceso.	Medido a través del cuestionario AUDIT(52), se considerará como alcohólico aquellos que obtuvieron un puntaje igual o mayor a 8.	Sí, no	Categoría, dicotómica. Escala nominal	Posible confusor	Cuestionario basal de <i>CRONICAS Cohort Study</i>
Antecedente familiar de diabetes mellitus	Familiar sufre de diabetes mellitus “enfermedad metabólica caracterizada por defectos en la secreción o acción de la insulina”(31)	Participante refiere que su madre o padre sufre diabetes mellitus.	Sí, no	Categoría, dicotómica. Escala nominal	Confusor	Cuestionario basal de <i>CRONICAS Cohort Study</i>

## **Procedimientos y técnicas del estudio**

### **Tamizaje y enrolamiento**

Los entrevistadores visitaron las casas de los potenciales participantes (uno por casa). Luego de explicar el estudio y obtener el consentimiento informado se programó una cita para realizar las evaluaciones clínicas (antropometría, medidas de presión arterial, espirometría y exámenes de laboratorio). Si no se pudo concretar la cita con la persona elegida luego de 3 visitas, se eligió otra persona del mismo sexo y grupo etario para reemplazar a la anterior.

### **Recolección de datos**

#### **Cuestionario**

Los investigadores desarrollaron un cuestionario basado en el cuestionario para vigilancia de enfermedades no transmisibles de la OMS que contó con 10 secciones. Entre ellas se encontraban: datos demográficos, socioeconómicos, estilos de vida, tratamiento cardiovascular, evaluación clínica, entre otros. Este fue aplicado como entrevista por personal entrenado.

Los entrevistadores tomaron las medidas antropométricas (talla de pie y sentado, cintura y cadera) por duplicado. Además, la presión arterial fue medida con un monitor automático, por triplicado, usando un equipo OMRON HEM-780. Para la medición del %GCT se utilizó la bioimpedancia, esta fue medida con un equipo TBF-300A (marca TANITA Corporation, Japón).

## **Consideraciones éticas**

El estudio primario tiene aprobación del Comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (CIE-UPCH), Lima, Perú y el Comité de Ética de la Universidad Johns Hopkins, Baltimore, Estados Unidos. El presente estudio contó con aprobación del CIE-UPCH.

El presente fue un análisis secundario de datos, por lo que no se tuvo contacto alguno con sujetos humanos. En tal sentido, los posibles riesgos para los sujetos del análisis fueron mínimos, y estuvieron relacionados principalmente a una brecha en la confidencialidad. Durante el proceso del presente estudio se mantuvo la confidencialidad de los datos.

## **Plan de análisis**

Para la limpieza de los datos se buscaron valores no plausibles. Se excluyeron del análisis los registros de las personas que no fueron seguidos hasta la semana 30, y a aquellos que tuvieron DM2 en la medición basal.

La variable desenlace, incidencia de DM2, fue construida utilizando dos variables medidas en el seguimiento a los 30 meses; el valor de glucosa en ayunas y el referir tomar medicamentos específicos para DM2. Se consideró como incidencia de DM2 a las personas que tuvieron, a los 30 meses de seguimiento, un valor de glucosa en ayunas mayor a 126 mg/dL o refirieron tomar medicamentos específicos para DM2 al momento de la entrevista. Esta variable, incidencia de DM2, es dicotómica y tomó los valores finales: sí o no.

Las variables exposición fueron el IMC, CA, ICC y %GCT, variables cuantitativas continuas, medidas en escala de razón.

Para el análisis descriptivo de las variables se utilizó medidas de tendencia central y dispersión si son cuantitativas, o frecuencias y porcentajes si son categóricas. Para el caso la incidencia de DM2 se consideró la proporción de personas que desarrollaron DM2. Para el IMC, CA, ICA, ICC y %GCT se utilizó la media y desviación estándar.

Para el análisis bivariado que sirvió para hallar la asociación entre cada medida antropométrica y la incidencia de DM2 se utilizó una prueba t de student, para lo cual se invirtió el orden de las variables (exposición por outcome) y se buscó determinar si la media cada medida antropométrica es igual en el grupo de personas que desarrolló DM2 y en grupo de personas que no desarrolló DM2.

El objetivo principal del estudio fue determinar la capacidad de predicción para el desarrollo de DM2 de cada una de las medidas antropométricas. La capacidad de predicción se calculó mediante las curvas ROC y el área bajo la curva (AUC), una medida de resumen de la sensibilidad y especificidad para cada punto de corte (53).

Las curvas ROC permiten evaluar qué tan bien un modelo discrimina entre casos y no casos. Se eligió calcular curvas ROC para determinar la capacidad de predicción debido a que el desenlace es dicotómico y la exposición una variable continua. El AUC es un resumen de la capacidad de discriminación del modelo y se puede interpretar como la proporción de las veces en que un caso tiene mayor probabilidad de ser identificado como caso en comparación a un no caso (53). Se utilizó la

siguiente regla para graduar los valores de AUC: 0.9 a 1.0 (excelente), 0.8 a 0.9 (buena), 0.7 a 0.8 (regular), 0.6 a 0.7 (pobre) y 0.5 a 0.6 (fallida) (53).

Las curvas ROC fueron calculadas a partir de un análisis post hoc de la regresión logística. Se crearon distintos modelos de regresión logística. Los modelos fueron: 1) modelo no ajustado, 2) ajustado por características sociodemográficas (edad, sexo y sitio de estudio), 3) ajustado por las características sociodemográficas y estilos de vida (hábito tabáquico, dependencia al alcohol y actividad física), y 4) ajustado por características sociodemográficas, estilos de vida y antecedente familiar de diabetes.

Los supuestos evaluados de la regresión logística evaluados fueron la linealidad entre el log odds de DM2 y cada medida antropométrica por separado, y la independencia de observaciones. Además, para las regresiones ajustadas, se evaluó la multicolinealidad entre las variables incluidas en el modelo mediante el cálculo del factor de inflación de varianza (VIF). Para comparar la capacidad de predicción de las medidas antropométricas se utilizó el test de comparación de AUC.

Posteriormente se halló el mejor punto de corte para predecir DM2 de cada medida antropométrica utilizando el Índice de Youden. Este método maximiza la siguiente ecuación:  $J = \max_c \{Se(c) + Sp(c) - 1\}$ , donde  $c$  es el punto de corte en el cual la suma de  $Se$  (sensibilidad) y  $Sp$  (especificidad) obtiene el mayor valor (54). Este punto de corte fue utilizado para realizar el cálculo de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN) para cada medida antropométrica. Para las pruebas mencionadas se utilizó un valor de

significancia del 5%. Se utilizó el software estadístico Stata v14 (StataCorp, TX, US).

Para evaluar la capacidad de predicción de paquetes de medidas antropométricas se utilizó recursive partitioning que permite generar árboles de clasificación o de regresión utilizando medidas no paramétricas (55). Para ello se utilizó las medidas antropométricas dicotomizadas de acuerdo a los puntos de corte hallados con el método de Youden, y mediante el uso de la librería “party” de R, se creó un árbol de clasificación. Esta librería contiene la opción ctree evalúa la independencia entre las covariables y elige la variable con una fuerza de asociación mayor con el desenlace para generar un nudo. Este proceso se repite hasta que el adicionar nuevas variables al modelo no mejora la clasificación del desenlace (56). Para este análisis se utilizó el software estadístico R v3.4.4.

# Resultados

El CRONICAS Cohort Study enroló a 3601 participantes, de los cuales 2701 completaron el seguimiento a los 30 meses. De estos se excluyó a 178 personas que tuvieron DM2 en la medición basal. Finalmente, el presente estudio incluyó a 2523 participantes (ver Figura 1).

Al basal, la mediana de la edad fue 54.1 años (Rango intercuartilar: 44.6 a 63.6), 1292 (51.2%) fueron mujeres, y el 883 (35.0%) provino de Lima. La mayoría tuvo estilos de vida saludables; 1742 (69.1%) realizaba actividad física de moderada a alta, 2230 (88.4%) no tenía dependencia al alcohol y 2221 (88.1%) no era fumador al momento de la medición basal. Luego de 30 meses de seguimiento, la densidad de incidencia fue de 1.95 por 100 personas-año de seguimiento. La prevalencia de sobrepeso y de obesidad fue de 45.1% y 26.5%, respectivamente. Los valores iniciales para las medidas antropométricas estudiadas se presentan en la tabla 1.

En el análisis bivariado, se halló evidencia de asociación entre la incidencia de DM2 y las medidas antropométricas estudiadas (IMC, CA, ICC, ICA, y %GCT). La media las medidas antropométricas fue mayor en personas que desarrollaron DM2 en comparación con aquellas que no desarrollaron DM2: IMC (30.5 vs 27.6 kg/m<sup>2</sup>,  $p < 0.001$ ), CA (97.9 vs 91.5 cm,  $p < 0.001$ ), ICA (0.63 vs 0.60,  $p < 0.001$ ), ICC (0.96 vs 0.94,  $p = 0.005$ ) y %GCT (33.7 vs 29.9%,  $p < 0.001$ ) (Tabla 2).

Se crearon modelos de regresión logística con el objetivo de calcular el valor predictivo de cada medida antropométrica. En el análisis no ajustado, se halló asociación entre cada una de las medidas antropométricas y la incidencia de DM2.

Esta asociación se mantuvo para cada medida antropométrica al ajustar por sexo, edad y sitio de estudio, y por sexo, edad, sitio de estudio y estilos de vida, modelos 2 y 3, respectivamente. La asociación entre IMC, CA, ICA, %GCT y la incidencia de DM2 se mantuvo incluso luego de ajustar por las variables sociodemográficas, estilos de vida y antecedentes familiar de diabetes. Esto no se cumplió para el ICC (Tabla 3).

## **Capacidad de predicción**

Al calcular capacidad de predicción de las medidas antropométricas utilizando el modelo no ajustado se halló que el IMC (AUC: 0.68, IC 95% 0.63 – 0.72), CA (AUC: 0.68, IC 95% 0.64 – 0.73), ICA (AUC: 0.67, IC 95% 0.63 – 0.72) y el %GCT medido por bioimpedancia (AUC: 0.63, IC 95% 0.58 – 0.67) poseían una capacidad pobre, es decir, con valores de AUC entre 0.6 a 0.70 para predecir la incidencia de DM2. Por otro lado, el ICC (AUC: 0.58, IC 95% 0.53 – 0.63) tuvo una capacidad de predicción fallida, es decir, con AUC entre 0.5 a 0.6, para la incidencia de DM2 (Tabla 4).

Luego de realizar el cálculo de AUC para los diversos modelos (no ajustado y ajustados) para cada medida antropométrica, se halló que la capacidad de predicción era similar entre los modelos (Tabla 4). Esto quiere decir que, al agregar variables al modelo, la capacidad de predicción no mejora.

Por ello, para determinar qué medida antropométrica poseía mejor capacidad de predicción para el desarrollo de DM2, se utilizó una prueba de comparación de AUC para los AUC obtenidos de los modelos en que solo se incluyó la medida

antropométrica. Se halló que el IMC, CA e ICA poseían mejor capacidad de predicción que el ICC o el %GCT ( $p < 0.05$ ). No se hallaron diferencias entre el IMC, CA e ICA (Gráfico 1 y Tabla 5).

Al calcular los puntos de corte con mejor balance entre sensibilidad y especificidad, se halló que la medida antropométrica con mejor sensibilidad, 71%, fue la CA (utilizando un punto de corte de 93cm), mientras que aquella con mejor especificidad, 72%, fue el IMC (utilizando un punto de corte de 29.2 kg/m<sup>2</sup>). Mientras que los VVP y VPN de las pruebas fueron muy similares entre sí (Tabla 6).

Esto fue también comprobado mediante el uso de recursive partitioning, así se generó un árbol de clasificación utilizando las medidas antropométricas estudiadas dicotomizadas según el mejor punto de corte hallado con el método de Youden. Se halló que el mejor modelo era aquel que incluía las variables IMC seguida de la CA.

Para aquellos con IMC mayor a 29.2 kg/m<sup>2</sup> fueron el 9.7%, para aquellos en los que el IMC fue menor a ese punto de corte se utilizó la CA con punto de corte de 93cm. Para aquellos con CA mayor a 93cm e IMC menor a 29.2 kg/m<sup>2</sup> la probabilidad de desarrollar DM2 es de 5.0% y para aquellos con CA menor a 93cm y 29.2 kg/m<sup>2</sup> es de 2.2% (Figura 1). Al utilizar estas pruebas de forma secuencial la sensibilidad final es de 77.3% mientras que la especificidad es de 75.9%.

## Discusión

En nuestro análisis de población peruana, se encontró que la capacidad de predicción, evaluada mediante el AUC de las curvas ROC, para la incidencia de DM2 para el IMC, CA, ICA y %GCT fue pobre. El IMC, CA e ICA tenían mejor capacidad de predicción para la incidencia de DM2 que el ICC o que el %GCT al comparar el AUC. Al calcular la sensibilidad y especificidad de las medidas antropométricas para los puntos de corte hallados por el índice de Youden, la mayor sensibilidad la presentó la CA y la mejor especificidad la presentó el IMC. Se evaluó la sensibilidad del uso de IMC seguido de CA, pruebas secuenciales elegidas por el método de árboles de clasificación, y se halló una sensibilidad final de 77.3% y una especificidad de 75.9%.

La capacidad de predicción hallada en nuestro estudio para IMC, ICA y CA fue similar a la hallada en estudios previos. Así, una revisión sistemática que realizó su búsqueda hasta el año 2010 e incluyó 22 estudios transversales halló que la capacidad de predicción de DM2 en varones fue de 0.66 para IMC, 0.79 para CA, y 0.71 para ICA. Para las mujeres, la capacidad de predicción de diabetes mellitus fue de 0.70 para IMC, 0.74 para CA, y 0.75 para ICA (22). Esta revisión sistemática incluyó estudios de diversas poblaciones y halló estimados consistentes entre estudios. Esto sugiere que la capacidad de predicción de las medidas antropométricas se mantiene incluso entre diversos grupos raciales.

## **Comparación entre las medidas estudiadas**

El objetivo secundario del presente estudio fue comparar las capacidades de predicción de las medidas antropométricas. Se halló que el IMC, CA e ICA presentan mejor capacidad de predicción que el ICC o que el %GCT medido por bioimpedancia en la población estudiada. Los resultados hallados en nuestro estudio son congruentes con los estudios previos. Una revisión sistemática halló que el ICA y la CA estaban más fuertemente asociadas a la incidencia de DM2 en comparación al IMC (10), y otra revisión sistemática halló que el IMC estaba asociado más fuertemente a la incidencia de DM2 en comparación al resto de medidas antropométricas (11). Una revisión sistemática de estudios transversales estudió la capacidad de predicción de las medidas antropométricas para DM2 halló que ICA posee mejor capacidad de predicción tanto para hombres como para mujeres (22).

Se halló que el %GCT medido por bioimpedancia no fue superior que el IMC, CA o ICA para predecir la incidencia de DM2. Una posible explicación es que la medición por bioimpedancia realizada en el estudio primario no discrimina entre la grasa corporal total y la visceral. Además, la bioimpedancia podría estar sesgada en el caso de personas con obesidad severa (34), siendo estas las que presumiblemente se encuentren en mayor riesgo de desarrollar DM2. Ya que la precisión de la bioimpedancia disminuye en esta población. Esto pudo ocasionar una mala clasificación diferencial en la cual aquellas personas con mayor componente graso se consideren con menor porcentaje de grasa al que poseen realmente, y reduciendo así la capacidad de predicción de esta medida antropométrica.

## **Medidas secuenciales**

Es comprensible que la capacidad de predicción de las medidas antropométricas por si solas no sea buena o excelente. Esto se debe a que, a pesar de que la adiposidad es un factor importante para el desarrollo de diabetes, existen otros factores que influyen en el desarrollo de la diabetes como estilos de vida (dieta y actividad física), edad, comorbilidades y los antecedentes familiares. Esto se ve reflejado en diversas herramientas para predecir el riesgo de desarrollo de DM2 que existen. Así, una revisión sistemática halló 18 herramientas diferentes para predecir DM2 que contenían diversas variables. Entre las más comunes se encontraban la edad, el IMC, y los antecedentes personales y familiares (57, 58). Estas herramientas tienen la ventaja de poseer una capacidad de predicción mayor que aquella de las medidas antropométricas aisladas, sin embargo, su aplicación es menos factible por incluir algunas variables que la persona podría no conocer.

Siguiendo la lógica planteada, se optó por buscar una forma de aplicar las medidas antropométricas estudiadas que mejore su capacidad de predicción. Así, se halló que la mejor estrategia era utilizar de forma secuencial el IMC y luego la CA. Con ello se obtuvo una sensibilidad final de 77.3% y una especificidad de 75.9%. La sensibilidad es comparable con lo hallado en los scores de riesgo existentes, para los cuales la sensibilidad se halló entre 70.9 a 92%. Mientras que la especificidad es superior a aquella obtenida por estas escalas, para las cuales se encontró entre 37.4 a 65.9%.

## **Fortalezas y limitaciones**

Las fortalezas de este estudio son; 1) el diseño prospectivo utilizado permite tener temporalidad y evitar problemas de causalidad reversa, 2) el ajuste por variables confusoras, 3) la evaluación del %GCT, y 4) es uno de los pocos estudios realizados en población latina. Por estos motivos consideramos que nuestro estudio es importante y brinda información útil.

Este estudio presenta algunas limitaciones que procederemos a analizar a detalle; 1) la utilización de glucosa en ayunas para realizar el diagnóstico en lugar del test de tolerancia oral a la glucosa, 2) las fórmulas utilizadas para realizar el cálculo de la composición corporal por los equipos de bioimpedancia utilizados en el estudio no han sido validadas para población latina, 3) los participantes que se perdieron en el seguimiento de la CRONICAS Cohort study poseen algunas características diferentes a aquellos que continuaron el seguimiento, 4) el tiempo de seguimiento de 30 meses.

El uso de glucosa en ayunas, en lugar del test de tolerancia oral a la glucosa, podría generar un sesgo de medición ya que la glucosa en ayunas tiene una estabilidad preanalítica menor que otras pruebas para diagnóstico de diabetes, es decir, que tiende a ser menos constante que otro tipo de pruebas (40, 49). Por lo tanto, el uso de glucosa en ayunas puede generar una mala clasificación no diferencial, para minimizar este sesgo de medición, las personas encargadas de tomar la muestra de sangre preguntaban si la persona estaba en ayunas de por lo menos 8 horas. No se consideró el criterio de HbA1C debido a que en un estudio previo realizado en población peruana mostró baja concordancia (índice kappa=0.4) con alteraciones

en glucosa en ayunas en esta población (41). Además, en este mismo estudio, el uso de HbA1C como criterio diagnóstico triplicó el diagnóstico de diabetes mellitus a predominio de población adulta mayor y rural, lo cual es opuesto a lo descrito por la American Diabetes Association (ADA) que explica que el uso de HbA1C disminuye en un tercio el diagnóstico de DM2 (40), por lo que no queda clara la utilidad de HbA1C con el punto de corte de 6.5% en nuestra población. Así, el uso de HbA1C podría llevar a mala clasificación de los pacientes con edad avanzada o residentes de zona rural, como se ha hallado en estudios previos (41).

Sobre la medición del %GCT, las fórmulas utilizadas para calcular la composición corporal por los equipos de bioimpedancia utilizados han sido validadas para diversas poblaciones (38), pero no para población latina. Los equipos de bioimpedancia miden la resistencia del paso de la corriente a través del cuerpo y, a través de fórmulas que incluyen la talla, el peso y el sexo, se calcula la composición corporal (40). Debido a que la raza puede alterar la distribución de los componentes corporales, se han creado fórmulas que contienen una constante que varía de acuerdo a la raza. El uso de una fórmula no validada en mi población de estudio puede generar valores de %GCT distintos a los reales. Sin embargo, ya que esto se presenta de forma no diferencial, su efecto sería llevar el estimado puntual hallado al valor nulo.

Durante la realización del CRONICAS Cohort study, se perdieron aproximadamente el 25% de las personas enroladas en el basal. Estos participantes poseían menores valores de adiposidad, medida por los indicadores antropométricas, en comparación a los que no se perdieron al seguimiento. Sin

embargo, consideramos que estas diferencias fueron estadísticamente significativas debido al tamaño de muestra grande, pero no fueron clínicamente relevantes, y por tanto no representan un sesgo en nuestro estudio. Además, la pérdida en el seguimiento fue mayor en la sede Puno tanto en la zona urbana como rural en comparación a las sedes Lima y Tumbes. Debido a la pérdida del 45 al 50% de los participantes de la sede Puno, no se pueden generalizar los resultados a esta población que buscaba representar a las personas que viven en zonas rurales y semi-urbanas; personas con menor ingreso económico y tendencia a mejores estilos de vida como el no ser fumadores.

El tiempo de seguimiento del CRONICAS Cohort Study fue de 30 meses. Este tiempo es relativamente corto para poder apreciar el desarrollo de DM2, así en el estudio se obtuvo una incidencia de DM2 de 4.8%.

## **Implicancias**

Nuestros resultados sugieren un potencial uso de medidas antropométricas para predecir la incidencia de DM2 a 30 meses. La capacidad de predicción de estas medidas al ser utilizadas por separado se encontró entre 60 a 70%, con una sensibilidad máxima para la CA de 71% y una especificidad máxima para el IMC de 72%. Al utilizar ambas pruebas de manera secuencial, primero el IMC (con punto de corte de 29.2kg/m<sup>2</sup>) y luego la CA (con punto de corte de 93cm.), se aprecia una mejora en la sensibilidad y la especificidad de 6 puntos porcentuales. Así, su uso se puede recomendar en estudios epidemiológicos, y para la selección de grupos de riesgo para la implementación de medidas preventivas (22).

## **Conclusiones**

La capacidad de predicción para la incidencia de DM2 para el IMC, CA, ICA y %GCT fue regular. El IMC, CA e ICA tenían mejor capacidad de predicción para la incidencia de diabetes que el ICC o que el %GCT. La mejor estrategia es utilizar de forma secuencial el IMC y luego la CA, ya que esta estrategia mejora la capacidad de predicción en términos de sensibilidad y especificidad. En el contexto de países de bajos y medianos ingresos económicos, donde el incremento de las tasas de obesidad y DM2 está cobrando importancia, estas medidas antropométricas podrían utilizarse para identificar personas en riesgo de desarrollar DM2 a los 30 meses y brindar medidas preventivas de cambios de estilos de vida.

## **Recomendaciones**

Nuestros resultados sugieren un potencial uso de IMC y CA para predecir el desarrollo de DM2. El uso de estas medidas debería hacerse de forma secuencial. Se sugiere la realización de estudios futuros relacionados a la evaluación de la implementación e impacto del uso de estas medidas para dirigir la indicación de medidas preventivas generales.

# Referencias

1. Guariguata L, Whiting DR, Hambleton I, Beagley J, Linnenkamp U, Shaw JE. Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. *Diabetes research and clinical practice*. 2014;103(2):137-49.
2. Hossain P, Kowar B, El Nahas M. Obesity and Diabetes in the Developing World — A Growing Challenge. *New England Journal of Medicine*. 2007;356(3):213-5.
3. Aschner P, Aguilar-Salinas C, Aguirre L, Franco L, Gagliardino JJ, de Lapertosa SG, et al. Diabetes in South and Central America: an update. *Diabetes research and clinical practice*. 2014;103(2):238-43.
4. Seclen SN, Rosas ME, Arias AJ, Medina CA. Elevated incidence rates of diabetes in Peru: report from PERUDIAB, a national urban population-based longitudinal study. *BMJ Open Diabetes Research and Care*. 2017;5(1):e000401.
5. Seclen SN, Rosas ME, Arias AJ, Huayta E, Medina CA. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in Peru: report from PERUDIAB, a national urban population-based longitudinal study. *BMJ Open Diabetes Research and Care*. 2015;3(1):e000110.
6. Bernabé-Ortiz A, Carrillo-Larco RM, Gilman RH, Miele CH, Checkley W, Wells JC, et al. Geographical variation in the progression of type 2 diabetes in Peru: The CRONICAS Cohort Study. *Diabetes research and clinical practice*. 2016;121:135-45.
7. Leung MY, Carlsson NP, Colditz GA, Chang SH. The Burden of Obesity on Diabetes in the United States: Medical Expenditure Panel Survey, 2008 to 2012. *Value in health : the journal of the International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research*. 2017;20(1):77-84.
8. Villena JE. Diabetes mellitus in Peru. *Annals of global health*. 2015;81(6):765-75.
9. Sun Y, You W, Almeida F, Estabrooks P, Davy B. The Effectiveness and Cost of Lifestyle Interventions Including Nutrition Education for Diabetes Prevention: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2017;117(3):404-21.e36.
10. Kodama S, Horikawa C, Fujihara K, Heianza Y, Hirasawa R, Yachi Y, et al. Comparisons of the strength of associations with future type 2 diabetes risk among anthropometric obesity indicators, including waist-to-height ratio: a meta-analysis. *American journal of epidemiology*. 2012;176(11):959-69.
11. Vazquez G, Duval S, Jacobs DR, Jr., Silventoinen K. Comparison of body mass index, waist circumference, and waist/hip ratio in predicting incident diabetes: a meta-analysis. *Epidemiol Rev*. 2007;29:115-28.
12. Hartwig S, Kluttig A, Tiller D, Fricke J, Muller G, Schipf S, et al. Anthropometric markers and their association with incident type 2 diabetes mellitus: which marker is best for prediction? Pooled analysis of four German population-based cohort studies and comparison with a nationwide cohort study. *BMJ open*. 2016;6(1):e009266.
13. Taylor AE, Ebrahim S, Ben-Shlomo Y, Martin RM, Whincup PH, Yarnell JW, et al. Comparison of the associations of body mass index and measures of

central adiposity and fat mass with coronary heart disease, diabetes, and all-cause mortality: a study using data from 4 UK cohorts. *The American journal of clinical nutrition*. 2010;91(3):547-56.

14. Talaei M, Sadeghi M, Marshall T, Thomas GN, Iranipour R, Nazarat N, et al. Anthropometric indices predicting incident type 2 diabetes in an Iranian population: the Isfahan Cohort Study. *Diabetes & metabolism*. 2013;39(5):424-31.

15. Hadaegh F, Shafiee G, Azizi F. Anthropometric predictors of incident type 2 diabetes mellitus in Iranian women. *Annals of Saudi medicine*. 2009;29(3):194-200.

16. Hadaegh F, Zabetian A, Harati H, Azizi F. Waist/height ratio as a better predictor of type 2 diabetes compared to body mass index in Tehranian adult men—a 3.6-year prospective study. *Experimental and clinical endocrinology & diabetes : official journal, German Society of Endocrinology [and] German Diabetes Association*. 2006;114(6):310-5.

17. Chei CL, Iso H, Yamagishi K, Tanigawa T, Cui R, Imano H, et al. Body fat distribution and the risk of hypertension and diabetes among Japanese men and women. *Hypertension research : official journal of the Japanese Society of Hypertension*. 2008;31(5):851-7.

18. Jia Z, Zhou Y, Liu X, Wang Y, Zhao X, Wang Y, et al. Comparison of different anthropometric measures as predictors of diabetes incidence in a Chinese population. *Diabetes research and clinical practice*. 2011;92(2):265-71.

19. Hardy DS, Stallings DT, Garvin JT, Gachupin FC, Xu H, Racette SB. Anthropometric discriminators of type 2 diabetes among White and Black American adults. *Journal of diabetes*. 2017;9(3):296-307.

20. MacKay MF, Haffner SM, Wagenknecht LE, D'Agostino RB, Jr., Hanley AJ. Prediction of type 2 diabetes using alternate anthropometric measures in a multi-ethnic cohort: the insulin resistance atherosclerosis study. *Diabetes care*. 2009;32(5):956-8.

21. Tulloch-Reid MK, Williams DE, Looker HC, Hanson RL, Knowler WC. Do measures of body fat distribution provide information on the risk of type 2 diabetes in addition to measures of general obesity? Comparison of anthropometric predictors of type 2 diabetes in Pima Indians. *Diabetes care*. 2003;26(9):2556-61.

22. Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist- to- height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta- analysis. *Obesity reviews*. 2012;13(3):275-86.

23. Camhi SM, Bray GA, Bouchard C, Greenway FL, Johnson WD, Newton RL, et al. The Relationship of Waist Circumference and BMI to Visceral, Subcutaneous, and Total Body Fat: Sex and Race Differences. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2011;19(2):402-8.

24. Carroll JF, Chiapa AL, Rodriguez M, Phelps DR, Cardarelli KM, Vishwanatha JK, et al. Visceral fat, waist circumference, and BMI: impact of race/ethnicity. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2008;16(3):600-7.

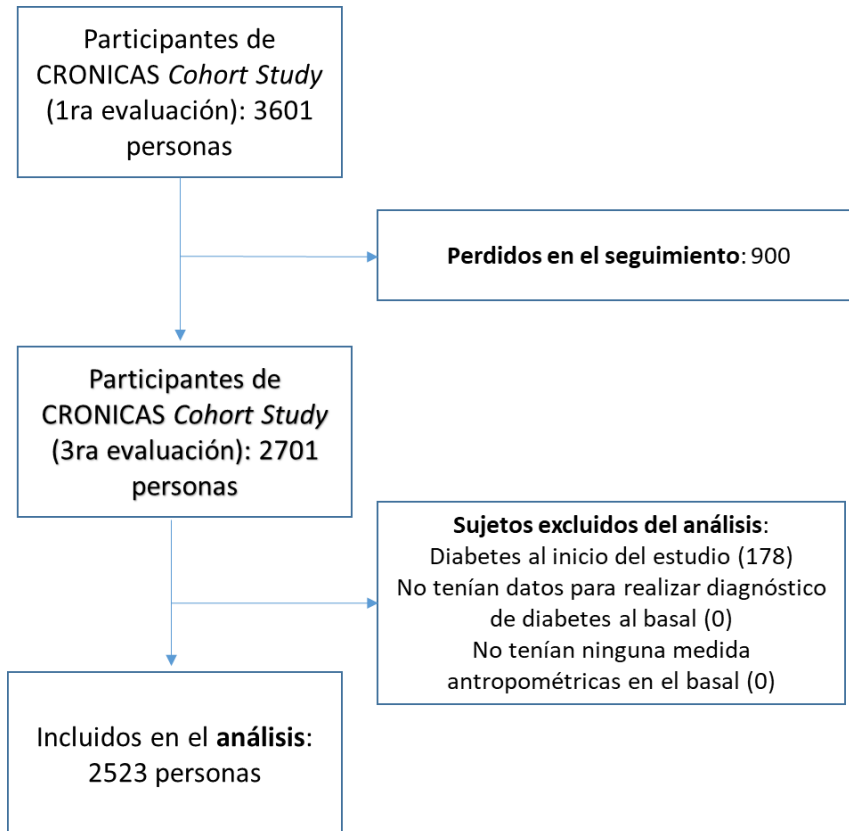
25. Sargeant LA, Bennett FI, Forrester TE, Cooper RS, Wilks RJ. Predicting incident diabetes in Jamaica: the role of anthropometry. *Obesity research*. 2002;10(8):792-8.
26. Berber A, Gomez-Santos R, Fanghanel G, Sanchez-Reyes L. Anthropometric indexes in the prediction of type 2 diabetes mellitus, hypertension and dyslipidaemia in a Mexican population. *International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity*. 2001;25(12):1794-9.
27. Harris DN, Song W, Shetty AC, Levano K, Caceres O, Padilla C, et al. The Evolutionary Genomic Dynamics of Peruvians Before, During, and After the Inca Empire. *bioRxiv*. 2017:219808.
28. Mulasi U, Kuchnia AJ, Cole AJ, Earthman CP. Bioimpedance at the bedside: current applications, limitations, and opportunities. *Nutrition in clinical practice : official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*. 2015;30(2):180-93.
29. Kim CH, Kim HK, Kim EH, Bae SJ, Park JY. Association between changes in body composition and risk of developing type 2 diabetes in Koreans. *Diabetic Medicine*. 2014;31(11):1393-8.
30. Kahn SE, Cooper ME, Del Prato S. Pathophysiology and treatment of type 2 diabetes: perspectives on the past, present, and future. *Lancet (London, England)*. 2014;383(9922):1068-83.
31. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes care*. 2010;33(Supplement 1):S62-S9.
32. Polonsky KS. The past 200 years in diabetes. *The New England journal of medicine*. 2012;367(14):1332-40.
33. Porth. *Fisiopatología. Salud-enfermedad: un enfoque conceptual*. 7th ed. Panamericana, editor.
34. Seidell JC, Halberstadt J. The global burden of obesity and the challenges of prevention. *Annals of nutrition & metabolism*. 2015;66 Suppl 2:7-12.
35. Heymsfield SB, Wadden TA. Mechanisms, Pathophysiology, and Management of Obesity. *The New England journal of medicine*. 2017;376(3):254-66.
36. Bergman RN, Ader M. Free fatty acids and pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 2000;11(9):351-6.
37. Yudkin JS, Eringa E, Stehouwer CD. "Vasocrine" signalling from perivascular fat: a mechanism linking insulin resistance to vascular disease. *The Lancet*. 2005;365(9473):1817-20.
38. Shuster A, Patlas M, Pinthus JH, Mourtzakis M. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods for visceral adipose tissue analysis. *The British journal of radiology*. 2012;85(1009):1-10.
39. Geliebter A, Atalayer D, Flancbaum L, Gibson CD. Comparison of body adiposity index (BAI) and BMI with estimations of % body fat in clinically severe obese women. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2013;21(3):493-8.
40. Jaffrin MY. Body composition determination by bioimpedance: an update. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*. 2009;12(5):482-6.
41. Verney J, Metz L, Chaplais E, Cardenoux C, Pereira B, Thivel D. Bioelectrical impedance is an accurate method to assess body composition in

- obese but not severely obese adolescents. *Nutrition research* (New York, NY). 2016;36(7):663-70.
42. TANITA. Bioelectrical Impedance Analysis 2017 [Available from: <https://tanita.eu/tanita-academy/bioelectrical-impedance-analysis>].
  43. Willett K, Jiang R, Lenart E, Spiegelman D, Willett W. Comparison of bioelectrical impedance and BMI in predicting obesity-related medical conditions. *Obesity* (Silver Spring, Md). 2006;14(3):480-90.
  44. Worldwide trends in diabetes since 1980: a pooled analysis of 751 population-based studies with 4.4 million participants. *Lancet* (London, England). 2016;387(10027):1513-30.
  45. Institute for Health Metrics and Evaluation. Global Burden of Disease 2016 [Available from: <http://thelancet.com/lancet/visualisations/gbd-compare>].
  46. Miranda JJ, Bernabe-Ortiz A, Smeeth L, Gilman RH, Checkley W, Group CCS. Addressing geographical variation in the progression of non-communicable diseases in Peru: the CRONICAS cohort study protocol. *BMJ open*. 2012;2(1):e000610.
  47. Miranda JJ, Bernabe-Ortiz A, Stanojevic S, Malaga G, Gilman RH, Smeeth L. A1C as a Diagnostic Criteria for Diabetes in Low- and Middle-Income Settings: Evidence from Peru. *PLoS ONE*. 2011;6(3):e18069.
  48. Li Y-C, Li C-I, Lin W-Y, Liu C-S, Hsu H-S, Lee C-C, et al. Percentage of Body Fat Assessment Using Bioelectrical Impedance Analysis and Dual-Energy X-ray Absorptiometry in a Weight Loss Program for Obese or Overweight Chinese Adults. *PLoS ONE*. 2013;8(4):e58272.
  49. Harrison TA, Hindorff LA, Kim H, Wines RC, Bowen DJ, McGrath BB, et al. Family history of diabetes as a potential public health tool. *American journal of preventive medicine*. 2003;24(2):152-9.
  50. IPAQ. Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) 2005 [Available from: <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>].
  51. Global Adult Tobacco Survey Collaborative Group. Tobacco Questions for surveys: A subset of key questions from the Global Adult Tobacco Survey (GATS). Atlanta: 2011.
  52. Daepfen JB, Yersin B, Landry U, Pecoud A, Decrey H. Reliability and validity of the Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT) imbedded within a general health risk screening questionnaire: results of a survey in 332 primary care patients. *Alcoholism, clinical and experimental research*. 2000;24(5):659-65.
  53. Kleinbaum DG. Logistic regression: a self-learning text. Springer, editor2010.
  54. Fluss R, Faraggi D, Reiser B. Estimation of the Youden Index and its associated cutoff point. *Biometrical journal*. 2005;47(4):458-72.
  55. Hothorn T, Hornik K, Strobl C, Zeileis A, Hothorn MT. Package ‘party’. Package Reference Manual for Party Version 09-998. 2015;16:37.
  56. Hothorn T, Hornik K, Zeileis A. Unbiased recursive partitioning: A conditional inference framework. *Journal of Computational and Graphical statistics*. 2006;15(3):651-74.

57. Barber SR, Davies MJ, Khunti K, Gray LJ. Risk assessment tools for detecting those with pre-diabetes: a systematic review. *Diabetes research and clinical practice*. 2014;105(1):1-13.
58. Lindström J, Tuomilehto J. The diabetes risk score: a practical tool to predict type 2 diabetes risk. *Diabetes care*. 2003;26(3):725-31.

# Anexos

## Figura 1: Flujograma



**Tabla 1. Características de los participantes del CRONICAS Cohort Study incluidos en el estudio**

Características	Total N (%)
<b>Edad (años)*</b>	54.1 (44.6 - 63.6)
<b>Sexo</b>	
Femenino	1292 (51.2)
Masculino	1230 (48.8)
<b>Lugar de residencia</b>	
Lima	883 (35.0)
Puno urbano	384 (15.2)
Puno rural	404 (16.0)
Tumbes	852 (33.8)
<b>Índice de pobreza</b>	
Bajo	758 (30.0)
Mediano	871 (34.5)
Alto	894 (35.4)
<b>Fumador</b>	
Nunca	1394 (55.3)
Ex-fumador	827 (32.8)
Fumador	302 (12.0)
<b>Actividad física†</b>	
Baja	778 (30.9)
Moderada - Alta	1742 (69.1)
<b>Dependencia al alcohol</b>	
No	2230 (88.4)
Sí	293 (11.6)
<b>Antecedente familiar de diabetes</b>	
No	1182 (87.2)
Sí	174 (12.8)
<b>IMC (kg/m2)**</b>	27.7 (4.5)
<b>CA (cm)**</b>	91.8 (10.7)
<b>ICA (unid)**</b>	0.6 (0.1)
<b>ICC (unid)**</b>	0.9 (0.1)
<b>%GCT**</b>	30.1 (8.5)
<b>Incidencia de diabetes</b>	
No	2402 (95.2)
Sí	121 (4.8)

\*Mediana y rango intercuartilar. \*\*Media y desviación estándar

† Valores no suman 2523 debido a datos perdidos

IMC: índice de masa corporal, CA: circunferencia abdominal, ICC: índice cintura-cadera, ICA: índice cintura-altura, %GCT: porcentaje de grasa corporal total

**Tabla 2. Factores asociados a la incidencia de diabetes mellitus según análisis bivariado**

Características	Desarrolló diabetes mellitus		p‡
	No (n= 2402) N (%)	Sí (n= 121) N (%)	
<b>Edad (años)*</b>	53.8 (44.4 - 63.6)	56.9 (47.7 - 63.7)	0.125 <sup>¥</sup>
<b>Sexo</b>			
Femenino	1229 (95.1)	63 (4.9)	0.850
Masculino	1172 (95.3)	58 (4.7)	
<b>Lugar de residencia</b>			
Lima	838 (94.9)	45 (5.1)	0.229
Puno urbano	361 (94.0)	23 (6.0)	
Puno rural	392 (97.0)	12 (3.0)	
Tumbes	811 (95.2)	41 (4.8)	
<b>Índice de pobreza</b>			
Bajo	728 (96.0)	30 (4.0)	0.092
Mediano	834 (95.8)	37 (4.2)	
Alto	840 (94.0)	54 (6.0)	
<b>Fumador</b>			
Nunca	1327 (95.2)	67 (4.8)	0.535
Ex-fumador	791 (95.6)	36 (4.4)	
Fumador	284 (94.0)	18 (6.0)	
<b>Actividad física†</b>			
Baja	736 (94.6)	42 (5.4)	0.349
Moderada - Alta	1663 (95.5)	79 (4.5)	
<b>Dependencia al alcohol</b>			
No	2125 (95.3)	105 (4.7)	0.571
Sí	277 (94.5)	16 (5.5)	
<b>Antecedente familiar de diabetes</b>			
No	1125 (95.2)	57 (4.8)	0.599
Sí	164 (94.3)	10 (5.7)	
<b>IMC (kg/m2)**</b>	27.57 (4.5)	30.49 (5.1)	<0.001 <sup>§</sup>
<b>CA (cm)**</b>	91.47 (10.7)	97.92 (10.0)	<0.001 <sup>§</sup>
<b>ICC (unid)**</b>	0.94 (0.1)	0.96 (0.1)	0.005 <sup>§</sup>
<b>ICA (unid)**</b>	0.59 (0.1)	0.63 (0.1)	<0.001 <sup>§</sup>
<b>%GCT**</b>	29.94 (8.4)	33.70 (8.3)	<0.001 <sup>§</sup>

\*Mediana y rango intercuartilar.

\*\*Media y desviación estándar

† Valores no suman 2523 debido a datos perdidos

‡ Prueba de Chi cuadrado.

¥ Prueba de Rango- Suma

§ Prueba t de Student

IMC: índice de masa corporal, CA: circunferencia abdominal, ICC: índice cintura-cadera, ICA: índice cintura-altura, %GCT: porcentaje de grasa corporal total

**Tabla 3. Factores independientemente asociados a la incidencia de diabetes en análisis de regresión logística**

Variables	Modelo 1			Modelo 2			Modelo 3			Modelo 4		
	OR	IC 95%	p	OR	IC 95%	p	OR	IC 95%	p	OR	IC 95%	p
<b>IMC</b> (kg/m <sup>2</sup> )	1.13	1.09 - 1.17	<0.001	1.14	1.09 - 1.18	<0.001	1.14	1.09 - 1.18	<0.001	1.11	1.06 - 1.17	<0.001
<b>CA</b> (cm)	1.06	1.04 - 1.08	<0.001	1.06	1.04 - 1.08	<0.001	1.06	1.04 - 1.08	<0.001	1.05	1.03 - 1.08	<0.001
<b>ICA</b> (unid)*	1.08	1.06 - 1.11	<0.001	1.09	1.06 - 1.12	<0.001	1.09	1.06 - 1.12	<0.001	1.08	1.04 - 1.12	<0.001
<b>ICC</b> (unid)*	1.04	1.01 - 1.06	0.005	1.04	1.01 - 1.07	0.004	1.04	1.01 - 1.07	0.004	1.03	0.99 - 1.07	0.182
<b>%GCT</b>	1.06	1.03 - 1.08	<0.001	1.09	1.06 - 1.12	<0.001	1.09	1.06 - 1.12	<0.001	1.08	1.03 - 1.12	<0.001

Modelo 1: no ajustado

Modelo 2: ajustado por sexo, edad, sitio de estudio

Modelo 3: ajustado por sexo, edad y estilos de vida (fumar, dependencia al alcohol, actividad física)

Modelo 4: ajustado por sexo, edad y estilos de vida (fumar, dependencia al alcohol, actividad física), y antecedente familiar de diabetes

\*OR calculado para cada 0.01 unidades

IMC: índice de masa corporal, CA: circunferencia abdominal, ICA: índice cintura-altura, ICC: índice cintura-cadera, %GCT: porcentaje de grasa corporal total

**Tabla 4. Valores del área bajo la curva (AUC) para la predicción de la incidencia de diabetes**

Variables	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3		Modelo 4	
	AUC	IC 95%	AUC	IC 95%	AUC	IC 95%	AUC	IC 95%
<b>IMC</b> (kg/m <sup>2</sup> )	0.68	0.63 - 0.72	0.69	0.65 - 0.74	0.70	0.65 - 0.74	0.68	0.62 - 0.73
<b>CA</b> (cm)	0.68	0.64 - 0.73	0.69	0.64 - 0.73	0.69	0.65 - 0.74	0.67	0.61 - 0.73
<b>ICA</b> (unid)*	0.67	0.63 - 0.72	0.69	0.64 - 0.73	0.69	0.64 - 0.73	0.67	0.61 - 0.73
<b>ICC</b> (unid)*	0.58	0.53 - 0.63	0.61	0.56 - 0.66	0.61	0.56 - 0.66	0.59	0.52 - 0.65
<b>%GCT</b>	0.63	0.58 - 0.67	0.68	0.63 - 0.72	0.68	0.64 - 0.73	0.65	0.59 - 0.71

Modelo 1: no ajustado

Modelo 2: ajustado por sexo, edad, sitio de estudio

Modelo 3: ajustado por sexo, edad y estilos de vida (fumar, dependencia al alcohol, actividad física)

Modelo 4: ajustado por sexo, edad y estilos de vida (fumar, dependencia al alcohol, actividad física), y antecedente familiar de diabetes

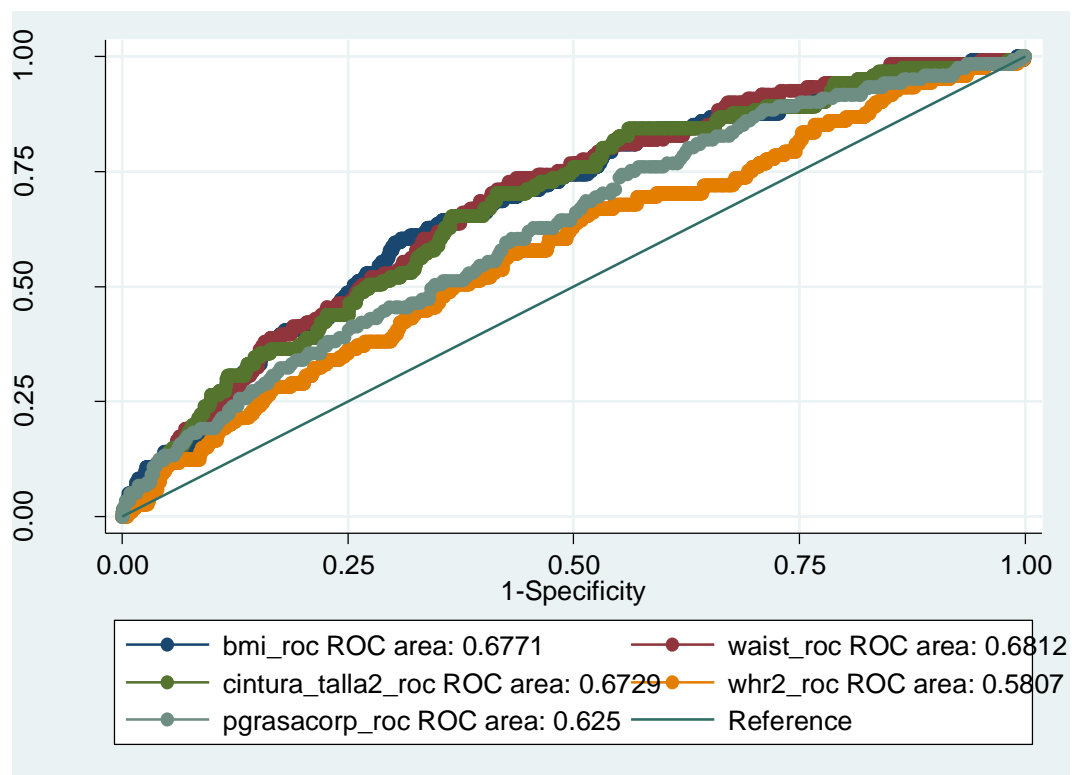
IMC: índice de masa corporal, CA: circunferencia abdominal, ICA: índice cintura-altura, ICC: índice cintura-cadera, %GCT: porcentaje de grasa corporal total

**Tabla 5. Comparación de capacidad de predicción para incidencia de diabetes de las medidas antropométricas**

	AUC (IC 95%)	IMC	CA	ICA	ICC	%GCT
<b>IMC</b>	0.68 (0.63 - 0.72)					
<b>CA</b>	0.68 (0.64 - 0.73)	0.759				
<b>ICA</b>	0.67 (0.63 - 0.72)	0.741	0.514			
<b>ICC</b>	0.58 (0.53 - 0.63)	0.004	<0.001	0.003		
<b>%GCT</b>	0.63 (0.58 - 0.67)	0.001	0.012	0.005	0.263	

IMC: índice de masa corporal, CA: circunferencia abdominal, ICA: índice cintura-altura, ICC: índice cintura-cadera, %GCT: porcentaje de grasa corporal total, AUC: área bajo la curva

**Gráfico 1. Curvas ROC de las medidas antropométricas**

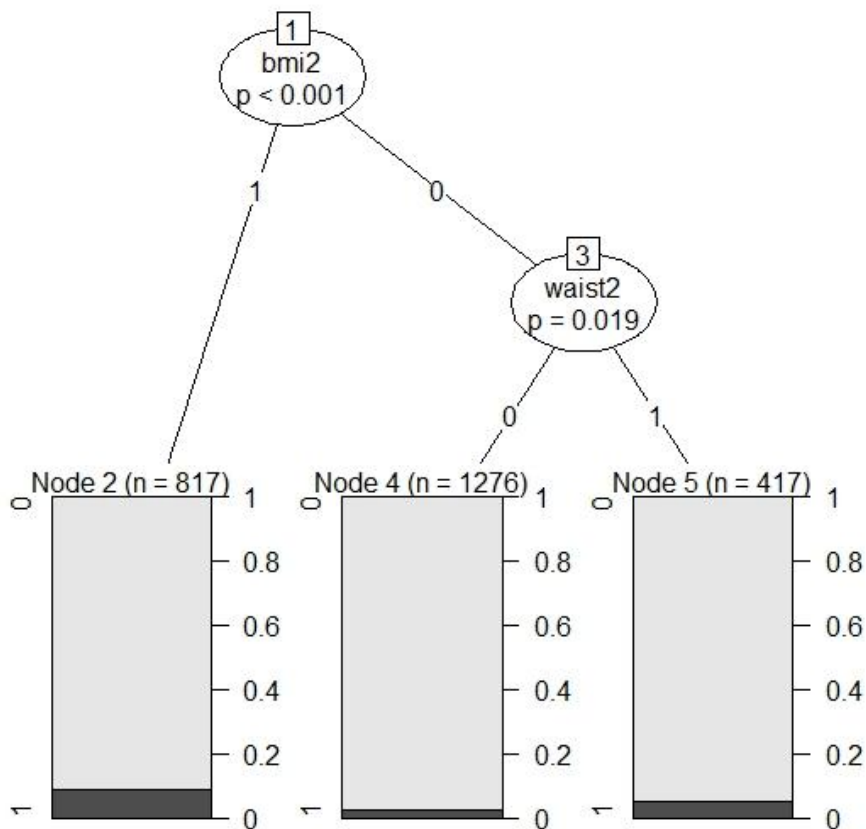


**Tabla 6. Sensibilidad y especificidad para incidencia de diabetes de las medidas antropométricas**

	Punto de corte	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN
<b>IMC</b> (kg/m <sup>2</sup> )	29.2	0.53	0.72	0.09	0.97
<b>CA</b> (cm)	93	0.71	0.59	0.08	0.98
<b>ICA</b> (unid)	0.6	0.66	0.61	0.08	0.97
<b>ICC</b> (unid)	0.93	0.58	0.57	0.06	0.96
<b>%GCT</b>	28.4	0.70	0.48	0.06	0.97

IMC: índice de masa corporal, CA: circunferencia abdominal, ICA: índice cintura-altura, ICC: índice cintura-cadera, %GCT: porcentaje de grasa corporal total, VPP: valor predictivo positivo, VPN: valor predictivo negativo

**Figura 1. Árbol de clasificación para incidencia de diabetes de las medidas antropométricas**



Node 1: Primera variable incluida (IMC con punto de corte 29.2mg/kg<sup>2</sup>). Node 2: personas que con más de 29.2mg/kg<sup>2</sup> de IMC. Node 3: segunda variable incluida (CA con punto de corte 93cm). Node 4: personas con IMC menor a 29.2mg/kg<sup>2</sup> y CA menor a 93cm. Node 5: personas con IMC menor a 29.2mg/kg<sup>2</sup> y CA mayor a 93cm. Las líneas dividen a las personas que superan y no superan los puntos de cortes (valores de 1 y 0 respectivamente). Dentro de los nodos finales se muestra la distribución de personas con y sin diabetes (valores de 1 y 0 respectivamente).