

**Asociación y capacidad predictiva de la fuerza prensil relativa relacionada a factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en la población del estudio PURE Colombia.**

**Presentado por:**

Julián Mauricio Báez Pimiento

Médico Universidad Autónoma de Bucaramanga

Residente de Medicina Interna Universidad Autónoma de Bucaramanga

**Director del proyecto de grado:**

Edgar David Gómez Lahitton

Médico Especialista en Medicina Interna, Foscal

Jefe de servicio de Medicina Interna Clínica Foscal.

**Asesor clínico de proyecto de grado:**

José Patricio López López

Médico Especialista en Medicina Interna UNAB

Fellow de Cardiología clínica.

**Asesor Metodológico:**

Miguel Enrique Ochoa Vera

Magíster en Epidemiología.

Docente Epidemiólogo FOSCAL-UNAB

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Facultad de salud, Departamento Medicina Interna

Bucaramanga, 2022.

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen	8
Descripción del proyecto	12
Introducción	12
Planteamiento y justificación del problema.	13
Marco teórico	14
Enfermedad cardiovascular a nivel mundial:	14
Enfermedad cardiovascular a nivel local y regional	16
Fuerza prensil absoluta	17
Fuerza prensil y Estudio PURE	18
Fuerza prensil relativa	20
Estado del arte	21
Objetivos	24
Objetivo General	24
Objetivos Específicos:	25
Metodología	25
Tipo de estudio	25
Universo	25
Criterios de Inclusión y exclusión:	26
Cálculo del tamaño de muestra	26
Recolección de la información	27
Variables	27
Plan de análisis de datos	28
Toma de medidas antropométricas y de fuerza prensil	29
Clasificación de la fuerza prensil del estudio PURE Colombia	29
Consideraciones éticas	30
Disposiciones vigentes	31
Resultados	33
Características basales de la cohorte PURE Colombia.	33
Características antropométricas relacionadas con la fuerza prensil relativa.	35
Asociación de las medidas de fuerza prensil relativa sobre desenlaces de salud.	36
Capacidad discriminatoria de la fuerza prensil relativa para síndrome metabólico.	41
Capacidad discriminatoria de la fuerza prensil relativa normal para variables metabólicas severas relacionadas con fuerza cardiovascular.	47

Discusión	48
Conclusiones	53
Bibliografía	54
Anexos	60
Anexo A: Operación de las variables del estudio	60
Anexo B: Estudios relacionados con fuerza prensil relativa y riesgo cardiovascular.	61
Anexo C: Asociación entre fuerza prensil y diferentes medidas de fuerza prensil relativa con factores de riesgo cardiovascular con modelos de regresión logística ajustados.	64

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Datos de la población del estudio PURE Colombia diferenciados por regiones	26
Tabla 2 Variables del estudio PURE Colombia según su función al objetivo.	27
Tabla 3 Fuerza prensil absoluta y relativa puntos de corte de normalidad.	30
Tabla 4 <i>Características Basales de la cohorte PURE Colombia</i>	33
Tabla 5 <i>Distribución de Enfermedades crónicas en el Estudio PURE Colombia.</i>	34
Tabla 6 <i>Variables antropométricas en la Población del Estudio PURE Colombia.</i>	35
Tabla 7 <i>Promedio de valores del perfil bioquímico relacionado con factores de riesgo cardiovascular.</i>	36
Tabla 8 <i>Asociación de fuerza prensil normal ajustada a medidas antropométricas para hipertensión arterial. Análisis multivariado</i>	37
Tabla 9 <i>Asociación de la fuerza prensil normal, ajustada a medidas antropométricas para disglucemia. Análisis multivariado</i>	38
Tabla 10 <i>Asociación de fuerza prensil normal ajustada a medidas antropométricas para alteración en niveles de triglicéridos. Análisis multivariado</i>	39
Tabla 11 <i>Asociación de fuerza prensil normal ajustada a medidas antropométricas para alteración en niveles de HDL. Análisis multivariado.</i>	40
Tabla 12 <i>Asociación de fuerza normal prensil ajustada a medidas antropométricas para alteración en niveles de LDL. Análisis multivariado.</i>	40
Tabla 13 <i>AUC y Asociación entre fuerza prensil absoluta y relativa normales con factores cardiometabólicos</i>	48
Tabla 14 <i>Fuerza prensil normal absoluta general, en hombres y mujeres asociadas con factores de riesgo cardiovascular.</i>	64
Tabla 15 <i>Asociación de la fuerza prensil relativa normal ajustada por el Índice de masa corporal (IMC) con factores de riesgo cardiovascular</i>	65
Tabla 16 <i>Asociación de la fuerza prensil relativa normal ajustado por talla con factores de riesgo cardiovascular</i>	65

Tabla 17 <i>Asociación de la fuerza prensil relativa normal ajustado por talla con factores de riesgo cardiovascular</i>	66
Tabla 18 <i>Asociación con la fuerza prensil relativa normal ajustada por el índice de cintura/cadera con factores de riesgo cardiovascular</i>	67
Tabla 19 <i>Asociación de la fuerza prensil relativa normal ajustada por la cintura</i>	67
Tabla 20 <i>Asociación de la fuerza prensil relativa normal ajustada por la cadera con factores de riesgo cardiovascular</i>	68
Tabla 21 <i>Asociación de la fuerza prensil relativa normal ajustada por la superficie corporal con factores de riesgos cardiovascular</i>	68

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Número de muertos por enfermedad cardiovascular.	14
Figura 2 Causa de muertes en los países incluidos en el estudio PURE según ingresos económicos.	16
Figura 3 Curvas ROC y AUC de fuerza prensil y fuerza prensil relativa para capacidad discriminadora de síndrome metabólico.	42
Figura 4 Curvas ROC y AUC para la capacidad discriminadora de síndrome metabólica comparando fuerza prensil absoluta con fuerza prensil relativa ajustado a peso, índice de cintura e índice de cintura cadera.	44

**Entrega de trabajos de grados, trabajos de investigación o tesis y autorización de su uso a favor de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.**

Yo, Julián Mauricio Báez Pimiento, mayor de edad, vecino de Bucaramanga, identificado con cédula de ciudadanía número 1098719494 de Bucaramanga, actuando en nombre propio, en mi calidad del autor del trabajo de grado denominado: **Asociación y capacidad predictiva de la fuerza prensil relativa relacionada a factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en la población del estudio PURE Colombia**, hago entrega del ejemplar respectivo y de sus anexos de ser el caso, en formato digital a la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador de la obra objeto del presente documento. PARÁGRAFO: La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato virtual, electrónico, digital, óptico, uso en red, internet, extranet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer. EL AUTOR-ESTUDIANTE MANIFIESTA: que la obra de la presente autorización es original y la realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros. EL ESTUDIANTE asumirá toda la responsabilidad y saldrá en defensa de los derechos de su trabajo para todos los efectos, la universidad actuará como un tercero de buena fe. Para constancia se firma el presente documento en dos ejemplares del mismo valor, en Floridablanca,

EL ESTUDIANTE:

Julián Mauricio Báez Pimiento.

## **Agradecimientos**

A mi familia por ser esas personas que me acompañaron en todo este proceso, a mi madre por todo el esfuerzo y dedicación que ha tenido conmigo para poder cumplir mis metas, a mi padre que me ha enseñado a ver la vida diferente, a mi hermano por ser un apoyo incondicional en todo este camino de grandes retos, a mi novia, por ser aquella persona que me dio su apoyo y comprensión durante estos tres años.

A Miguel Ochoa, mi profesor, que ha dedicado tiempo preciado en ayudarme a resolver dudas y que revisará que todo estuviera acorde a lo planteado desde el principio del proyecto de grado.

A mi amigo y maestro Edgar Gómez, por apoyarme en todo este proceso y aventura del proyecto de grado, por asesorarme y brindarme todo su conocimiento para que todo saliera bien.

A mi amigo, compañero y maestro Patricio López por ser la primera persona que confiara en mí y me apoyara con esta idea de investigación desde que estaba de docente en el servicio de urgencias de Medicina Interna.

A todos mis docentes, que han estado siempre presentes en mi formación académica, ayudándome en todo momento y resolviendo dudas a través de este camino arduo y difícil.

## RESUMEN

### **Asociación y capacidad predictiva de la fuerza prensil relativa relacionada a factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en la población del estudio PURE Colombia.**

**Introducción:** La enfermedad cardiovascular es la principal causa de morbimortalidad en el mundo, convirtiéndose en una pandemia. Tiene en común factores de riesgo modificables como la fuerza prensil, sin embargo se ha demostrado que puede tener algunas variables que modifican su precisión y sus resultados, incluyendo factores antropométricos.

**Objetivo:** Evaluar la asociación de las medidas de fuerza prensil relativa con desenlaces de salud como hipertensión arterial, hipertrigliceridemia, HDL bajo, LDL alto, hiperglucemia e hipercolesterolemia, en adultos pertenecientes a la cohorte PURE Colombia.

**Metodología:** Estudio observacional de evaluación de prueba diagnóstica con base en datos secundarios de la cohorte prospectiva, analítica, del estudio PURE Colombia. Se analizó la asociación entre fuerza prensil absoluta y relativa con los valores de glicemia, perfil lipídico y presión arterial por medio de Razón de Probabilidades (*Odds ratio*) e intervalos de confianza de 95% utilizando modelos de regresión logística. Los modelos se ajustaron en conjunto para ambos sexos. Se calcularon puntos de corte con máxima sensibilidad y especificidad utilizando curvas ROC para la asociación del síndrome metabólico y alteraciones bioquímicas severas a partir de las variables de fuerza ajustada.

**Resultados:** Se analizaron 4920 participantes, el 59,3% fueron mujeres y el 55,3% vivían en área rural, La fuerza prensil absoluta promedio en mujeres y hombres fue 21,7 (7,0) Kg y 33,9 (9,5) Kg, respectivamente. Se encontró que a mayor fuerza prensil relativa ajustada por peso hubo una asociación protectora para todas las alteraciones cardiometabólicas, excepto niveles de LDL, teniendo la mayor asociación con niveles de HDL bajo OR: 0,80 (IC 95%: 0,74-0,87).



Esta tendencia fue similar al ajustar por cintura donde se mantuvieron las asociaciones. Mientras que se evidenció la mayor asociación con disglucemia OR 0,77 (IC 95%: 0,68-0,87), hipertrigliceridemia OR: 0,74 (IC 95%: 0,69-0,80) e hipertensión OR 0,77 (IC 95%: 0,70-0,83) cuando la FP se ajustó al IMC. Se obtuvieron curvas ROC y AUC para la validez de criterio relativo de síndrome metabólico y se evidenció que la fuerza prensil relativa ajustada por peso (0,641), perímetro de cintura (0,624) e IMC (0,622) tuvieron mejor capacidad de validez de criterio relativo comparado con la FP absoluta.

**Conclusión:** La fuerza prensil (FP) relativa tiene mayor asociación con alteraciones cardiometabólicas relacionadas con riesgo cardiovascular comparado a la medición de la fuerza prensil absoluta. Dentro de los ajustes por variables antropométricas, la FP/IMC tuvo mayor asociación con las alteraciones cardiometabólicas evaluadas, mientras que la mejor capacidad de validez de criterio relativo en las curvas ROC para síndrome metabólico se obtuvo con el ajuste de FP/Peso. Nuevos estudios que evalúen el riesgo cardiovascular a través de la FP ajustada por variables antropométricas como peso o IMC son necesarios para confirmar nuestros hallazgos.

## **ABSTRACT**

**Association and predictive capacity of relative grip strength related to risk factors for cardiovascular disease in the population of the PURE Colombia study.**

**Introduction:** Cardiovascular disease is the main cause of morbidity and mortality in the world, becoming a pandemic. It has in common modifiable risk factors such as prehensile strength, however it has been shown that it may have some variables that modify its accuracy and results, including anthropometric factors.

**Objective:** To evaluate the association of relative grip strength measures with health outcomes such as arterial hypertension, hypertriglyceridemia, low HDL, high LDL, hyperglycemia, and hypercholesterolemia, in adults belonging to the PURE Colombia cohort.

**Methodology:** Observational diagnostic test evaluation study based on secondary data from the prospective analytical cohort of the PURE Colombia study. The association between absolute and relative grip strength with glycemia, lipid profile and blood pressure values was analyzed by means of Odds Ratio and 95% confidence intervals using logistic regression models. Models were fitted together for both sexes. Cut-off points with maximum sensitivity and specificity are calculated using ROC curves for the association of metabolic syndrome and severe biochemical alterations from the configured force variables.

**Results:** 4920 participants were analyzed, 59.3% were women and 55.3% lived in rural areas. The average absolute prehensile strength in women and men was 21.7 (7.0) Kg and 33.9 (9.5) Kg, respectively. It was found that the higher relative weight-adjusted grip strength there was a protective association for all cardiometabolic alterations, except LDL levels, with the highest association with low HDL levels OR: 0.80 (95% CI: 0.74-0.87). This trend was similar when adjusting for waist where the associations held. While the greatest association was evidenced with dysglycemia OR 0.77 (95% CI: 0.68-0.87), hypertriglyceridemia OR: 0.74 (95% CI: 0.69-0.80) and hypertension OR 0.77 (95% CI: 0.70-0.83) when PF was adjusted for BMI. ROC and AUC curves were needed for the validity of the relative criterion of metabolic syndrome and it was shown that the relative prehensile strength established by weight (0.641), waist circumference (0.624) and BMI (0.622) had a better capacity for validity of the relative criterion with the absolute FP.

**Conclusion:** Relative grip strength (PF) has a greater association with cardiometabolic alterations related to cardiovascular risk compared to the measurement of absolute grip strength.

Within the adjustments for anthropometric variables, PF/BMI had a greater association with the cardiometabolic alterations evaluated, while the best criterion validity capacity relative to the ROC curves for metabolic syndrome was obtained with the PF/Weight adjustment. New studies evaluating cardiovascular risk through PF adjusted for anthropometric variables such as weight or BMI are necessary to confirm our conclusions.

## Descripción del proyecto

### Introducción

La enfermedad cardiovascular (ECV) es la principal causa de mortalidad a nivel mundial, regional y nacional. (1–3). Entre las principales causas de ECV se encuentran el infarto del miocardio y la enfermedad cerebrovascular. Estas enfermedades tienen en común factores de riesgo modificables como el tabaquismo, el uso de alcohol, sedentarismo, hipertensión, diabetes mellitus, nivel de educación y fuerza prensil (4).

El estudio *Prospective Urban Rural Epidemiology* (PURE) ha demostrado que existe una asociación entre la fuerza prensil, enfermedad cardiovascular y mortalidad en diferentes niveles socioeconómicos y culturales (4). En un análisis del mismo estudio, se demostró que la fuerza prensil baja es mejor predictor de desenlaces fuertes como mortalidad por todas las causas y mortalidad cardiovascular que los niveles de la presión arterial sistólica y la cantidad de METS-minutos por semana (5). A pesar de lo anterior, la fuerza prensil tiene variables que modifican su precisión, principalmente la composición corporal que se refleja en mediciones antropométricas como el peso, índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal entre otros (6). Ante esta falencia en la medición de fuerza prensil, se han planteado ajustar la fuerza prensil absoluta por variables confusoras. Este ajuste da como resultado la fuerza prensil relativa (7). Existen algunos estudios en población asiática que han evaluado la fuerza prensil relativa y su asociación con factores de riesgo cardiovascular en comparación con la fuerza prensil absoluta (8,9). Por lo tanto, el objetivo de este estudio es establecer la asociación de la medida de fuerza prensil relativa sobre desenlaces cardiometabólicos como la hipertensión arterial, hipertrigliceridemia, HDL bajo, LDL alto, disglucemia e hipercolesterolemia, en adultos pertenecientes a la cohorte PURE Colombia.

### **Planteamiento y justificación del problema.**

La enfermedad cardiovascular es la principal causa de muerte en el mundo con altos costos en el sistema de salud y con mayor prevalencia en países con ingresos bajos y medios (incluyendo Colombia) (5,10), Más del 70% de la causa puede ser explicable por factores modificables como tabaquismo, dislipidemia, hipertensión, diabetes, obesidad y factores psicosociales entre otros, los cuales son los puntos de búsqueda para realizar modificaciones (4).

La fuerza prensil es una herramienta útil para evaluar la función de las extremidades superiores, donde se ha demostrado su importancia para determinar el pronóstico en la población general y en personas con enfermedades crónicas en diferentes entornos clínicos. Se ha observado que una baja fuerza prensil se asocia con un estado de fragilidad y a esto último también se adiciona otros criterios como pérdida de peso, bajo nivel de actividad física y cansancio. Además, se ha demostrado que la fuerza prensil es un factor pronóstico de mortalidad por todas las causas en la población general y en personas con enfermedades crónicas (11). Sin embargo, se deben tener en cuenta factores como el estado nutricional y las medidas antropométricas para determinar la verdadera magnitud de las asociaciones anteriormente mostradas (12).

Diversos estudios han descrito los valores normales de la fuerza prensil en la población general, pero existe poca evidencia demostrada que los valores ajustados a variables antropométricas (fuerza prensil relativa) pueden cambiar por la edad o por condiciones físicas inherentes a la composición corporal del individuo ya que las manos son la parte más funcional de las extremidades superiores y también se conocen como la herramienta musculoesquelética más sofisticada y diferenciada en el ser humano (11)

Por ejemplo, las manos suelen sufrir algunos cambios anatómicos y fisiológicos con el envejecimiento, estos cambios pueden atribuirse a las variaciones en la masa del músculo esquelético según las diferentes razas, factores sociales, culturales y actividad física (11).

Además, la actividad física está inversamente asociada con el porcentaje de grasa corporal, el índice de masa corporal y otros indicadores de adiposidad (13). Por lo anterior, un cambio en la composición corporal, con disminución en la cantidad de músculo y masa magra de un individuo influye en los niveles de fuerza muscular (14).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, y conociendo la asociación existente entre la baja fuerza prensil absoluta y la mortalidad por todas las causas, mortalidad cardiovascular, mortalidad no cardiovascular y eventos cardiovasculares mayores (4,5) Se plantea describir la asociación que pueda existir entre la fuerza prensil relativa y factores de riesgo cardiovascular en la población estudiada.

### **Marco teórico**

Para poder comprender la utilidad de la fuerza prensil relativa en la problemática que representa la enfermedad cardiovascular a nivel mundial, regional y local es importante abordar bases conceptuales, clínicas y epidemiológicas sobre estos temas.

#### **Enfermedad cardiovascular a nivel mundial:**

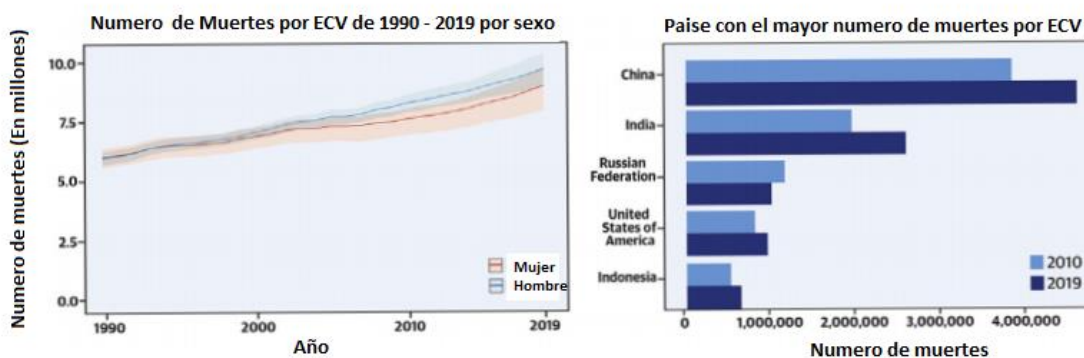
La enfermedad cardiovascular es la principal causa de morbilidad y mortalidad en países desarrollados y en fase de desarrollo convirtiéndose en una pandemia (15). Según datos de la Organización Mundial de la Salud, en el 2015 se estimó que 17,7 millones fueron debidas a enfermedades cardiovasculares (16). Del mismo modo, se consideró la enfermedad más

costosa, con costos indirectos cercanos a \$ 616 mil millones de dólares por año y un aumento proyectado de \$ 1,2 Billones para 2035 (15). Los casos prevalentes de ECV total casi se duplicaron de 271 millones en 1990 a 523 millones en 2019, y el número de muertes por ECV aumentó constantemente de 12,1 millones en 1990, alcanzando 18,6 millones en 2019 (1).

El estudio INTERHEART mostró cómo algunos factores de riesgo modificables se convierten en el principal riesgo para padecer eventos isquémicos cardíacos en los cuales se resaltan el tabaquismo, dislipidemia, hipertensión, diabetes, obesidad abdominal, factores psicosociales, consumo de frutas y verduras, consumo habitual de alcohol e inactividad física; de este modo podemos explicar el 90% de estos eventos (17). El estudio Framingham Heart Study encontró una relación significativa entre enfermedad cardiovascular y dislipidemia, hipertensión arterial, tabaquismo e intolerancia a la glucosa (18). Además, el estudio PURE mostró que otros factores modificables se asocian con la enfermedad cardiovascular, por ejemplo, la índice cintura/cadera, depresión o situaciones ambientales como la polución del aire. Asimismo, adicionaron fuerza prensil medida por dinamometría como una medida de fácil realización, predictor de fuerza muscular y un indicador confiable de vitalidad y función física (4)

## Figura 1

Número de muertos por enfermedad cardiovascular.



Nota: Adaptado al español de Roth, G.A. et al. J Am Coll Cardiol. 2020;76(25):2982–3021 (1).

## Enfermedad cardiovascular a nivel local y regional

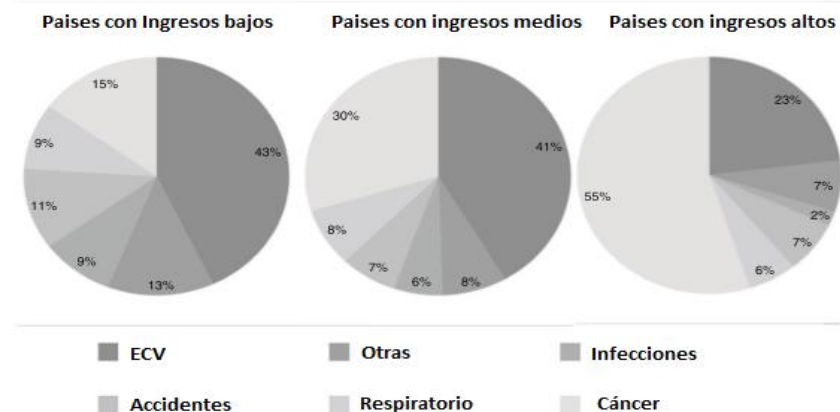
Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte en América latina, y se estima que el número de las muertes en la región atribuibles a enfermedad cardiovascular ha tenido una tendencia al aumento de aproximadamente 60% en comparación a países desarrollados que es aproximadamente 5% (10).

Estos aumentos en la región se han visto influenciados por el envejecimiento de la población, cambios en el estilo de vida y el acceso limitado a una atención médica eficaz. Otra causa descrita en la población es la inactividad física con prevalencias de 17,4% en México y hasta un 46,2% en Argentina (10). En cuanto a la mortalidad se ha descrito que en América latina representa alrededor de 33,7%, con niveles más altos de mortalidad en Guyana, Trinidad y Tobago y Venezuela y cifras más bajas en Puerto Rico y Chile (10).

Datos del subanálisis del estudio PURE en Latinoamérica mostró que la incidencia de eventos cardiovasculares en los países de ingresos bajos tiene 7,1 casos / 1000 personas-año y en países con ingresos medios son de 6,8 casos / 1000 personas-años en comparación a países con ingresos altos que es de 4,3 casos / 1000 personas-años (2).

### Figura 2

Causa de muertes en los países incluidos en el estudio PURE según ingresos económicos.



Nota: Modificado al español de Rev. Esp cardiol. 2020 López-Jaramillo Et al (2)



Uno de los principales problemas en Suramérica es la mala adherencia y la falta de seguimiento de los pacientes en prevención secundaria, encontrando que más del 50% de esta población no tenía un adecuado manejo farmacológico (2).

En Colombia en el periodo 1998 - 2011 se registraron 628,630 muertes por ECV, que corresponden al 23,5% del total de las muertes. El 56,3% se debieron a enfermedad cardiaca isquémica, 30,6% a enfermedad cerebrovascular, 12,4% a enfermedad hipertensiva y 0,5% a enfermedad cardiaca reumática crónica (19)

Se ha demostrado que en Colombia los factores de riesgo asociado a enfermedad cardiovascular son las mismas que a nivel mundial. Teniendo en cuenta estos factores de riesgo y teniendo políticas y estrategias de prevención en estos factores se podría hasta prevenir hasta un 70% de los eventos de cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular y aumentar así la esperanza de vida de la población de al menos 5 años (20).

En Santander, Colombia, en el 2007 se informó que, dentro de las causas de mortalidad global, la enfermedad cardiovascular fue responsable del 32%, con una tasa de 159 por 100.000 habitantes. De este grupo, la cardiopatía isquémica representó el 47,9% de las muertes, seguida del 23,3% por enfermedad cerebrovascular y el 9,6% por Insuficiencia cardiaca (20).

### **Fuerza prensil absoluta**

El músculo actúa como parte esencial del movimiento y la estabilidad corporal, igualmente es el encargado del almacenamiento proteico y es el tejido principal para la eliminación de glucosa, por lo que tiene un papel fundamental tanto en el bienestar como en la enfermedad. Se han asociado el tener una función muscular reducida con el aumento del riesgo de morbimortalidad. Además, puede jugar un papel en la detección de riesgo cardiovascular. (21)

La fuerza prensil se define como aquella fuerza empleada a través de la empuñadura medida en kilogramos. Para su medición existen diversos métodos, el más reconocido es la dinamometría y aunque la mayoría de los rangos de referencias sugeridos son en kilogramos, en la actualidad no existe una adecuada estandarización de estos valores. Sin embargo, existen registros en valores de corte clínico para sarcopenia y debilidad (21).

La facilidad y economía de la realización de la fuerza de agarre hace que sea una forma atractiva de estratificar el riesgo de muerte en un individuo. En relación con la fuerza muscular, el estudio PURE mostró que el aumento de la fuerza prensil se asoció con edades jóvenes, sexo masculino, alto nivel educativo, estado laboral vigente, adecuada actividad física, ingesta adecuada de calorías, proteínas y un aumento en la altura, peso y circunferencia del brazo. Los resultados mostraron que, en personas con diferentes estatus económicos y socioculturales, la fuerza prensil es un fuerte predictor de mortalidad cardiovascular y moderadamente fuerte de enfermedad cardiovascular, igualmente se ha visto una predicción en mortalidad no cardiovascular y se ha asociado a tasas altas de letalidad en personas que desarrollan enfermedades cardiovasculares o no cardiovasculares (5).

### **Fuerza prensil y Estudio PURE**

El estudio PURE es un estudio de cohorte observacional prospectivo en adultos entre los 35 a 70 años en una variedad de entornos socioeconómicos y de recursos de salud diferentes, tratando de examinar el impacto de los determinantes de salud a nivel individual y social. Lo que se buscaba a través de este estudio era encontrar la relación y prevalencia, entre las influencias sociales y la prevalencia de los factores de riesgo y enfermedades crónicas no transmisibles. (1)

En el estudio PURE se reconoció como un factor importante de riesgo cardiovascular la fuerza prensil, es por eso que realizaron un análisis sobre el valor pronóstico de la fuerza de agarre, este trabajo fue realizado al ver que la fuerza muscular, medida por la fuerza de agarre,

se había asociado con un mayor riesgo de mortalidad por todas las causas y cardiovascular siendo la fuerza prensil atractiva como un medio simple, rápido y económico para estratificar el riesgo de muerte cardiovascular de un individuo. El principal objetivo de este estudio fue evaluar la importancia pronóstica independiente de la medición de la fuerza prensil en países sociocultural y económicamente diversos; los participantes fueron evaluados para la fuerza prensil, medida con un dinamómetro Jamar®. Durante una mediana de seguimiento de 4,0 años, evaluando la mortalidad por todas las causas, la mortalidad cardiovascular, la mortalidad no cardiovascular, el infarto de miocardio, el accidente cerebrovascular, la diabetes, el cáncer, la neumonía, el ingreso hospitalario por neumonía o enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), el ingreso hospitalario por cualquier enfermedad respiratoria (incluida la EPOC, el asma, la tuberculosis y la neumonía), las lesiones por caídas y las fracturas. La asociación entre la fuerza prensil y cada resultado, con las excepciones de cáncer e ingreso hospitalario debido a enfermedades respiratorias, fue similar en todos los estratos de ingresos del país. La fuerza prensil se asoció inversamente con la mortalidad por todas las causas (1,16, IC del 95%: 1,13–1,20;  $p < 0,0001$ ), mortalidad cardiovascular (1,17, 1,11–1,24;  $p < 0,0001$ ), mortalidad no cardiovascular (1,17, 1,12–1,21;  $p < 0,0001$ ), infarto de miocardio (1,07, 1,02–1,11;  $p = 0,002$ ), y accidente cerebrovascular (1,09, 1,05–1,15;  $p < 0,0001$ ) y se observó que la fuerza prensil fue un predictor más fuerte de mortalidad por todas las causas y cardiovascular que la presión arterial sistólica. En este estudio sugiere que la medición de la fuerza prensil es un método simple y económico de estratificación del riesgo para la muerte por todas las causas, la muerte y la enfermedad cardiovasculares, pero es necesario mayor investigación para identificar los determinantes de la fuerza muscular, identificando principalmente heterogeneidad en la fuerza muscular en personas que viven en diferentes países y según el entorno de ingresos de los países estudiados. (2)

## **Fuerza prensil relativa**

La fuerza prensil relativa es definida como la suma de la fuerza prensil absoluta dividida o relacionada con alguna medida antropométrica como el índice de masa corporal, peso, talla, grasa muscular entre otras (22). La expresión de la fuerza prensil en términos relativos puede mejorar la capacidad predictiva, por lo que muchas veces se intenta tener relación de la fuerza prensil absoluta con algunas variables antropométricas (21).

Existen diversos factores que pueden disminuir la fuerza prensil por lo que es importante conocerlos. Algunos estudios muestran la relación de adiposidad es inversamente proporcional a la fuerza prensil y esto probablemente debido a que se podría reflejar una menor masa muscular funcional (23). Igualmente se ha visto la asociación entre baja actividad física y alta grasa corporal con relación a la baja fuerza prensil (14).

Otros factores para considerar en el momento de la evaluación de la fuerza prensil es el proceso de envejecimiento, el cual es un proceso natural e inevitable. El envejecimiento se caracteriza por una disminución de las capacidades físicas y mentales, seguida de limitación en la funcionalidad y un mayor riesgo de enfermedades crónicas degenerativas, que finalmente afectan la movilidad y por ende una mayor limitación del individuo. Así mismo por el proceso de envejecimiento se presentan algunos cambios corporales como la reducción de la masa muscular, disminución de la fuerza y disminución de la potencia de los músculos, con un impacto negativo sobre el equilibrio, control motor y estabilidad, conduciendo así a un aumento del riesgo de caídas y fracturas. (24)

En la actualidad la osteosarcopenia toma mayor relevancia en el entorno clínico. Es una condición relacionada con la composición corporal y envejecimiento, esta implica que a medida que transcurre el envejecimiento, la inflamación aumenta, lo que lleva a un cambio en el compromiso del linaje de células madre mesenquimales (MSC) que favorece una mayor

adipogénesis en huesos y músculos, así como en tejidos grasos. A medida que las células madre envejecen o sus procesos reguladores normales son modulados por adiposidad y / o inflamación crónica de bajo grado, la infiltración de células grasas en el músculo y el hueso se hace evidente y se produce el reemplazo de células musculares y óseas por células grasas. En este punto, no se sabe si los cambios físicos / fisiológicos preceden a la disminución funcional y de la fuerza (funcionalidad física y actividades de la vida diaria), o viceversa. (25)

Por lo anterior, es indispensable contar con una herramienta útil para predecir de manera confiable, fácil y reproducible la fuerza muscular. En este contexto la realización de fuerza prensil relativa podría tener una mejor capacidad de asociación final para los desenlaces de factores de riesgo cardiovascular.

### **Estado del arte**

En la búsqueda de bibliografía sobre fuerza prensil relativa y asociaciones con factores de riesgo cardiovascular, la mayoría de los reportes son del continente asiático (8,9,26–29) y en algunos reportes se encuentran asociaciones estadísticamente significativas con parámetros antropométricos obtenidos (9). No se reconocen estudios en Latinoamérica ni en Colombia donde se hable sobre fuerza prensil relativa y asociación con factores de riesgo cardiovascular.

Es importante mencionar, que, aunque la disminución de la masa y la calidad muscular se asocian con el envejecimiento no se conocían estudios que evaluaran la fuerza prensil asociada a variables antropométricas. Por lo anterior se realizó un análisis de 4221 participantes estadounidenses, que evaluaban la fuerza prensil asociada al índice de masa corporal en la predicción de biomarcadores cardiovasculares como la hipertensión, dislipidemia, hiperinsulinemia y disglucemia. Encontrando que a mayor fuerza prensil relativa menores niveles de presión arterial sistólica, triglicéridos, insulina y glucosa plasmática y unos niveles de HDL más altos ( $p < 0,05$  para todos) (7).

Posteriormente se publicaron estudios del continente asiático donde exploraba el papel de la fuerza muscular en la importancia de la salud cardiovascular, utilizando como método la fuerza prensil relativa definida como la suma de la fuerza prensil absoluta en ambas manos ajustado al índice de masa corporal y su relación con biomarcadores de riesgo cardiovascular. En un estudio taiwanés de 927 participantes (510 hombres y 417 mujeres) se obtuvieron asociaciones significativas entre baja fuerza muscular relativa y niveles de presión arterial, triglicéridos, colesterol total, HDL, hemoglobina glicosilada, ácido úrico y puntuaciones de riesgo de Framingham en los hombres y en mujeres, la baja fuerza muscular se asoció significativamente con mayores niveles de glucosa en ayunas, hemoglobina glicosilada y proteína C reactiva. Con los resultados anteriores se demostró que la combinación de la fuerza prensil manual y el índice de masa corporal (Fuerza prensil relativa), puede ser una mejor herramienta para la búsqueda de factores de riesgo cardiovascular siendo así una herramienta simple, económica y fácil de usar a nivel de abordaje de riesgo cardiovascular y salud pública (26).

En el 2019 se realizó un estudio en la población China, donde no solo se tomaba el índice de masa corporal para medición de fuerza prensil relativa, sino que adicionaban otros índices de fuerza prensil relativa como peso, talla, índice de masa corporal, masa libre de grasa, masa magra blanda, masa de músculo esquelético, masa muscular de miembro superior, masa de grasa corporal, porcentaje de masa grasa corporal y porcentaje de grasa corporal. En este estudio se determinó la asociación entre diferentes índices de fuerza prensil relativa y factores de riesgo cardiovascular en 1392 participantes mayores de 60 años los cuales debían tener alguno de los tres factores de riesgo representativos dados por diabetes mellitus, hipertensión arterial y dislipidemia. Se encontró que el índice de fuerza prensil relativa que mejor se asocia con factores de riesgo cardiovascular fue fuerza prensil absoluta ajustado a la masa de grasa corporal con una razón de probabilidad ajustada en hombres de 2,14 (1,53 – 3,44  $p < 0,001$ ) y en mujeres de 2,32 (1,60 – 3,29  $p < 0,001$ ). (9)

Desde el año 2020 se empezó a observar un incremento en los estudios relacionados con fuerza prensil relativa y factores de riesgo cardiovascular. Así, en un estudio de Chong en población coreana, buscó encontrar la asociación entre fuerza prensil manual y se incluyó fuerza prensil absoluta y relativa relacionada con índice de masa corporal y biomarcadores de enfermedad cardiovascular; estos datos se obtuvieron de participantes entre 20 a 80 años de edad con una población total de 9083 personas, lo que se observó es que la fuerza prensil relativa según la edad y el género está asociado con factores y biomarcadores de riesgo cardiovascular dado principalmente en relación a presión arterial, dislipidemia, hemoglobina glicosilada y actividad física (29).

Se ha empezado a demostrar la importancia de la fuerza prensil relativa en enfermedad es cardiometabólicas involucradas en el riesgo cardiovascular final de la población. Recientemente, estudios publicados en 2021, exploraron la fuerza prensil relativa como un factor asociado a la prevalencia de diabetes mellitus tipo 2 en adultos coreanos. Por ejemplo, un estudio incluyó un total de 2811 participantes entre 40 a 92 años sin historia de enfermedad cardíaca, cáncer o enfermedad cerebrovascular; identificaron un total de 371 personas con diagnóstico de Diabetes de novo; se encontró que a menor fuerza prensil relativa mayor era la prevalencia de diabetes mellitus tipo 2 y esto se vio reflejado en los quintiles de fuerza prensil relativa siendo el comparador el quintil 1 que es la fuerza prensil relativa más baja, observando que a mayor quintil (mayor fuerza prensil relativa) menor asociación a Diabetes, según lo observado en el quintil 2 (0,73 IC 95% 0,53– 1,02), quintil 3 (0,68 IC 95% 0,48–0,97), quintil 4 (0,72 IC 95% 0,50–1,03), y quintil 5 (0,48 IC 95% 0,32–0,74) respectivamente. (28)

Además, la asociación a fuerza prensil relativa y enfermedad cardiometabólicos crónicas fue descrita en el estudio Kim donde incluyeron un total de 2776 participantes coreanos entre 40 y 69 años sin historia previa de enfermedad cardiovascular, se encontró que la fuerza prensil relativa es inversamente proporcional a la edad para hombres y mujeres, pero demostró

que en mujeres de edad media es un factor independiente de predicción de bajo riesgo cardiovascular a 10 años (OR 0,09–0,49,  $p < 0,001$ ) por esta razón es una herramienta fácil, sencilla y reproducible para la evaluación del riesgo cardiovascular (27).

Igualmente, el estudio de Yoo Mee Kim observó la asociación entre fuerza prensil relativa con enfermedad musculoesquelética y enfermedades cardiometabólicas crónicas en una población coreana de 2.451 participantes mayores de 50 años, encontrando que a menor fuerza prensil relativa en hombres se asoció con DM2 (OR: 1,78; IC 95% 1,15-2,74), Hipertensión (OR: 2,30 1,60-3,29), Ataque cerebrovascular (OR: 8,65 1,92-38,9), Osteoartritis (OR: 2,97 1,63-5,43), Obesidad (OR: 8,36 5,61-12,46) y en mujeres con DM2 (OR: 2,00 1,24-3,21), Hipertensión (OR: 2,14 1,52-3,00), Ataque cerebrovascular (OR: 5,47 1,55-19,36), Osteoartritis (OR: 2,66 1,87-3,80) y Obesidad (OR: 18,62 12,28-28,24) (8).

Por todo lo anterior se reconoce que hay una asociación entre la fuerza prensil relativa y alteraciones cardiometabólicas relacionadas con enfermedad cardiovascular. Además, se necesitan estudios a nivel local y regional que puedan explorar los resultados obtenidos en los diferentes estudios mencionados y saber en la población cual sería la mejor medida de fuerza prensil para desenlaces de salud como hipertensión, dislipidemia e hiperglicemia.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar la asociación de las medidas de fuerza prensil relativa sobre desenlaces de salud como hipertensión arterial, hipertrigliceridemia, HDL bajo, LDL alto, hiperglucemia e hipercolesterolemia, en adultos pertenecientes a la cohorte PURE Colombia.



**Objetivos Específicos:**

- Describir el perfil clínico y demográfico de los pacientes de la cohorte PURE Colombia.
- Caracterizar la fuerza prensil relativa según las variables demográficas de los pacientes.
- Analizar los resultados obtenidos de fuerza prensil relativa relacionada a factores de riesgo cardiovascular.
- Evaluar la validez de criterio y capacidad discriminadora de la fuerza prensil relativa como predictor de riesgo cardiovascular.

**Metodología****Tipo de estudio**

Estudio observacional de evaluación de prueba diagnóstica con base en datos secundarios de la cohorte prospectiva, analítica, del estudio PURE Colombia.

El estudio “The Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study: Examining the impact of societal influences on chronic noncommunicable diseases in low-, middle-, and high-income countries” desarrollado en Colombia, es un estudio observacional, analítico tipo cohorte prospectiva. con una línea basal de 7444 adultos de 30 a 70 años.

**Universo**

Se basa en el estudio PURE Colombia con participantes seleccionados de comunidades urbanas y rurales de 11 departamentos del país, Los datos para el presente estudio se obtuvieron de los registros del reclutamiento general del estudio PURE, el cual incluyó 7,444 adultos, los cuales 4920 pacientes se les había realizado la medición de la fuerza prensil.

**Tabla 1**

Datos de la población del estudio PURE Colombia diferenciados por regiones

Departamento	Número	Rural	Mujeres
		N (%)	N (%)
<b>Región Atlántica</b>	<b>1783</b>	<b>889 (49.9)</b>	<b>1185 (66.5)</b>
Atlántico	583	288 (49.4)	408 (69.9)
Bolívar	600	301 (50.2)	375 (62.5)
Cesar	600	300 (50.0)	402 (67.0)
<b>Región Central</b>	<b>1816</b>	<b>871 (47.9)</b>	<b>1200 (66.1)</b>
Caldas	600	300 (50.0)	400 (66.7)
Quindío	601	271 (45.1)	390 (64.9)
Tolima	615	300 (48.8)	410 (66.7)
<b>Región Centro-oriente</b>	<b>2109</b>	<b>1059 (50.2)</b>	<b>1278 (60.6)</b>
Santander	617	317 (51.4)	408 (66.1)
Cundinamarca	1492	742 (100)	870 (58.3)
<b>Región Pacífica</b>	<b>1161</b>	<b>576 (49.6)</b>	<b>428 (36.9)</b>
Cauca	570	277 (48.6)	351 (61.6)
Nariño	591	299 (49.7)	382 (64.6)
<b>Región Amazónica</b>	<b>575</b>	<b>288 (50.1)</b>	<b>377 (65.6)</b>
Casanare	575	288 (50.1)	377 (65.6)
<b>Total</b>	<b>7444</b>	<b>3683 (49.5)</b>	<b>4773 (64.1)</b>

### **Criterios de Inclusión y exclusión:**

#### **Criterios de inclusión:**

- Hombres y mujeres entre 30 y 70 años que se encuentren vinculados al estudio PURE Colombia.

#### **Criterios de exclusión:**

- Que no tengan adecuado diligenciamiento del consentimiento informado.

### **Cálculo del tamaño de muestra**

Se calculó el tamaño de muestra para cada uno de los factores de riesgo cardiovascular encontrando tamaños de muestra entre 408 pacientes mínimo y 212 eventos en el mejor escenario y en el peor escenario se necesitaría 3070 pacientes mínimos con 307 eventos para una sensibilidad del 88%.

Por lo tanto, tenemos un tamaño de muestra entre 408 a 3070 pacientes para poder cumplir con los objetivos general y específicos del estudio.

## Recolección de la información

Los registros que se incluirán en el presente estudio se han obtenido de la base de datos del estudio PURE Colombia, el cual se incluyeron personas las cuales tenían medición de fuerza prensil y variables antropométricas dentro del total de participantes.

La recolección del total de participante fue realizada por miembros del equipo de salud entrenados especialmente en la recolección de muestras puerta a puerta e hicieron un máximo de tres intentos para contactar a alguien en cada hogar.

## Variables

Se tomarán de la base de datos del estudio principal las variables según su función al objetivo.

**Tabla 2**

**Variables del estudio PURE Colombia según su función al objetivo.**

<b>Función</b>	<b>Variable</b>
<b>Dependiente</b>	Hipertensión arterial, Diabetes mellitus tipo 2 y dislipidemia
<b>Independiente</b>	Fuerza prensil, Relación fuerza prensil a peso, fuerza prensil a perímetro abdominal, fuerza prensil a perímetro de cadera, fuerza prensil a índice de masa corporal
<b>Covariables</b>	Tabaquismo, consumo de alcohol, edad, sexo, localidad, educación, estado civil, perímetro de cintura, perímetro de cadera, peso, talla, Índice cintura/cadera, índice de masa corporal

Se utilizarán como variables dependientes los desenlaces de hipertensión (presión sistólica superior a 140 mmHg presión diastólica superior a 90 mmHg, o diagnóstico de hipertensión o utilización de medicamentos antihipertensivos), hiperglucemia (glucemia en ayunas > 126 mg/dl o el antecedente personal de DM o consumo de hipoglucemiantes orales o

inyectables), HDL bajo (mujeres menor a 40 mg/dl y hombres menor a 50 mg/dl), LDL alto (Mayor a 120 mg/dl), triglicéridos altos (niveles de triglicéridos mayor a 150 mg/dl), colesterol total alto (mayor a 200 mg/dl), las cuales se expresan como variables binarias.

Como variables predictoras independientes se calcularán índices de fuerza prensil relativa (fuerza prensil ajustada por peso, fuerza prensil ajustada por índice de masa corporal, fuerza prensil ajustada por altura, fuerza prensil ajustada por perímetro de cintura, fuerza prensil ajustada por relación cintura cadera, fuerza prensil ajustada por perímetro de cadera), las cuales se expresan como variables continuas.

Como covariables se utilizarán la edad y las variables categóricas ordinales como el uso de alcohol, el nivel de educación, el uso de tabaco, el estado civil, la edad, medidas antropométricas y el sitio de vivienda.

### **Plan de análisis de datos**

Univariado: Se describieron las variables sociodemográficas, clínicas, de laboratorio y de respuesta clínica mediante tablas de frecuencia y porcentajes para las variables cualitativas. frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas; y promedio y desviación estándar para las variables continuas.

Se presentaron datos en forma digital (tablas) o análoga (figuras).

Bivariado: Se construyeron variables compuesta a partir de los desenlaces (hipertensión, dislipidemia y disglucemia) y se calcularon Sensibilidad, especificidad, valores predictivos y Odds Ratio (OR).

Se evaluó la capacidad discriminatoria por medio del cálculo del área bajo la curva receptor-operador (ROC).

### **Toma de medidas antropométricas y de fuerza prensil**

Se realizó las valoraciones antropométricas, el perímetro de cadera fue tomado con poca o ninguna ropa a nivel de los trocánteres mayores, la medida fue tomada usando la cinta métrica estándar no elástica.

El peso fue tomado con poca o ninguna ropa, sin calzado, con los brazos a los lados asegurándose que la balanza estuviera en 0 antes de tomar la medida.

La talla se obtuvo contra una pared plana en posición de Frankfort, fue registrada hacia el 0,1 cm más cercano en inspiración realizando una marca en la pared y registrándose con una cinta métrica.

La fuerza prensil fue registrada usando el dinamómetro de marca Jamar®, se obtuvo a través del sujeto en pie, el dinamómetro fue fijado en 0° y se ajustó la zona de agarre de cada individuo, se solicitó sostener el dinamómetro levemente separado de la pierna y se pidió presión con la máxima fuerza posible durante 3 segundos con el brazo no dominante, se obtuvo el promedio durante 2 intentos.

### **Clasificación de la fuerza prensil del estudio PURE Colombia**

Se realizó una estratificación de la fuerza prensil según el estado de normalidad, tanto para la fuerza absoluta como para las ajustadas a peso, perímetro de cintura, talla, perímetro de cadera, índice de masa corporal, superficie corporal e índice de cintura/cadera. Los valores de referencia de normalidad se tomaron en relación con el análisis realizado previamente por el estudio PURE en mujeres con valores de entre 23 a 29 kg de fuerza prensil absoluta y en hombres entre 37 a 45 kg. (3) Los puntos de corte para normalidad para la fuerza prensil relativa se especifican en la tabla 3.

**Tabla 3****Fuerza prensil absoluta y relativa puntos de corte de normalidad.**

Fuerza prensil	Punto de corte	
	Mujeres	Hombres
Absoluta (Kg)	23	37
Ajustada por peso (Unidades)	0,36	0,53
Ajustada por talla (Kg/cm)	0,14	0,22
Ajustada por IMC (cm <sup>2</sup> )	0,88	1,48
Ajustada a cintura (Kg/cm)	0,27	0,42
Ajustada a cadera (Kg/cm)	0,23	0,39
Ajustada a cintura cadera (Kg)	27	39,7
Ajustada a superficie corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	13,7	15,81

**Consideraciones éticas**

Desde el punto de vista ético, la presente investigación se fundamenta en los principios establecidos en la Declaración de Helsinki (Fecha -2013) que la Asociación Médica Mundial ha promulgado. Dicha Declaración es una propuesta de principios éticos que sirven para orientar a los médicos y a otras personas que realizan investigación médica en seres humanos, incluyendo la investigación del material humano o de información identificable. En el contexto establecido anteriormente, en el presente estudio se tendrá en cuenta, además de los principios contenidos en la Declaración de Helsinki, lo contemplado en la Resolución 8430 de 1993 expedida por el Ministerio de Salud de Colombia, que estableció las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

Teniendo en cuenta los principios éticos y dando cumplimiento al Artículo 6 de la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, se considera que el presente estudio no afectará el principio de no maleficencia, ya que en este estudio no se producirá daño hacia los usuarios

involucrados en el mismo, no se realizarán cambios en los esquemas terapéuticos, ni se indagará personalmente o por medio de llamadas telefónicas acerca de información sensible. Así mismo no se afectará el principio de autonomía, ya que en este estudio los eventos a evaluar posiblemente no modificarán la toma de decisiones por parte de los usuarios involucrados. Con respecto al principio de Justicia no se verá afectado, ya que no se expondrá a los individuos a una situación de riesgo real o potencial y no se sacará ventaja de ninguna situación de vulnerabilidad legal o de subordinación de los usuarios con motivo de esta investigación.

Este estudio no afectará el principio de Beneficencia, no causará daños o lesiones a los usuarios. Los beneficios para las personas están derivados de los resultados de este estudio, ya que permitirá la obtención de nuevo conocimiento y así mismo favorece la mejora de la calidad del cuidado, y la toma de decisiones en relación a este tipo de población. Esta investigación se desarrollará y se ejecutará por médicos en todos los niveles de formación.

### **Disposiciones vigentes**

De acuerdo con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki, las Pautas CIOMS y la Resolución 008430 de octubre 4 de 1993, esta investigación se considera sin riesgo dado que no tiene ningún riesgo o efecto negativo sobre el paciente, por lo que cumple con los aspectos mencionados con el Artículo 6 de la presente Resolución, para desarrollarse conforme a lo establecido.

No se afectará el principio de no maleficencia, puesto que no se producirá daño hacia los pacientes involucrados en el estudio y no se indagará personalmente o por medio de llamadas telefónicas acerca de información sensible. La recolección de datos hace parte de lo autorizado por los pacientes para sistemas de recolección y envío de datos a registros locales, nacionales o internacionales a la cual se realizó en el estudio PURE.

No se afectará el principio de Autonomía, al ser un estudio observacional, retrospectivo, los eventos a evaluar ya fueron desarrollados y por tanto no se influye en la modificación de toma de decisiones por parte de los pacientes involucrados. Para proteger la información confidencial, sensible y la intimidad de los pacientes, sólo el personal que recolectó la información conocerá el número de identificación. El digitador, el administrador y el analista de los datos sólo conocerá el número seriado de los formatos de recolección de datos. Desde el inicio de la recolección de los datos no se tendrá el nombre, número de identificación o de la historia clínica para ser incluidos en ningún formato de recolección ni registro electrónico vinculado a la investigación. No se afectará el principio de Justicia, ya que no se expondrá a los individuos a una situación de riesgo real o potencial y no se sacará ventaja de ninguna situación de vulnerabilidad legal o de subordinación de los pacientes con motivo de esta investigación.

Este estudio no tendrá efecto directo sobre el principio de Beneficencia, ya que es un estudio observacional. Los beneficios para este tipo de pacientes son indirectos y derivados de las ventajas potenciales que podrían resultar de la obtención de nuevo conocimiento que permita mejorar la evaluación complementaria sobre riesgos generales y cardiovasculares.

Siendo esta una investigación sin riesgo basada en registros electrónicos, según la Resolución 008430 de octubre 4 de 1993, Artículo 16, Parágrafo 1, el comité de ética podrá dispensar al investigador del diligenciamiento del consentimiento informado.

Los datos que se pretenden recopilar en el presente estudio no pueden ser obtenidos a partir de simulaciones, fórmulas matemáticas, investigación en animales, u otras muestras. El inicio de la recolección de los datos sólo se efectuará con el aval de la institución académica, institución de salud y esté autorizado para su ejecución por parte del comité de ética de la institución o instituciones donde se encuentra el comité.

La información recolectada será estrictamente confidencial y sólo estará disponible para los investigadores. El análisis de los resultados del estudio susceptibles de publicación, en



ningún caso identificarán sujeto alguno del estudio. El conocimiento de los resultados del estudio podría beneficiar a otras participantes.

Los investigadores participantes en este estudio tienen idoneidad en su formación académica y no presentan conflicto de intereses económicos, legales o personales asociados a esta pregunta de investigación.

## Resultados

### Características basales de la cohorte PURE Colombia.

Se obtuvieron datos de 11 departamentos Colombianos del estudio PURE (Atlántico, Bolívar, Cesar, Caldas, Quindío, Tolima, Santander, Cundinamarca, Cauca, Nariño y Casanare) con un total de 4920 participantes, de los cuales 2919 fueron mujeres (59,3%) y 2001 hombres (40,7%), La mayoría de participantes tenían más de 50 años tanto en mujeres con 1544 participantes (52,9%) y en hombres con 1077 participantes (53,8%), la mayoría solo contaba con estudios de primaria completa, primaria incompleta o ningún estudio con un total de 3256 participantes (66,2%), igualmente en la mayoría de personas se encontraban con un estado civil de unión libre o matrimonio con un total de 3486 participantes (70,6%). (Tabla 3).

En cuanto a características conductuales de la población a estudio se encontró la mayoría de mujeres nunca había consumido bebidas alcohólicas previamente (71,5%), en cuanto al tabaquismo la mayoría de hombres participantes era o fue fumador (53,5%). (Tabla 4)

#### Tabla 4

##### *Características Basales de la cohorte PURE Colombia*

Característica	Mujeres n=2919 (59,3%)	Hombres n=2001 (40,7%)	Total n=4920 (100%)
Edad > 50 años	1544 (52.9)	1077 (53.8)	2621 (53.3)

Nivel de educación máximo primaria completa	1879 (64,4)	1377 (68,8)	3256 (66,2)
Vivienda en área rural	1483 (50,8)	1267 (63,3)	2750 (55,9)
Estado civil casado o unión libre	1826 (62,6)	1660 (83,0)	3486 (70,9)
Consumo de alcohol actual	490 (16,8)	1014 (50,7)	1504 (30,6)
Fumador	695 (23,8)	1070 (53,5)	1765 (35,9)

La prevalencia de hipertensión arterial en la población estudiada fue de 1144 participantes para mujeres (39,2%) y 713 participantes para hombres (35,6%), Diabetes Mellitus fue de 161 mujeres (5,5%) y 103 hombres (5,1%), enfermedad cerebrovascular en mujeres de 59 mujeres (2%) y en hombres de 21 participantes (1%), en relación a Cáncer fue de 54 participantes en mujeres (1,8%) y 13 en hombres (0,6%) y en cuanto a la enfermedad pulmonar obstructiva crónica se obtuvo una prevalencia en mujeres de 35 participantes (1,2%) y en hombres 21 participantes (1%) (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Distribución de Enfermedades crónicas en el Estudio PURE Colombia.*

<b>ENFERMEDADES CRONICAS</b>	<b>Mujeres n=2919 (59,3%)</b>	<b>Hombres n=2001 (40,7%)</b>	<b>Total n=4920 (100%)</b>
Sin Hipertensión arterial	1775 (60,8)	1288 (64,4)	3063 (62,3)
Hipertensión arterial	1144 (39,2)	713 (35,6)	1857 (37,7)
Sin Diabetes Mellitus	2758 (94,5)	1898 (94,9)	4656 (94,6)
Diabetes Mellitus	161 (5,5)	103 (5,1)	264 (5,4)
Sin Enfermedad cerebrovascular	2862 (98,0)	1980 (99,0)	4842 (98,4)
Enfermedad Cerebrovascular	57 (2,0)	21 (1,0)	78 (1,6)
Sin Cáncer	2865 (98,2)	1988 (99,4)	4853 (98,6)
Cáncer	54 (1,8)	13 (0,6)	67 (1,4)
Sin EPOC	2884 (98,8)	1980 (99,0)	4864 (98,9)
EPOC	35 (1,2)	21 (1,0)	56 (1,1)

### Características antropométricas relacionadas con la fuerza prensil relativa.

En las variables antropométricas evaluadas en el paciente del estudio PURE Colombia se encontró un promedio de altura de 159,15 cm (+/- 9,06 cm) con un promedio en hombres de 166,06 cm y en mujeres de 154,42 cm, en cuanto al peso se encontró un promedio general de 66,13 Kg (+/- 12,62 kg), siendo en mujeres el promedio de 63,91 kg y en hombres 69,36 kg. En cuanto a la medición de la cintura un promedio general de 85,9 cm, en mujeres de 84,71 cm y en hombres de 87,64 cm y para la medición de la cadera en promedio se encontró 97,16 cm, teniendo para mujeres 99,13 cm y en hombres de 94,28 cm.

El promedio general de índice de masa corporal (IMC) de nuestra población es de 26,12 Kg/m<sup>2</sup>, siendo en mujeres de 26,82 Kg/m<sup>2</sup> y en hombres de 25,1 Kg/m<sup>2</sup>. Para la relación cintura cadera se observó un promedio general de 0,88 cm, en mujeres de 0,85 cm y en hombres de 0,93 cm y en cuanto a la fuerza prensil absoluta se encontró un promedio en mujeres de 21,76 kg y de 33,94 kg en hombres, todas estas variables fueron utilizadas para realizar ajustes de la fuerza prensil. (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Variables antropométricas en la Población del Estudio PURE Colombia.*

Medida Promedio (Desviación)	Mujeres n=2919 (59,3%)	Hombres n=2001 (40,7%)	Total n=4920 (100%)
Altura, cm	154,42 (6,89)	166,06 (7,21)	159,15 (9,06)
Peso. kg	63,91 (12,02)	69,36 (12,79)	66,13 (12,62)
Cintura, cm	84,71 (11,29)	87,64 (10,93)	85,90 (11,24)
Cadera, cm	99,13 (9,98)	94,28 (8,73)	97,16 (9,79)
Índice de masa corporal Kg/m <sup>2</sup>	26,82 (4,80)	25,10 (4,05)	26,12 (4,59)
Índice de cintura/Cadera cm	0,85 (0,07)	0,93 (0,07)	0,88 (0,08)
Fuerza prensil Kg	21,76 (7,01)	33,94 (9,57)	26,72 (10,11)

Igualmente se encontró en parámetros bioquímicos de laboratorio en población general, promedio de niveles de colesterol total de 200 mg/dl, niveles de glucosa en 86 mg/dl, niveles de HDL en 43 mg/dl, niveles de LDL en 126 mg/dl y de triglicéridos en 166 mg/dl (Tabla 7).

**Tabla 7**

*Promedio de valores del perfil bioquímico relacionado con factores de riesgo cardiovascular.*

<b>Medición Promedio (Desviación)</b>	<b>Mujeres n=2919 (59,3%)</b>	<b>Hombres n=2001 (40,7%)</b>	<b>Promedio general.</b>
Colesterol total mg/dl	203 (44)	195 (44)	200 (44)
Glucosa mg/dl	86 (29)	86 (24)	86 (27)
HDL mg/dl	44 (10)	41 (10)	43 (10)
LDL mg/dl	128 (35)	122 (37)	126 (36)
Triglicéridos mg/dl	163 (78)	171 (84)	166 (80)

### **Asociación de las medidas de fuerza prensil relativa sobre desenlaces de salud.**

Se evaluó la fuerza prensil relativa relacionada a cintura, cadera, talla, peso, índice de masa corporal, índice de cintura cadera y superficie corporal, sobre desenlaces de salud como hipertensión, alteración de los niveles de glucosa, elevación de colesterol LDL, disminución colesterol HDL y aumento de triglicéridos.

A través de un análisis multivariado con ajuste de edad, nivel educativo, tabaquismo y consumo de alcohol, se analizó la asociación entre hipertensión y fuerza prensil normal relativa en hombres encontrando una menor asociación cuando ajustada por peso (OR 0,81 IC95% 0,73-0,91,  $p < 0,001$ ), índice de cintura (OR: 0,86 IC 95% 0,77-0,96,  $p = 0,006$ ) e índice de masa corporal (OR 0,81 IC 95% 0,72-0,90,  $p < 0,001$ ). Para mujeres se encontró una menor asociación entre hipertensión y fuerza prensil normal relativa cuando ajustada por peso (OR: 0,73 IC 95%: 0,65-

0,82,  $p < 0,001$ ), índice de cintura (OR:0,74 IC 95%: 0,66-0,84,  $p < 0,001$ ), índice de cadera (OR: 0,79 IC 95%: 0,70-0,90,  $p < 0,001$ ), índice de masa corporal (OR: 0,70 IC 95% 0,62-0,80,  $p < 0,001$ ), superficie corporal (OR: 0,84 IC 95% 0,75-0,94,  $p = 0,002$ ) e índice cintura cadera (ICC) (OR: 0,87 IC 95% 0,78-0,97,  $p = 0,016$ ) (Tabla 8).

La fuerza prensil relativa ajustado a IMC es la medida que mejor tiene asociación con alteraciones en los niveles de tensión arterial a nivel global. Esta asociación se reprodujo tanto en hombres como en mujeres e igualmente se evidencia que la fuerza prensil absoluta no tiene una asociación significativa con esta variable. (Tabla 8)

**Tabla 8**

*Asociación de fuerza prensil normal ajustada a medidas antropométricas para hipertensión arterial. Análisis multivariado.*

Fuerza prensil	OR Fuerza prensil normal Ajustada por							
	Hipertensión	Absoluta	Peso (Kg)	Cintura	altura	cadera	IMC	superficie corporal
población general	0,97 (0,90-1,06, $p = 0,512$ )	<b>0,78</b> <b>(0,72-0,84,</b> $p < 0,001$ )	<b>0,81</b> <b>(0,74-0,88,</b> $p < 0,001$ )	0,97 (0,90-1,05, $p = 0,524$ )	<b>0,86</b> <b>(0,78-0,93,</b> $p < 0,001$ )	<b>0,77</b> <b>(0,70-0,83,</b> $p < 0,001$ )	<b>0,87</b> <b>(0,81-0,95,</b> $p = 0,001$ )	<b>0,91</b> <b>(0,84-0,98,</b> $p = 0,016$ )
Mujeres	0,94 (0,83-1,06, $p = 0,337$ )	<b>0,73</b> <b>(0,65-0,82,</b> $p < 0,001$ )	<b>0,74</b> <b>(0,66-0,84,</b> $p < 0,001$ )	0,95 (0,85-1,06, $p = 0,342$ )	<b>0,79</b> <b>(0,70-0,90,</b> $p < 0,001$ )	<b>0,70</b> <b>(0,62-0,80,</b> $p < 0,001$ )	<b>0,84</b> <b>(0,75-0,94,</b> $p = 0,002$ )	<b>0,87</b> <b>(0,78-0,97,</b> $p = 0,016$ )
Hombres	0,98 (0,87-1,09, $p = 0,663$ )	<b>0,81</b> <b>(0,73-0,91,</b> $p < 0,001$ )	<b>0,86</b> <b>(0,77-0,96,</b> $p = 0,006$ )	0,98 (0,87-1,10, $p = 0,703$ )	0,89 (0,79-1,00, $p = 0,046$ )	<b>0,81</b> <b>(0,72-0,90,</b> $p < 0,001$ )	0,89 (0,80-1,00, $p = 0,051$ )	0,93 (0,83-1,03, $p = 0,175$ )

IMC: Índice de Masa Corporal - ICC: índice cintura cadera

Se encontró una menor asociación entre disglucemia y la fuerza prensil normal relativa en hombres al ajustarla con peso (OR: 0,78 IC 95% 0,66-0,92,  $p = 0,003$ ) e índice de masa corporal (OR 0,81 IC 95% 0,68-0,95,  $p = 0,011$ ). Para mujeres se encontró una menor asociación con

fuerza prensil normal relativa con peso (OR: 0,75 IC 95% 0,63-0,89,  $p=0,001$ ), índice de cintura (OR: 0,77 IC 95% 0,65-0,92,  $p=0,005$ ), índice de cadera (OR: 0,82 IC 95%: 0,68-0,99,  $p=0,047$ ), índice de masa corporal (OR: 0,72 IC 95% 0,59-0,87,  $p=0,001$ ) y superficie corporal (OR: 0,85 IC 95% 0,71-0,99,  $p=0,047$ ). (Tabla 9)

Se evidencia igualmente que la menor asociación con la variable disglucemia en la población general se encontró al ajustar la fuerza prensil normal tanto al peso como al IMC, en mujeres se observó al ajustarla con IMC, mientras que en hombres se vio al ajustarla con el peso. Al mirar la fuerza prensil absoluta no se encontró asociación significativa con la variable disglucemia. (Tabla 9)

**Tabla 9**

*Asociación de la fuerza prensil normal, ajustada a medidas antropométricas para disglucemia. Análisis multivariado*

Fuerza prensil	OR Fuerza prensil normal ajustada por							
	Glicemia	Absoluta	peso	cintura	altura	cadera	IMC	superficie corporal
<b>Población general</b>	0,98 (0,87-1,09, $p=0,670$ )	<b>0,77</b> <b>(0,68-0,86,</b> <b><math>p&lt;0,001</math>)</b>	<b>0,84</b> <b>(0,74-0,94,</b> <b><math>p=0,003</math>)</b>	0,97 (0,86-1,08, $p=0,561$ )	0,88 (0,78-1,00, $p=0,046$ )	<b>0,77</b> <b>(0,68-0,87,</b> <b><math>p&lt;0,001</math>)</b>	<b>0,87</b> <b>(0,77-0,97,</b> <b><math>p=0,014</math>)</b>	0,92 (0,82-1,02, $p=0,125$ )
<b>Mujeres</b>	0,93 (0,78-1,11, $p=0,439$ )	<b>0,75</b> <b>(0,63-0,89,</b> <b><math>p=0,001</math>)</b>	<b>0,77</b> <b>(0,65-0,92,</b> <b><math>p=0,005</math>)</b>	0,94 (0,80-1,10, $p=0,445$ )	0,82 (0,68-0,99, $p=0,047$ )	<b>0,72</b> <b>(0,59-0,87,</b> <b><math>p=0,001</math>)</b>	<b>0,85</b> <b>(0,71-0,99,</b> <b><math>p=0,047</math>)</b>	0,87 (0,74-1,02, $p=0,101$ )
<b>Hombres</b>	1,00 (0,85-1,16, $p=0,954$ )	<b>0,78</b> <b>(0,66-0,92,</b> <b><math>p=0,003</math>)</b>	0,89 (0,76-1,04, $p=0,146$ )	0,98 (0,84-1,15, $p=0,822$ )	0,92 (0,78-1,08, $p=0,327$ )	<b>0,81</b> <b>(0,68-0,95,</b> <b><math>p=0,011</math>)</b>	0,88 (0,75-1,03, $p=0,121$ )	0,95 (0,81-1,10, $p=0,509$ )

Se observa una menor asociación entre alteraciones de niveles de triglicéridos (mayor a 150 mg/dl) y fuerza prensil relativa normal en hombres cuando es ajustada con peso (OR: 0,74 IC 95% 0,67-0,83,  $p<0,001$ ) e índice de masa corporal (OR: 0,74 IC 95% 0,67-0,82,  $p<0,001$ ). Para mujeres se encontró principalmente con la fuerza prensil relativa normal ajustada a

perímetro de cintura (OR: 0,73 IC 95% 0,65-0,81,  $p < 0,001$ ) e índice de masa corporal (OR: 0,71 IC 95% 0,63-0,80,  $p < 0,001$ ). (Tabla 10).

El ajuste de la fuerza prensil normal para el IMC fue el que mejor asociación presentó en la población general, esto fue similar tanto en mujeres y hombres, igualmente no se encontró asociación significativa con la fuerza prensil absoluta ni al ajustar la fuerza prensil normal a la altura (Tabla 10).

**Tabla 10**

*Asociación de Fuerza prensil normal ajustada a medidas antropométricas para alteración en niveles de triglicéridos. Análisis multivariado*

Fuerza prensil	OR Fuerza prensil normal Ajustada por							
	Trigliceridos	Absoluta	peso	cintura	altura	cadera	IMC	superficie corporal
<b>Población general</b>	0,99 (0,92-1,07, $p=0,782$ )	<b>0,76</b> <b>(0,71-0,82,</b> <b><math>p &lt; 0,001</math>)</b>	<b>0,77</b> <b>(0,71-0,83,</b> <b><math>p &lt; 0,001</math>)</b>	1,00 (0,93-1,07, $p=0,978$ )	<b>0,88</b> <b>(0,81-0,95,</b> <b><math>p=0,001</math>)</b>	<b>0,74</b> <b>(0,69-0,80,</b> <b><math>p &lt; 0,001</math>)</b>	<b>0,88</b> <b>(0,82-0,95,</b> <b><math>p=0,001</math>)</b>	<b>0,86</b> <b>(0,80-0,92,</b> <b><math>p &lt; 0,001</math>)</b>
<b>Mujeres</b>	0,92 (0,82-1,03, $p=0,163$ )	<b>0,76</b> <b>(0,69-0,85,</b> <b><math>p &lt; 0,001</math>)</b>	<b>0,73</b> <b>(0,65-0,81,</b> <b><math>p &lt; 0,001</math>)</b>	0,95 (0,85-1,05, $p=0,329$ )	<b>0,83</b> <b>(0,73-0,94,</b> <b><math>p=0,002</math>)</b>	<b>0,71</b> <b>(0,63-0,80,</b> <b><math>p &lt; 0,001</math>)</b>	<b>0,86</b> <b>(0,78-0,96,</b> <b><math>p=0,005</math>)</b>	<b>0,80</b> <b>(0,72-0,89,</b> <b><math>p &lt; 0,001</math>)</b>
<b>Hombres</b>	0,98 (0,88-1,09, $p=0,693$ )	<b>0,74</b> <b>(0,67-0,83,</b> <b><math>p &lt; 0,001</math>)</b>	<b>0,77</b> <b>(0,70-0,86,</b> <b><math>p &lt; 0,001</math>)</b>	0,99 (0,89-1,09, $p=0,800$ )	<b>0,87</b> <b>(0,79-0,97,</b> <b><math>p=0,011</math>)</b>	<b>0,74</b> <b>(0,67-0,82,</b> <b><math>p &lt; 0,001</math>)</b>	<b>0,87</b> <b>(0,78-0,96,</b> <b><math>p=0,006</math>)</b>	<b>0,86</b> <b>(0,78-0,95,</b> <b><math>p=0,004</math>)</b>

Triglicéridos altos > 150 mg/dl

Se observó una menor asociación entre niveles de HDL bajos para el punto de corte establecido y la fuerza prensil normal relativa en hombres, en relación con el peso (OR: 0,83 IC 95% 0,73-0,94,  $p=0,004$ ). Para mujeres se observó una menor asociación con la fuerza prensil normal relativa ajustada a peso (OR: 0,78 IC 95% 0,70-0,87,  $p < 0,001$ ), índice de cintura (OR: 0,87 IC 95% 0,77-0,98,  $p=0,022$ ) e índice de masa corporal (OR: 0,82 IC 95% 0,72-0,93,  $p=0,002$ ). (Tabla 10).

La mejor asociación en la población general con HDL bajo se observó al ajustar la fuerza prensil con el peso, estos resultados son concordantes tanto en hombres como mujeres (Tabla 11).

**Tabla 11**

*Asociación de Fuerza prensil normal ajustada a medidas antropométricas para alteración en niveles de HDL. Análisis multivariado.*

Fuerza prensil	OR Fuerza prensil normal ajustada por								
	HDL	Absoluta	peso	cintura	altura	cadera	IMC	superficie corporal	ICC
Población general		1.24 (1.12-1.37, p<0.001)	0.80 (0.74-0.87, p<0.001)	0.87 (0.80-0.95, p=0.003)	1.19 (1.08-1.31, p<0.001)	0.99 (0.90-1.09, p=0.825)	0.85 (0.78-0.93, p=0.001)	0.98 (0.90-1.07, p=0.644)	1.06 (0.97-1.16, p=0.185)
Mujeres		1.24 (1.08-1.42, p=0.003)	0.78 (0.70-0.87, p<0.001)	0.87 (0.77-0.98, p=0.022)	1.17 (1.04-1.33, p=0.013)	0.99 (0.86- 1.13, p=0.846)	0.82 (0.72-0.93, p=0.002)	0.96 (0.86-1.08, p=0.519)	1.05 (0.94-1.19, p=0.390)
Hombres		1.20 (1.04-1.40, p=0.016)	0.83 (0.73-0.94, p=0.004)	0.87 (0.76-1.00, p=0.042)	1.17 (1.01-1.36, p=0.044)	0.97 (0.84-1.12, p=0.706)	0.88 (0.77-1.00, p=0.053)	0.98 (0.85-1.13, p=0.782)	1.05 (0.91-1.21, p=0.533)

HDL Bajo < 50 mg/dl hombres, < 40 mg/dl Mujeres

No se encontró asociación entre LDL alto y la fuerza prensil normal relativa en hombres ni en mujeres en el análisis multivariado, en el análisis un variado se evidencio en mujeres menor asociación al realizar el ajuste con el índice de cintura/cadera con un OR de 0,87 (0.77-0.97, p=0.015) (Tabla 12 y Anexo C).

**Tabla 12**

*Asociación de Fuerza prensil normal ajustada a medidas antropométricas para alteración en niveles de LDL. Análisis multivariado.*

Fuerza prensil	OR Fuerza prensil normal ajustada por							
	LDL	Absoluta	peso	cintura	altura	cadera	IMC	superficie corporal



<b>Población general</b>	0.98 (0.87-1.10, p=0.768)	0.98 (0.88-1.10, p=0.774)	0.98 (0.88-1.10, p=0.771)	1.00 (0.89-1.12, p=0.988)	1.00 (0.89-1.12, p=0.987)	0.95 (0.85-1.07, p=0.414)	1.00 (0.89-1.12, p=0.982)	0.97 (0.87-1.08, p=0.591)
<b>Mujeres</b>	0.97 (0.85-1.10, p=0.607)	1.05 (0.94-1.17, p=0.422)	1.02 (0.91-1.15, p=0.708)	0.99 (0.88-1.12, p=0.913)	1.04 (0.91-1.19, p=0.564)	1.01 (0.88-1.15, p=0.908)	1.02 (0.91-1.15, p=0.682)	0.96 (0.86-1.08, p=0.519)
<b>Hombres</b>	1.01 (0.89-1.14, p=0.840)	1.02 (0.91-1.15, p=0.703)	1.03 (0.91-1.16, p=0.633)	1.03 (0.91-1.17, p=0.609)	1.04 (0.92-1.18, p=0.508)	0.99 (0.88-1.12, p=0.895)	1.04 (0.92-1.17, p=0.567)	1.00 (0.89-1.13, p=0.955)

**LDL Alto: Mayor a 120 mg/dl**

### Capacidad discriminatoria de la fuerza prensil relativa para síndrome metabólico.

Se calcularon puntos de corte con máxima sensibilidad y especificidad utilizando curvas ROC para la capacidad discriminatoria del síndrome metabólico según criterios de la IDF. Para fuerza prensil absoluta e hipertensión arterial se encontró una especificidad (E) de 0,44 y sensibilidad (S) de 0,64; para LDL alto una E de 0,595 y S de 0,479, para HDL bajo una E de 0,78 y S de 0,33, para alteración en la glicemia E de 0,5 y S de 0,507 y para alteración en los triglicéridos una E de 0,785 y S de 0,237.

Se encontró para fuerza prensil relativa ajustada a peso para hipertensión arterial una E de 0,65 y S de 0,46, para alteración en los niveles de LDL altos según puntos de cortes establecidos una E de 0,56 y S de 0,506, para HDL bajo una E de 0,709 y S de 0,314, para disglucemia una E de 0,66 y S de 0,458 y para la alteración en los triglicéridos elevados con una E de 0,539 y S de 0,485.

Para la fuerza prensil relativa ajustada a talla se encontró una E: 0.495 y S: 0,581 para hipertensión, para los niveles alterados de LDL de E:0,587 y S:0,487, para alteración en los niveles de HDL bajo una E:0,712 y S:0,406, para alteraciones en los niveles de glicemia una E:0,54 y S:0,465 y para alteraciones en triglicéridos altos una E:0,772 y S:0,457.

Para la fuerza prensil relativa ajustada al índice de masa corporal se encontró una E de 0,627 y S de 0,5 para hipertensión, para alteraciones en los niveles de LDL se encontró una E de 0,542 y S de 0,537, para la alteraciones en los niveles en HDL bajos se encontró una E de 0,72 y S de 0,339, para alteraciones en la glicemia se encontró una E de 0,714 y S de 0,387 y para alteraciones en los niveles de triglicéridos una E de 0,53 y S de 0,553.

Se encontró para fuerza prensil ajustada a cintura la especificidad más alta para alteración en los niveles de HDL (E: 0,706) y la sensibilidad más alta para las alteraciones en los niveles de LDL (S: 0,561).

Para fuerza prensil relativa ajustada a cadera se encontró la mejor especificidad para alteración en los niveles de triglicéridos (E: 0,683) y la mejor sensibilidad para alteración en los niveles de LDL (S: 0,588).

Para fuerza prensil relativa ajustada a índice cintura/cadera se encontró la mejor especificidad para alteración en los niveles de glicemia (E: 0,718) y la mejor sensibilidad para alteración en los niveles de LDL (S: 0,528).

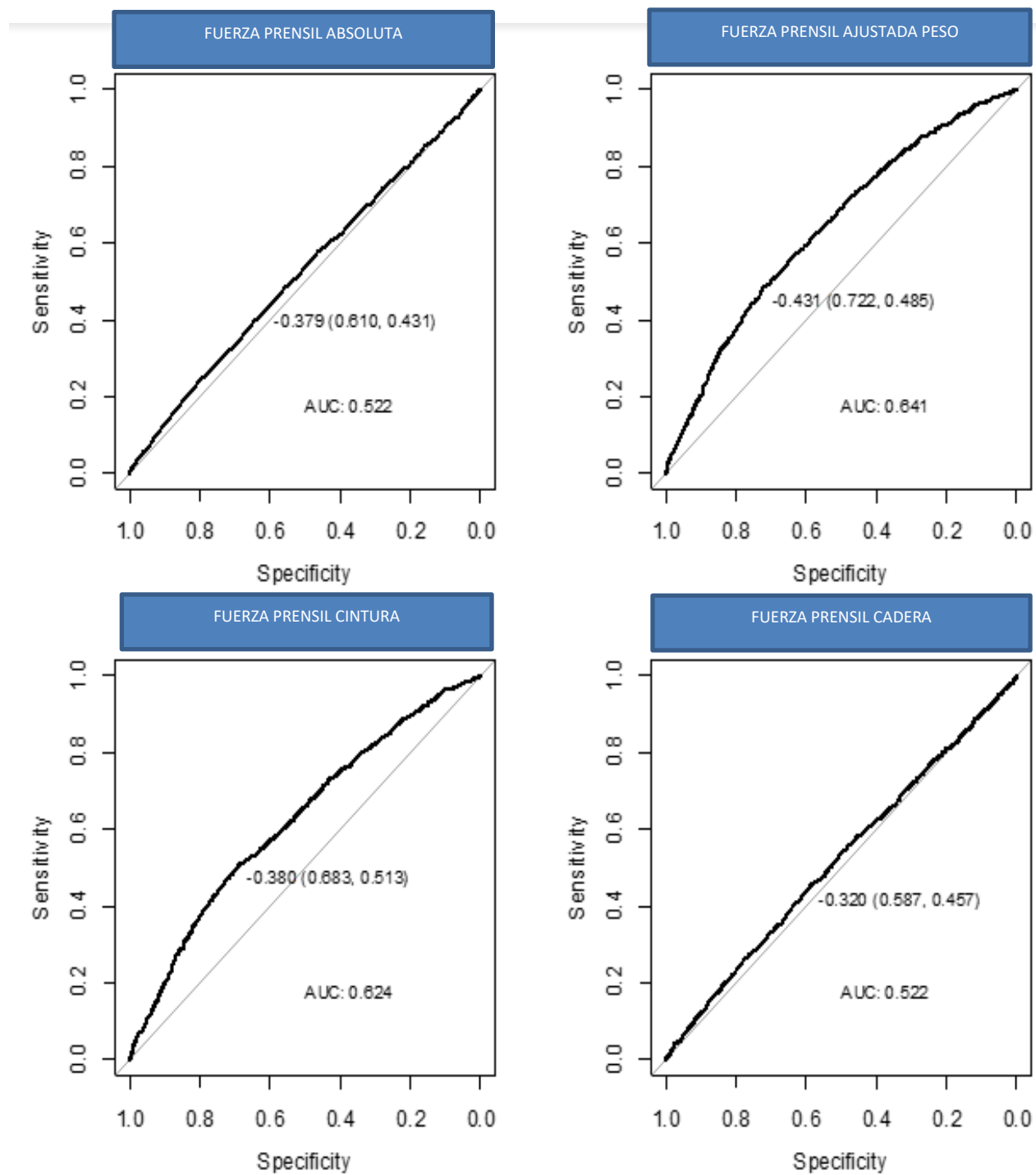
Para fuerza prensil relativa ajustada a superficie corporal se encontró la mejor especificidad para alteración en los niveles de glicemia (E: 0,636) y la mejor sensibilidad para alteración en cifras de tensión arterial (S: 0,537).

Se realizó curvas ROC y AUC para evaluar la capacidad discriminatoria de síndrome metabólico a partir de la fuerza prensil ajustada en relación con los criterios de la IDF, definido por la alteración de al menos 3 variables: disglucemia (Glucosa en sangre mayor a 100 mg/dl), Hipertrigliceridemia (Triglicéridos > 150 mg/dl), HDL bajo (Mujeres < 50 mg/dl y Hombres < 40 mg/dl), alteración en la presión arterial (Mayor a 130/85 mmHg) u obesidad abdominal (valores de circunferencia abdominal en Hombres > 94 cm y en Mujeres >80 cm).

Al evaluar la capacidad discriminadora de la fuerza prensil absoluta normal para síndrome metabólico se encontró una AUC de 0,522, mientras que para fuerza prensil relativa normal se observaron unas aceptables AUC principalmente al ajustarlas al peso (0,641), IMC (0,622) y perímetro de cintura (0,624). Con estos resultados se evidencia que el ajuste de la fuerza prensil con estas tres variables antropométricas se relaciona con una mejor capacidad discriminadora para síndrome metabólico comparado con la fuerza prensil absoluta normal (Figura 3 y 4).

**Figura 3**

Curvas ROC y AUC de fuerza prensil absoluta normal y fuerza prensil relativa normal para capacidad discriminatoria de síndrome metabólico.



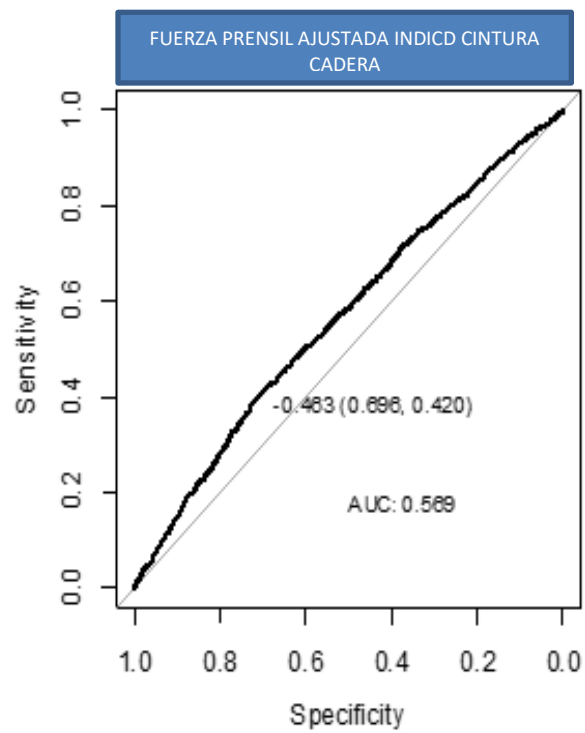
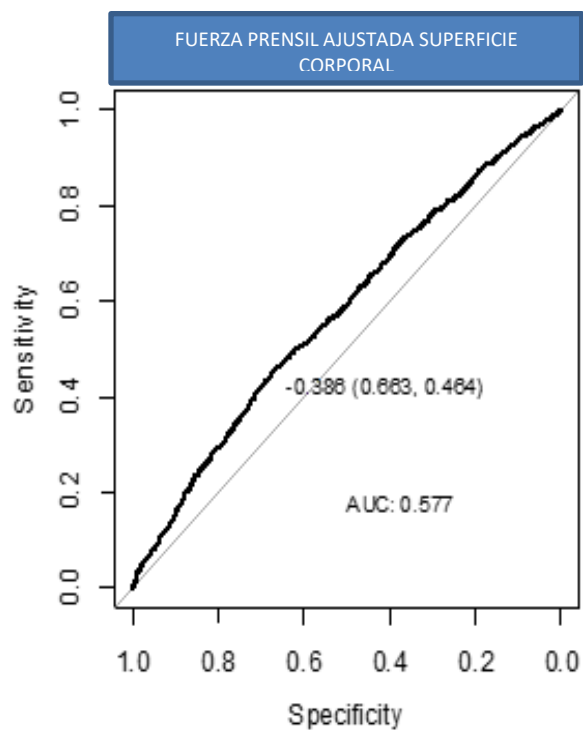
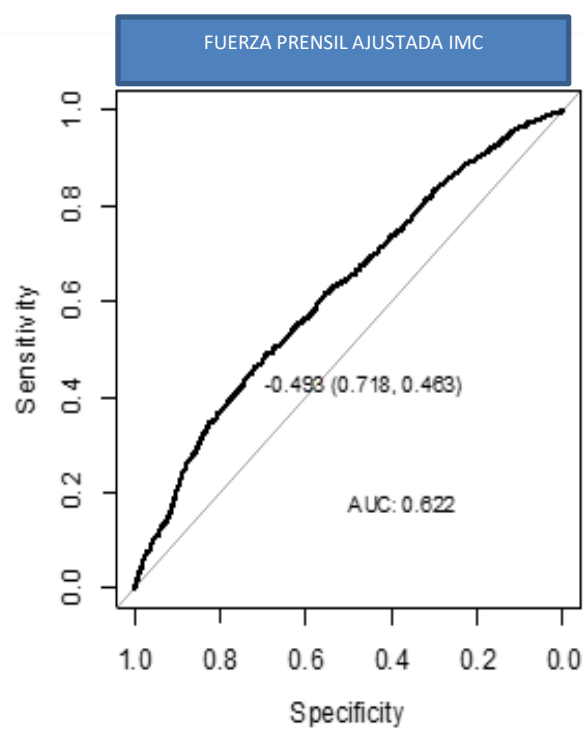
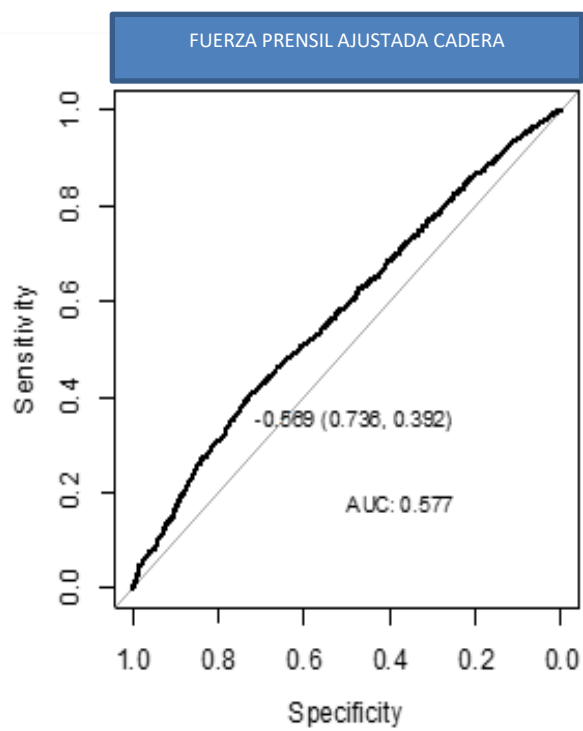
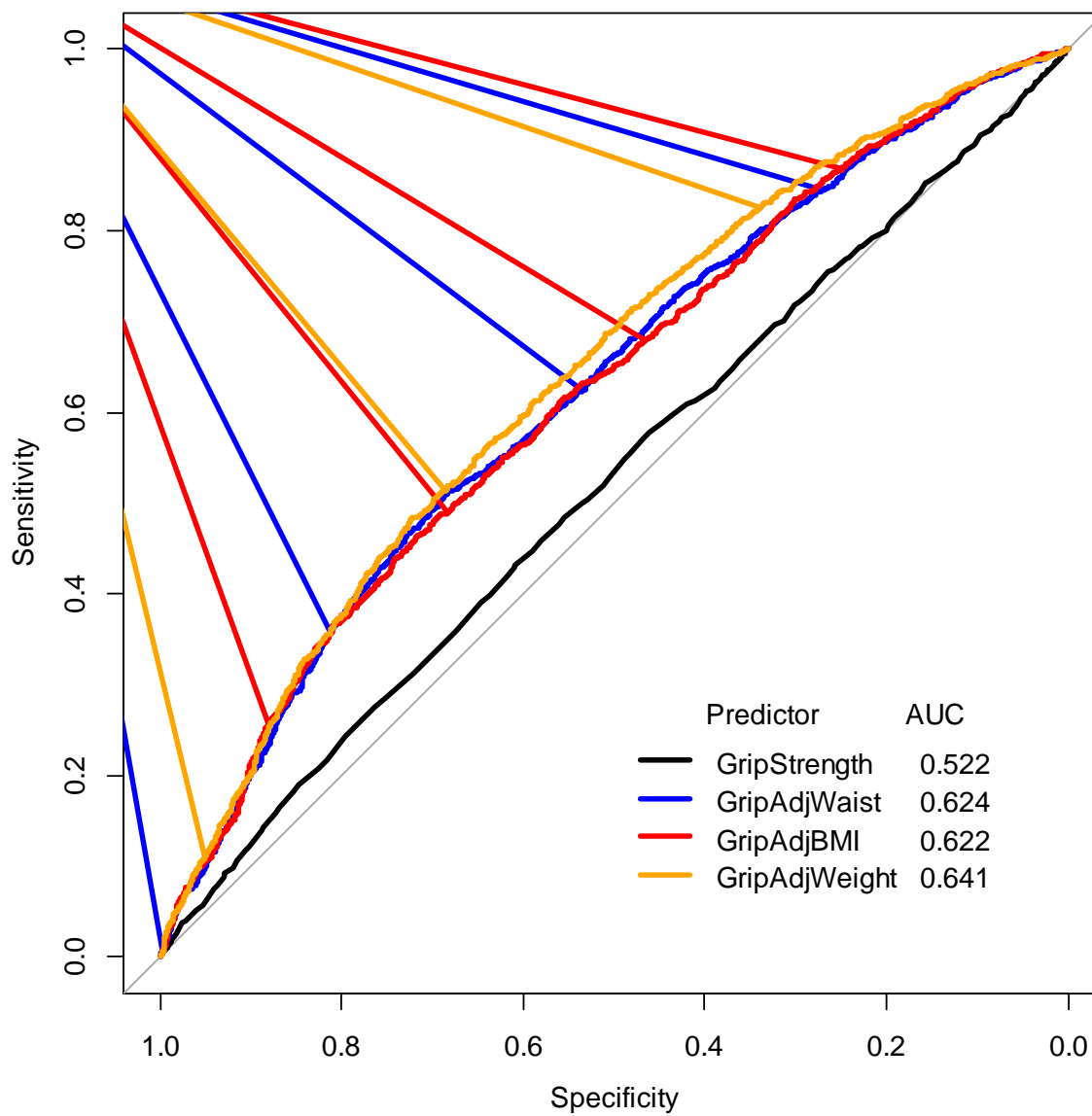


Figura 4 Curvas ROC y AUC para la capacidad discriminatoria de síndrome metabólica comparando fuerza prensil absoluta normal con fuerza prensil relativa normal ajustadas a peso, índice de cintura e índice de cintura cadera.



### **Capacidad discriminatoria de la fuerza prensil relativa normal para variables metabólicas severas relacionadas con fuerza cardiovascular.**

En un intento para mejorar las variables de asociación se estimó el poder discriminatorio de la fuerza prensil absoluta y relativa ajustada a medidas antropométricas para variables metabólicas como hipertrigliceridemia severa, definida como niveles de triglicéridos mayores a 500 mg/dl, hipertensión arterial severa definida con cifras de presión arterial >160/100 mmHg y LDL alto severo definido como niveles mayores de 160 mg/dl.

Se realizaron curvas ROC y AUC para determinar la capacidad discriminatoria de alteraciones metabólicas severas según la definición anterior, igualmente se realizaron mediciones de sensibilidad, especificidad y se obtuvieron valores predictivos positivos y negativos para cada una de las variables evaluadas.

Se encontraron valores de sensibilidad para hipertensión severa entre 73-79%, para LDL severa entre 51-70% y para los niveles de HDL severo entre 51 y 63%, igualmente se observó que para los desenlaces evaluados la fuerza prensil absoluta y relativa tenían muy buenos valores predictivos negativos que oscilaban entre el 89-92%.

Se encontró AUC con baja capacidad predictora en relación con hipertensión severa, niveles de LDL alto severos e hipertrigliceridemia severa para fuerza prensil normal absoluta y relativa. La mejor AUC se observó para niveles de hipertrigliceridemia severa con un AUC mayor a 0,6; con valores para fuerza prensil ajustada a peso de 0,610; a IMC (0,618) y a cintura (0,611) (Tabla 13).

**Tabla 13**

*AUC y Asociación entre fuerza prensil absoluta y relativa normales con factores cardio metabólicos severos*

	Fuerza prensil	AUC		Sensibilidad %	Especificidad %	Valor predictivo Positivo %	Valor predictivo negativo %	
		Mujeres	Hombres					
HTA severa	Absoluta (Kg)	23	37	0,526	73,80	32,20	96,75	89,84
	Ajustada por peso (kg)	0,36	0,53	0,555	78,20	31,40	100,00	91,20
	Ajustada por talla (Kg/cm)	0,14	0,22	0,523	78,10	27,60	96,24	90,07
	Ajustada por IMC (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,88	1,48	0,556	79,60	29,60	100,00	91,26
	Ajustada a cintura (Kg/cm)	0,27	0,42	0,561	79,20	30,80	99,90	91,42
	Ajustada a cadera (Kg/cm)	0,23	0,39	0,541	73,90	32,90	99,90	90,07
	Ajustada a cintura cadera Kg/cm)	27	39,7	0,545	74,10	34,90	99,90	90,65
	Ajustada a superficie corporal	13,7	15,81	0,538	79,90	27,80	99,27	90,87
LDL severo	Absoluta (Kg)	23	37	0,543	66,30	41,80	13,67	90
	Ajustada por peso (kg)	0,36	0,53	0,536	60,00	48,20	13,86	90
	Ajustada por talla (Kg/cm)	0,14	0,22	0,539	70,20	37,60	13,52	90
	Ajustada por IMC (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,88	1,48	0,544	58,40	50,40	14,06	90
	Ajustada a cintura (Kg/cm)	0,27	0,42	0,544	57,50	51,70	14,19	90
	Ajustada a cadera (Kg/cm)	0,23	0,39	0,538	56,90	52,50	14,27	90
	Ajustada a cintura cadera Kg/cm)	27	39,7	0,55	53,30	56,60	14,58	90
	Ajustada a superficie corporal	13,7	15,81	0,538	51,20	57,10	14,22	89
Hipertrigliceridemia Severa	Absoluta (Kg)	23	37	0,583	57,50	58,10	16,01	91
	Ajustada por peso (kg)	0,36	0,53	0,61	61,90	57,20	16,73	92
	Ajustada por talla (Kg/cm)	0,14	0,22	0,577	55,00	59,30	15,81	90
	Ajustada por IMC (Kg/cm <sup>2</sup> )	0,88	1,48	0,618	51,90	68,20	18,49	91
	Ajustada a cintura (Kg/cm)	0,27	0,42	0,611	63,70	54,40	16,26	92
	Ajustada a cadera (Kg/cm)	0,23	0,39	0,599	56,90	52,50	14,27	90
	Ajustada a cintura cadera Kg/cm)	27	39,7	0,532	52,50	65,90	17,62	91
	Ajustada a superficie corporal	13,7	15,81	0,593	52,50	65,90	17,62	91

Sen: Sensibilidad: Esp: Especificidad AUC: Área bajo la curva. FP: Fuerza prensil

## Discusión

El presente estudio investiga la asociación de la fuerza prensil relativa ajustada a múltiples factores antropométricos con factores de riesgo cardiovascular. Los principales hallazgos de este estudio demuestran que la fuerza prensil relativa se asocia con la presencia



de factores de riesgo cardiovascular como hipertensión, disglucemia y alteración en el perfil lipídico, que constituyen factores importantes en la enfermedad cardiovascular, también estos resultados se han demostrado en otros estudios como el realizado por Guang Hao Et al, donde demuestran que la fuerza prensil relativa tiene una asociación significativa con hipertensión (OR 0.69, IC 95% 0.51–0.91) y dislipidemia (OR 0.65, IC 95% 0.51–0.83) para hombres y alteración con el nivel de lípidos en mujeres (OR = 0.67, IC 95% 0.54–0.83). A pesar de esto no se encontró una relación estadísticamente significativa con la disglucemia (30). En cambio, en este estudio se encontró la relación existente entre la fuerza prensil relativa y la disglucemia, principalmente al realizar el ajuste de fuerza prensil al peso para la población general (OR 0,77 IC: 95% 0,68-0,86,  $p < 0,001$ ) y hombres (OR 0,77 IC 95% 0,68-0,86,  $p < 0,001$ ) y en mujeres al ajustar la fuerza prensil al IMC (OR 0,72 IC 95% 0,59-0,87,  $p = 0,001$ ).

Igualmente, algo importante para mencionar es que en la mayoría de los estudios se ajusta la fuerza prensil con el índice de masa corporal (4–7), sin tomar en cuenta todas las variables antropométricas para observar la mejor asociación. En este estudio se tomó en cuenta las medidas antropométricas de peso, talla, IMC, índice de cintura, cadera, cintura/cadera y superficie corporal, encontrando que los valores de fuerza prensil normal relativa ajustada por peso, IMC e índice de cintura tuvieron una asociación protectora para todas las alteraciones cardiometabólicas de riesgo cardiovascular, excepto en los niveles de LDL.

Se encontró mejor asociación con la fuerza prensil normal relativa ajustada por peso para niveles de HDL altos con un OR de 0,80 (IC 95% 0,74-0,87), mientras que la fuerza prensil normal relativa ajustada a IMC evidencio menor asociación con disglucemia OR 0,77 (IC 95% 0,68-0,87), hipertrigliceridemia OR 0,74 (IC 95% 0,69-0,80) e hipertensión OR 0,77 (IC 95% 0,70-0,83). En el estudio de Hairui Yu et al, realizaron ajustes en relación con peso, índice de masa corporal y medidas de composición corporal, encontrando que las mejores medidas de asociación para disglucemia, hipertensión y dislipidemia en mujeres se obtuvieron ajustando la fuerza prensil a la

masa de grasa corporal, mientras que en hombres tuvieron resultados similares excepto para diabetes mellitus cuyos mejores resultados se obtuvieron realizando el ajuste al peso (9). Lo anteriormente expuesto resalta la necesidad del ajuste de la fuerza prensil con variables antropométricas para encontrar mejores asociaciones con factores de riesgo cardiovascular.

A pesar de lo anteriormente expuesto y de los resultados de este estudio donde se evidencia la relación entre fuerza prensil relativa y factores de riesgo cardiometabólicos relacionados con enfermedad cardiovascular, en el estudio de Ji Yong Byeon et al no se encontró asociación con hipertensión arterial (OR: 1.64 IC 95% 0.98–2.74), alteración en los niveles de triglicéridos (OR: 1.31 IC 95% 0.74–2.31), alteración en los niveles de HDL (OR: 2.22 IC 95% 0.97–5.05) o disglucemia (1.60 IC 95% 0.70–3.62). Probablemente la gran diferencia radica en el hecho de que en el estudio de Ji Yong Byeon et al, la fuerza prensil fue ajustada solo a índice de masa corporal, por lo que no se sabe si estos resultados al ajustarlos con otros parámetros antropométricos tendrían los mismos resultados encontrados (31).

Igualmente se obtuvieron curvas ROC y AUC para observar la capacidad discriminatoria de la fuerza prensil normal en relación con el síndrome metabólico según los criterios de la *International Diabetes Federation (IDF)* (32), evidenciando que la mejor capacidad discriminatoria se logra al ajustar la fuerza prensil a peso (0,641), perímetro de cintura (0,624) e IMC (0,622) en comparación con la fuerza prensil absoluta (0,522).

El estudio de Hairui Yu et al encontró para factores de riesgo involucrados en el síndrome metabólico resultados de AUC similares a los encontrados en este estudio, con valor promedio de AUC en relación a la fuerza prensil absoluta en hombres de 0,497 que fue menor a los valores de AUC para fuerza prensil relativa ajustada por peso (0,592) e IMC (0,566). En mujeres, el valor promedio de AUC para fuerza prensil absoluta fue de 0,52 que, al igual que en los hombres, también fue menor al compararlo con los valores obtenidos para fuerza prensil relativa ajustada

a peso (0,624) e IMC (0,598). Estos resultados evidencian la importancia de ajustar la fuerza prensil absoluta con variables antropométricas para obtener mejor grado de asociación para síndrome metabólico (9).

Igualmente se obtuvieron puntos de corte para la capacidad discriminadora de hipertrigliceridemia y niveles de LDL severo, según la clasificación de la ATP III (33,34) e hipertensión severa según la definición de la sociedad de cardiología e hipertensión europea (35), obteniendo que la fuerza prensil relativa normal tiene una mejor capacidad discriminadora que la fuerza prensil absoluta, con mejores puntos de corte ajustada a cintura para hipertensión severa (AUC 0,56), ajustada a índice de cintura/cadera (AUC 0,55) para niveles de LDL severos y ajustada a cintura y peso para hipertrigliceridemia severa (AUC 0,61).

En este estudio, los resultados encontrados en relación con la asociación de fuerza prensil relativa y factores de riesgo cardiovascular, han sido respaldados en otras publicaciones como la de Lombardo et al realizada en una población de mujeres mayores de 60 años donde se encontró que los participantes en el cuartil más bajo de fuerza prensil ajustada por IMC tenía una prevalencia significativamente mayor de diabetes e hipertensión arterial en comparación con el cuartil superior (20,7 frente a 5,3 % y 49,3 frente a 39,3 %, respectivamente,  $p < 0,01$ ) (36), En otro estudio realizado por Dongwon Yi et al, se analizaron datos de 5014 adultos coreanos mayores de 20 años y encontraron que el incremento del cuartil de fuerza prensil relativa se asoció inversamente con el riesgo de síndrome metabólico tanto para hombres como para mujeres, proponiendo en el estudio a la fuerza prensil relativa como un nuevo biomarcador de síndrome metabólico (22).

Con los resultados anteriores, podemos decir que la fuerza prensil puede variar dependiendo de factores antropométricos, pudiendo ser la fuerza prensil relativa una nueva

herramienta para establecer asociaciones con factores de riesgo cardiovascular y síndrome metabólico.

La explicación propuesta para estos hallazgos es que los cambios en la composición corporal como la obesidad, sarcopenia o el envejecimiento pueden producir alteraciones en la composición corporal, estos cambios pueden producir un estado proinflamatorio asociado al aumento de citoquinas produciendo una alteración de la función vascular llevando a un aumento del riesgo cardiovascular (37,38). Es por eso importante determinar el ajuste de la fuerza prensil en relación con los cambios en la composición antropométrica de cada individuo.

Por lo anterior, en la evaluación rutinaria del riesgo cardiovascular se sugiere evaluar la fuerza prensil y ajustar por variables antropométricas como el peso o el IMC dado que es una herramienta sencilla con una buena asociación con factores de riesgo cardiovascular, que se podría utilizar en la visita del consultorio. Sin embargo, aún hay limitaciones en el rendimiento de la prueba para que pueda remplazar en la práctica diaria las pruebas diagnósticas rutinarias ya establecidas como el tensiómetro o la medición bioquímica sérica en búsqueda de alteraciones metabólicas.

El presente estudio tiene fortalezas a resaltar: es el primer estudio en Colombia que evaluó la asociación de fuerza prensil relativa ajustada a diferentes medidas antropométricas con factores de riesgo cardiovascular incluyendo el síndrome metabólico. Adicionalmente, se realizó el estudio con una población representativa que abarca varios departamentos de Colombia con poblaciones tanto de área rural como urbana y con edades desde los 30 años hasta los 70 años. Los resultados muestran una tendencia a la asociación principalmente establecida entre fuerza prensil relativa ajustada a peso, índice de cintura e índice de masa corporal con factores de riesgo cardiovascular y síndrome metabólico.

Al ser un estudio de corte transversal se identifica la debilidad de no poder analizar comportamientos durante un periodo determinado, ni determinar causas ni efectos con relación a la búsqueda de factores de riesgo cardiovascular.

Los resultados obtenidos en este trabajo pudieran ser el inicio de nuevos estudios sobre las asociaciones de la fuerza prensil relativa con factores de riesgo cardiovascular, síndrome metabólico y probablemente otras enfermedades crónicas. Igualmente, a futuro se podría buscar su validez de criterio relativo para la enfermedad cardiovascular y otras patologías no cardiovasculares.

### **Conclusiones**

La fuerza prensil normal relativa tiene menor asociación con alteraciones cardiometabólicas involucradas en el riesgo cardiovascular en comparación a la medición de fuerza prensil absoluta. Entre los parámetros antropométricos más relevantes en el ajuste a la fuerza prensil se encuentran el peso, el índice de cintura e índice de masa corporal, demostrando menor asociación con factores de riesgo cardiovascular como hipertensión, disglucemia y alteración en el perfil lipídico exceptuando niveles elevados de LDL.

Se evidenció en este estudio que la fuerza prensil relativa tiene una mejor asociación para la definición de síndrome metabólico según los criterios del IDF, encontrando que las mejores asociaciones se logran cuando se ajustan al índice de cintura, índice de masa corporal y peso, siendo la mejor esta última.

También se encontró que la fuerza prensil relativa tiene mejor asociación para factores cardiometabólicos severos como hipertensión, hipertrigliceridemia y niveles de LDL en relación

con la fuerza prensil absoluta, principalmente al ajustar la fuerza prensil al índice de cintura, cintura/cadera y peso respectivamente.

La medición de la fuerza prensil relativa pudiera ser a futuro una herramienta útil para realizar la evaluación rutinaria del riesgo cardiovascular en la práctica diaria y la visita médica. Por ahora, no puede reemplazar los métodos diagnósticos tradicionales como el tensiómetro o la medición de parámetros bioquímicos. No obstante, la evaluación de su utilidad en nuevos estudios podría permitir considerarla a futuro como un factor de riesgo cardiovascular adicional.

### Bibliografía

1. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, Addolorato G, Ammirati E, Baddour LM, et al. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990–2019: Update From the GBD 2019 Study. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76(25):2982–3021.
2. López-Jaramillo P, López-López J, Yusuf S. Facing cardiovascular risk in Ibero-America. *Rev Española Cardiol (English Ed)*. 2020;73(10):799–801.
3. Dc B. Boletín Técnico Boletín Técnico. DANE [Internet]. 2020;1:1–31. Available from: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/bt\\_estadisticasvitalas\\_IIItrim\\_2020pr.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/bt_estadisticasvitalas_IIItrim_2020pr.pdf)
4. Yusuf S, Joseph P, Rangarajan S, Islam S, Mente A, Hystad P, et al. Modifiable risk factors, cardiovascular disease, and mortality in 155 722 individuals from 21 high-income, middle-income, and low-income countries (PURE): a prospective cohort study. *Lancet*. 2020;395(10226):795–808.

5. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A, Orlandini A, et al. Prognostic value of grip strength: Findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet* [Internet]. 2015;386(9990):266–73. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62000-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62000-6)
6. Martínez EG. Composición corporal: Su importancia en la práctica clínica y algunas técnicas relativamente sencillas para su evaluación. *Salud Uninorte*. 2010;26(1):98–116.
7. Hannah G. Lawman, PhD1, Richard P. Troiano, PhD2, Frank M. Perna, PhD2, Chia-Yih Wang, PhD1, Cheryl D. Fryar, MSPH1, Cynthia L. Ogden P. Associations of Relative Handgrip Strength and Cardiovascular Disease Biomarkers in U.S. Adults, 2011–2012. *Am J Prev Med* [Internet]. 2016;50(6):673–83. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7337414/pdf/nihms-1601368.pdf>
8. Kim YM, Kim S, Bae J, Kim SH, Won YJ. Association between relative hand-grip strength and chronic cardiometabolic and musculoskeletal diseases in Koreans: A cross-sectional study. *Arch Gerontol Geriatr* [Internet]. 2021;92(April 2020):104181. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.archger.2020.104181>
9. Yu H, Chen X, Dong R, Zhang W, Han P, Kang L, et al. Clinical relevance of different handgrip strength indexes and cardiovascular disease risk factors: A cross-sectional study in suburb-dwelling elderly Chinese. *J Formos Med Assoc* [Internet]. 2019;118(6):1062–72. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2018.11.001>
10. Fernando L, Pamela S, Alejandra L. Cardiovascular disease in latin america: The growing epidemic. *Prog Cardiovasc Dis* [Internet]. 2014;57(3):262–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pcad.2014.07.007>
11. Alqahtani B, Alenazi A, Alshehri M, Alqahtani M, Elnaggar R. Reference values and associated factors of hand grip strength in elderly Saudi population: A cross-sectional

- study. *BMC Geriatr.* 2019;19(1):4–9.
12. Mendes J, Afonso C, Moreira P, Padrão P, Santos A, Borges N, et al. Association of Anthropometric and Nutrition Status Indicators with Hand Grip Strength and Gait Speed in Older Adults. *J Parenter Enter Nutr.* 2019;43(3):347–56.
  13. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ. Actividad física, condición física y sobrepeso en niños y adolescentes: Evidencia procedente de estudios epidemiológicos. *Endocrinol y Nutr.* 2013;60(8):458–69.
  14. Söğüt M, Kaya ÖB, Altunsoy K, Clark CCT, Clemente FM, Doğan AA. Anthropometric obesity indices, body fat percentage, and grip strength in young adults with different physical activity levels. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2019;4(3).
  15. Dunbar SB, Khavjou OA, Bakas T, Hunt G, Kirch RA, Leib AR, et al. Projected Costs of Informal Caregiving for Cardiovascular Disease: 2015 to 2035: A Policy Statement From the American Heart Association. *Circulation.* 2018;137(19):e558–77.
  16. OMS. Enfermedad cardiovascular OMS [Internet]. Estados Unidos.: WHO, Organización Mundial de la Salud.; 2017. p. 1. Available from: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
  17. Salim Yusuf, Steven Hawken, Stephanie Ôunpuu, Tony Dans, Alvaro Avezum, Fernando Lanas, Matthew McQueen, Andrzej Budaj, Prem Pais, John Varigos LL. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet.* 2004;364(6):937–52.
  18. Fox CS, Pencina MJ, Wilson PWF, Paynter NP, Vasan RS, D'Agostino RB. Lifetime risk of cardiovascular disease among individuals with and without diabetes stratified by obesity status in the framingham heart study. *Diabetes Care.* 2008;31(8):1582–4.



19. Instituto Nacional de Salud. Boletín del observatorio nacional de salud. Obs Nac salud [Internet]. 2013;1(1):6. Available from: [http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/ons/boletin\\_1/boletin\\_web\\_ONS/boletin\\_01\\_ONS.pdf](http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/ons/boletin_1/boletin_web_ONS/boletin_01_ONS.pdf)
20. Bolivar-Mejia A, E. B. Burden of Cardiovascular Disease in Colombia. *Curr Top Public Heal.* 2013;(Figure 1).
21. Ho FKW, Celis-Morales CA, Petermann-Rocha F, Sillars A, Welsh P, Welsh C, et al. The association of grip strength with health outcomes does not differ if grip strength is used in absolute or relative terms: A prospective cohort study. *Age Ageing.* 2019;48(5):683–91.
22. Yi D, Khang AR, Lee HW, Son SM, Kang YH. Relative handgrip strength as a marker of metabolic syndrome: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) VI (2014–2015). *Diabetes, Metab Syndr Obes Targets Ther.* 2018;11:227–40.
23. Palacio-Agüero A, Díaz-Torrente X, Dourado DQS. Relative handgrip strength, nutritional status and abdominal obesity in Chilean adolescents. *PLoS One.* 2020;15(6):1–13.
24. Ilich JZ, Kelly OJ, Inglis JE. Osteosarcopenic Obesity Syndrome: What Is It and How Can It Be Identified and Diagnosed? *Curr Gerontol Geriatr Res.* 2016;2016(Figure 1).
25. Contreras M, Paz I. Relación entre la composición corporal y condición muscular para determinar riesgos cardiovascular en deportistas en formación madrid-cundinamarca. 2019;84. Available from: [https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/2597/Trabajo de grado Maria Alejandra Contreras e Isabel Paz .pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/2597/Trabajo_de_grado_Maria_Alejandra_Contreras_e_Isabel_Paz.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
26. Lee WJ, Peng LN, Chiou ST, Chen LK. Relative handgrip strength is a simple indicator of cardiometabolic risk among middle-aged and older people: A nationwide population-based

- study in Taiwan. *PLoS One*. 2016;11(8):1–11.
27. Kim W Bin, Park JB, Kim YJ. Usefulness of Relative Handgrip Strength as a Simple Indicator of Cardiovascular Risk in Middle-Aged Koreans. *Am J Med Sci* [Internet]. 2021;362(5):486–95. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.amjms.2021.07.010>
  28. Kim GH, Song BK, Kim JW, Lefferts EC, Brellenthin AG, Lee DC, et al. Associations between relative grip strength and type 2 diabetes mellitus: The Yangpyeong cohort of the Korean genome and epidemiology study. *PLoS One* [Internet]. 2021;16(8 August 2021):1–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0256550>
  29. Chong H, Choi YE, Kong JY, Park JH, Yoo HJ, Byeon JH, et al. Association of hand grip strength and cardiometabolic markers in Korean adult population: The Korea national health and nutrition examination survey 2015-2016. *Korean J Fam Med*. 2020;41(5):291–8.
  30. Hao G, Chen H, Ying Y, Wu M, Yang G, Jing C. The Relative Handgrip Strength and Risk of Cardiometabolic Disorders: A Prospective Study. *Front Physiol*. 2020;11(June):1–8.
  31. Byeon JY, Lee MK, Yu MS, Kang MJ, Lee DH, Kim KC, et al. Lower relative handgrip strength is significantly associated with a higher prevalence of the metabolic syndrome in adults. *Metab Syndr Relat Disord*. 2019;17(5):280–8.
  32. Endocrinólogo M, Central H, Fuerza D, Peruana A. Síndrome metabólico : concepto y aplicación práctica Metabolic syndrome : concept and practical application Juan Carlos Lizarzaburu Robles.
  33. Xavier C, Sala P, Hipertrigliceridemias P. *Protocolos Hipertrigliceridemias*.
  34. NCEP. Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on. 01-3670 [Internet]. 2001;40. Available from:

<http://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/guidelines/atp3xsum.pdf>

35. Mancia G, De Backer G, Dominiczak A, Cifkova R, Fagard R, Germano G, et al. 2007 Guidelines for the Management of Arterial Hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). Vol. 25, *Journal of Hypertension*. 2007. 1105–1187 p.
36. Lombardo M, Padua E, Campoli F, Panzarino M, Mîndrescu V, Annino G, et al. Relative handgrip strength is inversely associated with the presence of type 2 diabetes in overweight elderly women with varying nutritional status. *Acta Diabetol* [Internet]. 2021;58(1):25–32. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00592-020-01588-4>
37. Lopez-Lopez J, Lopez-Jaramillo P, Camacho PA, Gomez-Arbelaez D, Cohen DD. The Link between Fetal Programming, Inflammation, Muscular Strength, and Blood Pressure. *Mediators Inflamm*. 2015;2015.
38. Kim TN, Park MS, Yang SJ, Yoo HJ, Kang HJ, Song W, et al. Prevalence and determinant factors of sarcopenia in patients with type 2 diabetes: The Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS). *Diabetes Care*. 2010;33(7):1497–9.
39. Radetti G, Fanolla A, Grugni G, Lupi F, Sartorio A. Indexes of adiposity and body composition in the prediction of metabolic syndrome in obese children and adolescents: Which is the best? *Nutr Metab Cardiovasc Dis* [Internet]. 2019;29(11):1189–96. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2019.06.011>

## Anexos

### Anexo A: Operación de las variables del estudio

Nombre	Definición operativa	Tipo de variable	Nivel de medición
<b>Variables relacionadas con enfermedad cardiovascular.</b>			
<b>Enfermedad cardiovascular</b>	Evento definido como la presencia de enfermedad cardíaca coronaria, accidente cardiovascular, falla o cualquier condición cardíaca crónica	Cualitativa	Nominal Dicotómica.
<b>Diabetes Mellitus</b>	Condición de hiperglucemia definida por glucemia en ayunas > 126 mg/dl o el antecedente personal de DM o consumo de hipoglucemiantes orales o inyectables (incluye insulinas)	Cualitativa	Nominal Dicotómica.
<b>Hipertensión arterial.</b>	Cifra de tensión arterial sistólica > 140 o Diastólica > 90 mmHg respectivamente, antecedente personal de HTA o consumo de antihipertensivos	Cualitativa	Nominal Dicotómico.
<b>Dislipidemia</b>	Trastornos de los lípidos dado por alteración en los triglicéridos, colesterol total, LDL o HDL.	Cualitativa	Nominal Dicotómico.
<b>Variables antropométricas relacionadas con la fuerza de agarre.</b>			
<b>Fuerza prensil</b>	Promedio de la medición de la fuerza de agarre de la mano no dominante en dos ocasiones	Cuantitativa	Continua
<b>Relación de fuerza de agarre a peso.</b>	Fuerza de agarre dividido por peso	Cuantitativa	Continua
<b>Relación de fuerza de agarre / Perímetro abdominal</b>	Fuerza de agarre dividido por perímetro abdominal	Cuantitativa	Continua
<b>Relación fuerza de agarre / Perímetro de cadera</b>	Fuerza de agarre dividido en perímetro de cadera	Cuantitativa	Continua
<b>Relación fuerza de agarre / Índice de masa corporal</b>	Fuerza de agarre dividido en índice de masa corporal	Cuantitativa	Continua
<b>Características inherentes del individuo</b>			
<b>Edad</b>	Personas mayor o menor a 50 años.	Cuantitativa	Ordinal
<b>Sexo</b>	Condición biológica al nacer de sus genitales externos. Femenino masculino.	Cualitativa	Dicotómico
<b>Localidad</b>	Ubicación de vivienda a nivel urbano o rural	Cualitativa	Dicotómica
<b>Educación</b>	Categoría relacionada con el nivel de educación del participante (ninguno/primaria/desconocido/ secundaria tecnologías/ Universitario)	Cualitativa	Nominal dicotómico
<b>Estado civil</b>	Categoría relacionada con el estado de una persona en relación con otros según lazos jurídicos. (Nunca casado, Casado o unión libre, Viudo o divorciado).	Cualitativa	Nominal dicotómica

Nombre	Definición operativa	Tipo de variable	Nivel de medición
<b>Mediciones antropométricas.</b>			
Perímetro de cintura	En centímetros en el punto medio entre el reborde costal y la cresta iliaca	Cuantitativa	Continua
Perímetro de cadera	En centímetros a nivel de los trocánteres mayores.	Cuantitativa	Continua
Peso	Cifra en kilogramos tomado en la primera visita.	Cuantitativa	Continua
Talla	Cifra en centímetros tomada en la primera visita	Cuantitativa	Continua
Índice cintura/Cadera	Perímetro de cintura dividido en perímetro de cadera	Cuantitativa	Continua
Índice de masa corporal	Peso dividido en talla al cuadrado	Cuantitativa	Continua
<b>Factores relaciones</b>			
Tabaquismo	Consumo de cigarrillo al momento de la línea basal en los últimos 12 meses.	Cualitativa	Nominal Dicotómica
Alcohol	Consumo de alcohol al momento de la línea basal en los últimos 12 meses.	Cualitativa	Nominal Dicotómica

### Anexo B: Estudios relacionados con fuerza prensil relativa y riesgo cardiovascular.

Autores, Año	Nombre del artículo	Metodología (Población y variables evaluadas)	Mediciones antropométricas tomadas en cuenta.	Resultados.
Hairui Yu Jun/2019 (9)	Clinical relevance of different handgrip strength indexes and cardiovascular disease risk factors: A cross-sectional study in suburb-dwelling elderly Chinese	Población: 603 hombres y 789 mujeres de $\geq 60$ años. Debían tener cualquiera de los tres factores de riesgo de ECV: diabetes mellitus, hipertensión y dislipidemia.	Peso, índice de masa corporal, Masa magra blanda, Masa sin grasa, Masa de músculo esquelético, Masa muscular del miembro superior. Porcentaje de grasa corporal.	DM Hombres Fuerza prensil: Sensibilidad: 85% Especificidad: 39%  Fuerza prensil/peso: Sensibilidad: 85.6% Especificidad: 36% OR: 2,52 (1,69; 3,76)  DM Mujeres Fuerza prensil: Sensibilidad: 76% Especificidad: 53%  Fuerza prensil/IMC Sensibilidad: 62% Especificidad: 68% OR: 3,35 (2,26; 4,95)  Dislipidemia Hombres: Fuerza prensil: Sensibilidad: 6.4% Especificidad: 96%  Fuerza prensil/ Masa grasa corporal Sensibilidad: 57% Especificidad: 63% OR: 2,52 (1,53, 3,58)  Dislipidemia Mujeres: Fuerza prensil: Sensibilidad: 75% Especificidad: 34%  Fuerza prensil/Masa grasa corporal

Autores, Año	Nombre del artículo	Metodología (Población y variables evaluadas)	Mediciones antropométricas tomadas en cuenta.	Resultados.
				<p>Sensibilidad: 48% Especificidad: 56% OR: 2,34 (1,62; 3,47)</p> <p>Hipertensión Hombres: Fuerza prensil: Sensibilidad: 18% Especificidad: 87%</p> <p>Fuerza prensil/masa grasa corporal: Sensibilidad: 49% Especificidad: 71% OR: 2,49 (1,35; 3,40)</p> <p>Hipertensión Mujeres: Fuerza prensil: Sensibilidad: 18% Especificidad: 87%</p> <p>Fuerza prensil/peso: Sensibilidad: 58% Especificidad: 62% OR: 2,51 (1,62; 3,76)</p>
<b>Yoo Mee Kim Feb/2021 (8)</b>	<p>Association between relative hand-grip strength and chronic cardiometabolic and musculoskeletal diseases in Koreans: A cross-sectional study</p>	<p>Población: 2451 participantes de la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición de Corea que tenían 50 años o más.</p> <p>Variables evaluadas: Diabetes Mellitus tipo 2, Hipertensión arterial, Accidente cerebrovascular, Osteoartritis y Obesidad.</p>	<p>Índice de Masa corporal.</p>	<p>DM 2 Hombres: OR: 1.78 (1.15, 2.74)</p> <p>Mujeres: OR: 2.00 (1.24, 3.21)</p> <p>Hipertensión: Hombres: OR: 2.30 (1.60, 3.29)</p> <p>Mujeres: OR: 2.14 (1.52, 3.00)</p> <p>Accidente cerebrovascular: Hombres: OR: 8.65 (1.92, 38.90)</p> <p>Mujeres: OR: 5.47 (1.55, 19.36)</p> <p>Osteoartritis: Hombres: OR: 2.97 (1.63, 5.43)</p> <p>Mujeres: OR: 2.66 (1.87, 3.80)</p> <p>Obesidad Hombres: OR: 8.36 (5.61, 12.46)</p> <p>Mujeres: OR: 18.62 (12.28, 28.24)</p>
<b>Radetti 2019 (39)</b>	<p>Indexes of adiposity and body composition in the prediction of</p>	<p>1332 pacientes.</p>	<p>IMC, Índice de Masa Libre de Grasa,</p>	

Autores, Año	Nombre del artículo	Metodología (Población y variables evaluadas)	Mediciones antropométricas tomadas en cuenta.	Resultados.
	metabolic syndrome in obese children and adolescents: Which is the best?	778 mujeres y 554 Hombres.  Promedio de edad: 14.4 años +/- 1.8 años.	Índice de masa grasa, relación cintura-altura e índice de masa corporal y grasa	
<b>Wei-Ju Lee 2016</b> (26)	Relative Handgrip Strength Is a Simple Indicator of Cardiometabolic Risk among Middle-Aged and Older People: A Nationwide Population-Based Study in Taiwan	Población: 927 personas, mayores de 53 años con un promedio de 65.6±9.4 años.  510 hombres. 417 mujeres.  Variables: Presión arterial sistólica. Presión arterial diastólica. Glucosa. Hemoglobina glicosilada. Colesterol total. Triglicéridos. HDL. PCR y Ácido úrico.	Índice de masa corporal.	Fuerza prensil relativa fue significativo en:  Hombres: P < 0.05  Presión arterial sistólica, Triglicéridos, HDL, Colesterol total, Acido úrico y Score de Framingham.  Mujeres: P < 0.05 HDL, glucosa, HbA1C y PCR.
<b>Lawman et al. 2016</b> (7)	Associations of Relative Handgrip Strength and Cardiovascular Disease Biomarkers in U.S. Adults, 2011–2012	Población: 4221 Pacientes mayores de 20 años.  Variables evaluadas: Presión arterial sistólica, Alteración en HDL, LDL, Triglicéridos, Insulina plasmática y glucosa.	Medidas antropométricas utilizadas: Altura, peso, circunferencia de cintura.  Fuerza prensil relativa utilizada: Fuerza prensil/ IMC.	Hombres: p < 0,05  Presión arterial sistólica, HDL, LDL, Triglicéridos, insulina plasmática y niveles de glucosa.  Mujeres: p < 0.05 Presión arterial sistólica, HDL, Triglicéridos, niveles de insulina y niveles de glucosa.
<b>Won Bin Kim 2021</b> (27)	Usefulness of Relative Handgrip Strength as a Simple Indicator of Cardiovascular Risk in Middle-Aged Koreans	Población: 2776 participantes entre 10 y 69 años sin antecedentes de enfermedad cardiovascular de la Encuesta nacional de examen de salud y nutrición de Corea de 2015.  Hombres: 1184 pacientes. Mujeres: 1592 Pacientes.  Variables evaluadas: División en 3 grupos según el Framingham  Riesgo Bajo Riesgo Medio Riesgo Alto	Índice de masa corporal.	Resultados: Predicción de riesgo medio/alto Framingham.  Hombres: OR: 0.95 CI 95%: 0.66-1.37 p 0.774  Mujeres: OR: 0.21 CI 95%: 0.09-0.49 p <0.001

Autores, Año	Nombre del artículo	Metodología (Población y variables evaluadas)	Mediciones antropométricas tomadas en cuenta.	Resultados.
<b>Geon Hui Kim</b> 2021 (28)	Associations between relative grip strength and type 2 diabetes mellitus: The Yangpyeong cohort of the Korean genome and epidemiology study	Población: 2.811 hombres y mujeres (de 40 a 92 años) sin antecedentes de enfermedad cardíaca, accidente cerebrovascular o cáncer.  Variables evaluadas: Diabetes Mellitus tipo 2.	Peso corporal.	DM tipo 2 quintiles de la fuerza prensil relativa.  Q2 0.71 (0.51–0.99) Q3 0.65 (0.46–0.91) Q4 0.66 (0.46–0.93) Q5 0.42 (0.28–0.63)  Total: 0.72 (0.61–0.84)
<b>Hanul Chong</b> 2020 (29)	Association of Hand Grip Strength and Cardiometabolic Markers in Korean Adult Population: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2015-2016	Población: 9083 participantes de 20 a 80 años de la encuesta nacional de exámenes de salud y nutrición de Corea 2015-2016.  Variables evaluadas: Glucosas ayunas, HbA1C, Presión arterial sistólica, Presión arterial diastólica, Colesterol total, Triglicéridos, HDL, LDL, PCR.	Medidas antropométricas: Altura Peso Circunferencia de cintura.	<b>Análisis univariado:</b> <b>Hombres &lt; 65 años</b> PAS, PAD, HDL, Triglicéridos, LDL, Glucosa, PCR, actividad física, Diabetes, Dislipidemia. (Estadísticamente significativo < 0.001) <b>Hombres &gt; 65 años</b> Presión arterial diastólica, HDL, HbA1C, Actividad física. (<0.001) <b>Mujeres &lt; 65 Años:</b> Presión arterial sistólica, Presión arterial diastólica, Triglicéridos, HDL, LDL, Glucosa, HbA1C, PCR, Actividad física, Diabetes, Dislipidemia. (< 0.001) <b>Mujeres &gt;65 años:</b> Presión arterial Diastólica, Triglicéridos, LDL, Glucosa (<0.05) HDL, Actividad física, PCR, Diabetes (<0.001)  Análisis multivariado. <b>Hombres &lt; 65 años:</b> HDL p 0.053, DM2 0.017, PCR, Actividad física. (<0.001) <b>Hombres &gt;65 años:</b> HDL 0.003, Actividad física: 0.009, Presión arterial diastólica: 0.024

### Anexo C: Asociación entre fuerza prensil y diferentes medidas de fuerza prensil relativa con factores de riesgo cardiovascular con modelos de regresión logística ajustados.

**Tabla 14**

*Fuerza prensil normal absoluta en general, en hombres y en mujeres asociada con factores de riesgo cardiovascular.*

Población general n= 4920	Mujeres n=2919	Hombres n=2001
------------------------------	-------------------	-------------------



	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)
Triglicéridos	0,99 (0,93-1,04) p=0,617	0,99 (0,92-1,07) p=0,782	<b>0,85</b> <b>(0,76-0,95)</b> <b>p=0,004</b>	0,92 (0,82-1,03) p=0,163	1,01 (0,91-1,11) p=0,886	0,98 (0,88-1,09) p=0,693
HDL	<b>1,38</b> <b>(1,28-1,50)</b> <b>p&lt;0,001</b>	<b>1,24</b> <b>(1,12-1,37)</b> <b>p&lt;0,001</b>	<b>1,25</b> <b>(1,09-1,43)</b> <b>p=0,001</b>	<b>1,24</b> <b>(1,08-1,42)</b> <b>p=0,003</b>	<b>1,26</b> <b>(1,10-1,46)</b> <b>p=0,001</b>	<b>1,20</b> <b>(1,04-1,40)</b> <b>p=0,016</b>
LDL	<b>0,88</b> <b>(0,82-0,94)</b> <b>p&lt;0,001</b>	1,01 (0,93-1,10) p=0,788	0,88 (0,78-1,00) p=0,050	0,97 (0,85-1,10) p=0,607	0,98 (0,87-1,10) p=0,768	1,01 (0,89-1,14) p=0,840
Hipertensión	<b>0,83</b> <b>(0,78-0,89)</b> <b>p&lt;0,001</b>	0,97 (0,90-1,06) p=0,512	<b>0,81</b> <b>(0,72-0,90)</b> <b>p&lt;0,001</b>	0,94 (0,83-1,06) p=0,337	<b>0,82</b> <b>(0,74-0,91)</b> <b>p&lt;0,001</b>	0,98 (0,87-1,09) p=0,663
Glicemia	0,95 (0,86-1,04) p=0,252	0,98 (0,87-1,09) p=0,670	0,86 (0,71-1,02) p=0,088	0,93 (0,78-1,11) p=0,439	0,94 (0,80-1,09) p=0,397	1,00 (0,85-1,16) p=0,954

**Tabla 15**

*Asociación de la fuerza prensil relativa normal ajustada por el Índice de masa corporal (IMC) con factores de riesgo cardiovascular*

	Población general N: 4920		Mujeres N: 2919		Hombres N: 2001	
	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)
Triglicéridos	<b>0,84</b> <b>(0,79-0,89,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,74</b> <b>(0,69-0,80,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,66</b> <b>(0,58-0,74,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,71</b> <b>(0,63-0,80,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,77</b> <b>(0,69-0,85,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,74</b> <b>(0,67-0,82,</b> <b>p&lt;0,001)</b>
HDL	1,08 (1,00-1,16, p=0,044)	<b>0,85</b> <b>(0,78-0,93,</b> <b>p=0,001)</b>	<b>0,84</b> <b>(0,74-0,95,</b> <b>p=0,005)</b>	<b>0,82</b> <b>(0,72-0,93,</b> <b>p=0,002)</b>	0,90 (0,79-1,02, p=0,101)	<b>0,88</b> <b>(0,77-1,00,</b> <b>p=0,053)</b>
LDL	<b>0,88</b> <b>(0,82-0,94,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	1,01 (0,93-1,11, p=0,743)	0,91 (0,80-1,03, p=0,151)	1,01 (0,88-1,15, p=0,908)	0,95 (0,85-1,07, p=0,414)	0,99 (0,88-1,12, p=0,895)
Hipertensión	<b>0,72</b> <b>(0,67-0,77,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,77</b> <b>(0,70-0,83,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,59</b> <b>(0,52-0,67,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,70</b> <b>(0,62-0,80,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,69</b> <b>(0,61-0,76,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,81</b> <b>(0,72-0,90,</b> <b>p&lt;0,001)</b>
Glicemia	<b>0,80</b> <b>(0,73-0,89,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,77</b> <b>(0,68-0,87,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,64</b> <b>(0,52-0,77,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,72</b> <b>(0,59-0,87,</b> <b>p=0,001)</b>	<b>0,73</b> <b>(0,62-0,85,</b> <b>p&lt;0,001)</b>	<b>0,81</b> <b>(0,68-0,95,</b> <b>p=0,011)</b>

**Tabla 16**

*Asociación de la fuerza prensil relativa normal ajustada por el peso con factores de riesgo cardiovascular*

	Población general N: 4920		Mujeres N: 2919		Hombres N: 2001	
	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)
Triglicéridos	<b>0,82</b>	<b>0,76</b>	<b>0,72</b>	<b>0,76</b>	<b>0,76</b>	<b>0,74</b>

	<b>(0,77-0,87, p&lt;0,001)</b>	<b>(0,71-0,82, p&lt;0,001)</b>	<b>(0,65-0,80, p&lt;0,001)</b>	<b>(0,69-0,85, p&lt;0,001)</b>	<b>(0,68-0,84, p&lt;0,001)</b>	<b>(0,67-0,83, p&lt;0,001)</b>
	0,98 (0,91-1,05, p=0,585)	<b>0,80</b> <b>(0,74-0,87, p&lt;0,001)</b>	<b>0,80</b> <b>(0,72-0,89, p&lt;0,001)</b>	<b>0,78</b> <b>(0,70-0,87, p&lt;0,001)</b>	<b>0,84</b> <b>(0,74-0,95, p=0,005)</b>	<b>0,83</b> <b>(0,73-0,94, p=0,004)</b>
HDL						
	<b>0,91</b> <b>(0,85-0,98, p=0,009)</b>	1,05 (0,96-1,13, p=0,279)	0,97 (0,87-1,08, p=0,551)	1,05 (0,94-1,17, p=0,422)	0,98 (0,88-1,10, p=0,774)	1,02 (0,91-1,15, p=0,703)
LDL						
	<b>0,72</b> <b>(0,67-0,76, p&lt;0,001)</b>	<b>0,78</b> <b>(0,72-0,84, p&lt;0,001)</b>	<b>0,65</b> <b>(0,58-0,73, p&lt;0,001)</b>	<b>0,73</b> <b>(0,65-0,82, p&lt;0,001)</b>	<b>0,71</b> <b>(0,63-0,79, p&lt;0,001)</b>	<b>0,81</b> <b>(0,73-0,91, p&lt;0,001)</b>
Hipertensión						
	<b>0,77</b> <b>(0,70-0,85, p&lt;0,001)</b>	<b>0,77</b> <b>(0,68-0,86, p&lt;0,001)</b>	<b>0,68</b> <b>(0,57-0,81, p&lt;0,001)</b>	<b>0,75</b> <b>(0,63-0,89, p=0,001)</b>	<b>0,70</b> <b>(0,60-0,83, p&lt;0,001)</b>	<b>0,78</b> <b>(0,66-0,92, p=0,003)</b>
Glicemia						

**Tabla 17**

*Asociación de la fuerza prensil relativa normal ajustada por talla con factores de riesgo cardiovascular*

	Población general N: 4910		Mujeres N: 2919		Hombres N: 2001	
	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)
	0,99 (0,93-1,05, p=0,735)	1,00 (0,93-1,07, p=0,978)	<b>0,89</b> <b>(0,80-0,98, p=0,024)</b>	0,95 (0,85-1,05, p=0,329)	1,01 (0,92-1,11, p=0,839)	0,99 (0,89-1,09, p=0,800)
Triglicéridos						
	<b>1,34</b> <b>(1,24-1,45, p&lt;0,001)</b>	1,19 (1,08-1,31, p<0,001)	<b>1,19</b> <b>(1,05-1,35, p=0,006)</b>	1,17 (1,04-1,33, p=0,013)	1,22 (1,06-1,41, p=0,005)	1,17 (1,01-1,36, p=0,044)
HDL						
	<b>0,89</b> <b>(0,83-0,96, p=0,002)</b>	1,03 (0,95-1,12, p=0,486)	0,92 (0,82-1,03, p=0,141)	0,99 (0,88-1,12, p=0,913)	1,00 (0,89-1,12, p=0,988)	1,03 (0,91-1,17, p=0,609)
LDL						
	<b>0,84</b> <b>(0,79-0,89, p&lt;0,001)</b>	0,97 (0,90-1,05, p=0,524)	<b>0,84</b> <b>(0,75-0,93, p=0,001)</b>	0,95 (0,85-1,06, p=0,342)	<b>0,83</b> <b>(0,75-0,93, p=0,001)</b>	0,98 (0,87-1,10, p=0,703)
Hipertensión						
	0,94 (0,86-1,03, p=0,199)	0,97 (0,86-1,08, p=0,561)	0,87 (0,74-1,03, p=0,108)	0,94 (0,80-1,10, p=0,445)	0,93 (0,79-1,08, p=0,329)	0,98 (0,84-1,15, p=0,822)
Glicemia						

Tabla 18

*Asociación de la fuerza prensil relativa normal ajustada por el Índice de cintura/cadera con factores de riesgo cardiovascular*

	Población general N: 4910		Mujeres N: 2919		Hombres N: 2001	
	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)
Triglicéridos	0,88 (0,83-0,93, p<0,001)	0,86 (0,80-0,92, p<0,001)	0,73 (0,66-0,81, p<0,001)	0,80 (0,72-0,89, p<0,001)	0,90 (0,82-0,99, p=0,024)	0,86 (0,78-0,95, p=0,004)
HDL	1,23 (1,14-1,33, p<0,001)	1,06 (0,97-1,16, p=0,185)	1,07 (0,95-1,20, p=0,275)	1,05 (0,94-1,19, p=0,390)	1,11 (0,98-1,27, p=0,109)	1,05 (0,91-1,21, p=0,533)
LDL	0,87 (0,81-0,93, p<0,001)	1,00 (0,92-1,09, p=0,989)	0,87 (0,77-0,97, p=0,015)	0,96 (0,86-1,08, p=0,519)	0,97 (0,87-1,08, p=0,591)	1,00 (0,89-1,13, p=0,955)
Hipertensión	0,78 (0,73-0,83, p<0,001)	0,91 (0,84-0,98, p=0,016)	0,73 (0,66-0,81, p<0,001)	0,87 (0,78-0,97, p=0,016)	0,78 (0,70-0,86, p<0,001)	0,93 (0,83-1,03, p=0,175)
Glicemia	0,89 (0,81-0,98, p=0,016)	0,92 (0,82-1,02, p=0,125)	0,80 (0,67-0,94, p=0,007)	0,87 (0,74-1,02, p=0,101)	0,88 (0,76-1,02, p=0,102)	0,95 (0,81-1,10, p=0,509)

Tabla 19

*Asociación de la fuerza prensil relativa normal ajustada por la cintura con factores de riesgo cardiovascular*

	Población general N: 4920		Mujeres N: 2919		Hombres N: 2001	
	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)
Triglicéridos	0,83 (0,78-0,88, p<0,001)	0,77 (0,71-0,83, p<0,001)	0,66 (0,59-0,74, p<0,001)	0,73 (0,65-0,81, p <0,001)	0,81 (0,73-0,89, p<0,001)	0,77 (0,70-0,86, p<0,001)
HDL	1,08 (1,00-1,16, p=0,044)	0,87 (0,80-0,95, p=0,003)	0,89 (0,79-1,00, p=0,054)	0,87 (0,77-0,98, p=0,022)	0,91 (0,81-1,03, p=0,149)	0,87 (0,76-1,00, p=0,042)
LDL	0,89 (0,83-0,95, p=0,001)	1,04 (0,96-1,13, p=0,323)	0,91 (0,81-1,02, p=0,107)	1,02 (0,91-1,15, p=0,708)	0,98 (0,88-1,10, p=0,771)	1,03 (0,91-1,16, p=0,633)
Hipertensión	0,72 (0,67-0,76, p<0,001)	0,81 (0,74-0,88, p<0,001)	0,62 (0,55-0,69, p<0,001)	0,74 (0,66-0,84, p<0,001)	0,71 (0,64-0,79, p<0,001)	0,86 (0,77-0,96, p=0,006)
Glicemia	0,83 (0,75-0,91, p=0,001)	0,84 (0,74-0,94, p=0,001)	0,69 (0,58-0,83, p=0,001)	0,77 (0,65-0,92, p=0,001)	0,80 (0,69-0,93, p=0,001)	0,89 (0,76-1,04, p=0,001)

p<0,001)      p=0,003)      p<0,001)      p=0,005)      p=0,004)      p=0,146)

**Tabla 20**

*Asociación de la fuerza prensil relativa normal ajustada por la cadera con factores de riesgo cardiovascular*

	Población general N: 4920		Mujeres N: 2919		Hombres N: 2001	
	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)
Triglicéridos	<b>0,93</b> (0,87-0,98, p=0,011)	<b>0,88</b> (0,81-0,95, p=0,001)	<b>0,76</b> (0,68-0,86, p<0,001)	<b>0,83</b> (0,73-0,94, p=0,002)	<b>0,90</b> (0,81-0,99, p=0,030)	<b>0,87</b> (0,79-0,97, p=0,011)
HDL	<b>1,20</b> (1,11-1,29, p<0,001)	0,99 (0,90-1,09, p=0,825)	1,01 (0,88-1,15, p=0,927)	0,99 (0,86-1,13, p=0,846)	1,01 (0,88-1,15, p=0,930)	0,97 (0,84-1,12, p=0,706)
LDL	<b>0,89</b> (0,83-0,96, p=0,001)	1,06 (0,97-1,16, p=0,191)	0,93 (0,82-1,06, p=0,282)	1,04 (0,91-1,19, p=0,564)	1,00 (0,89-1,12, p=0,987)	1,04 (0,92-1,18, p=0,508)
Hipertensión	<b>0,77</b> (0,72-0,82, p<0,001)	<b>0,86</b> (0,78-0,93, p<0,001)	<b>0,67</b> (0,59-0,75, p<0,001)	<b>0,79</b> (0,70-0,90, p<0,001)	<b>0,74</b> (0,66-0,83, p<0,001)	0,89 (0,79-1,00, p=0,046)
Glicemia	<b>0,88</b> (0,80-0,97, p=0,009)	0,88 (0,78-1,00, p=0,046)	<b>0,73</b> (0,60-0,89, p=0,002)	<b>0,82</b> (0,68-0,99, p=0,047)	<b>0,84</b> (0,71-0,98, p=0,026)	0,92 (0,78-1,08, p=0,327)

**Tabla 21**

*Asociación de la fuerza prensil relativa normal ajustada por la superficie corporal con factores de riesgo cardiovascular*

	Población general N: 4920		Mujeres N: 2919		Hombres N: 2001	
	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)	OR (univariable)	OR (multivariable)
Triglicéridos	<b>0,91</b> (0,86-0,97, p=0,002)	<b>0,88</b> (0,82-0,95, p=0,001)	<b>0,81</b> (0,73-0,90, p<0,001)	<b>0,86</b> (0,78-0,96, p=0,005)	<b>0,89</b> (0,80-0,98, p=0,015)	<b>0,87</b> (0,78-0,96, p=0,006)
HDL	<b>1,16</b> (1,07-1,25, p<0,001)	0,98 (0,90-1,07, p=0,644)	0,98 (0,87-1,10, p=0,726)	0,96 (0,86-1,08, p=0,519)	1,01 (0,89-1,16, p=0,831)	0,98 (0,85-1,13, p=0,782)
LDL	<b>0,90</b> (0,84-0,97, p=0,005)	1,04 (0,96-1,13, p=0,300)	0,94 (0,84-1,06, p=0,313)	1,02 (0,91-1,15, p=0,682)	1,00 (0,89-1,12, p=0,982)	1,04 (0,92-1,17, p=0,567)

Hipertensión	0,78 (0,73-0,83, p<0,001)	0,87 (0,81-0,95, p=0,001)	0,74 (0,66-0,83, p<0,001)	0,84 (0,75-0,94, p=0,002)	0,77 (0,69-0,85, p<0,001)	0,89 (0,80-1,00, p=0,051)
Glicemia	0,86 (0,78-0,94, p=0,002)	0,87 (0,77-0,97, p=0,014)	0,78 (0,65-0,91, p=0,003)	0,85 (0,71-0,99, p=0,047)	0,81 (0,69-0,95, p=0,010)	0,88 (0,75-1,03, p=0,121)

---