

## Trabajo de Grado

### ***Asociación de la fuerza prensil y factores de riesgo cardiovascular en estudiantes sedentarios de una institución universitaria***

*\*Ramírez-Vélez Robinson, Pinilla-Díaz Juan Carlos*

#### **Resumen**

**Objetivo.** Estimar la asociación entre la fuerza prensil con factores de riesgo cardiovascular (FRCV) en jóvenes sedentarios de una institución universitaria.

**Materiales y métodos.** Estudio descriptivo transversal en 498 sujetos (190 mujeres; 308 hombres, edad media  $20 \pm 3$  años). Los FRCV fueron definidos siguiendo los criterios del Programa Nacional de Educación del Colesterol en Estados Unidos de Norteamérica: circunferencia de cintura (CC) = 80 cm en mujeres y en hombres = 88 cm, presión arterial sistémica = 130/85 mmHg, índice de masa corporal (IMC) =  $26 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  y porcentaje de adiposidad estimada por índice de adiposidad = 25%. La fuerza prensil se midió por dinamometría manual.

**Resultados.** Los individuos con mayores niveles de fuerza muscular mostraron menores valores en los marcadores de riesgo cardiovascular evaluados: Tensión arterial  $>135/85$  mmHg, circunferencia de cintura  $>80$  cm mujeres y 88 cm hombres, IMC  $>26 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  y adiposidad  $>25\%$ . Mientras que, por su parte, los individuos con menores niveles de fuerza prensil presentaron mayor prevalencia en los factores de riesgo evaluados.

**Conclusión.** Se observa que las personas que logran mayores valores de fuerza prensil por dinamometría, presentan menor prevalencia de FRCV. Se sugiere el estímulo de la práctica regular de ejercicio físico, con el objetivo de mejorar la condición física y prevenir las ECNT como estrategia de salud pública.

#### **Palabras clave**

Actividad física. Fuerza muscular. Factores de riesgo cardiovascular y dinamometría.

### ***Association of cardiovascular risk factors and the grip strength in sedentary students of a university institution***

#### **Abstract**

**Objective.** To estimate the association of grip strength and Cardio-Vascular Risk Factors (CVRF) in sedentary young population of a university institution.

**Materials and Methods.** Transversal descriptive study that involved 498 subjects (N = 190 women; N = 308 men, mean age  $20 \pm 3$  years). CVRF were defined by using the criteria of the National Cholesterol Education Program of the United States: waist circumference

(WC) = 80 cm in women and 88 cm in men, systemic blood pressure = 130/85 mmHg, body mass index (BMI) = 26 kg + m<sup>-1</sup> and adiposity estimated percentage of adiposity index = 25%. The grip strength was measured by hand dynamometry.

**Results.** Individuals with higher levels of muscle strength shown lower values in markers of cardiovascular risk evaluated: blood pressure > 135/85 mmHg, waist circumference > 80 cm in women and 88 cm in men, BMI > 26 kg \* m<sup>-2</sup> and adiposity > 25%. While, individuals with lower levels of grip strength showed higher prevalence risk factors.

**Conclusion.** People who achieve higher values of grip strength by dynamometry, have lower prevalence of cardiovascular risk factors. The encouragement of regular physical exercise is suggested, in order to improve fitness and prevent NCDs as a public health strategy.

### **Key words**

Physical activity. Muscle strength. Cardiovascular risk factors and dynamometry.

### **Introducción**

En las últimas dos décadas, el sedentarismo ha aumentado progresivamente a nivel mundial, especialmente en los países de ingresos bajos y medios, lo cual acentúa la prevalencia de ECNT y eleva la tasa de mortalidad y discapacidad prematura. Este fenómeno representa pérdidas económicas significativas para los sistemas de salud de estos países.<sup>1,2</sup> La condición física es definida como la “capacidad para hacer ejercicio, entendida como una medida integrada de todas las funciones y estructuras que intervienen en la realización de ésta (muscular esquelética, cardiorrespiratoria, hemato-circulatoria, psiconeurológica y endocrino-metabólica)” Artero et.al. 2007<sup>3</sup>. Los altos niveles de sedentarismo que presenta la población actual están relacionados directamente con entornos y comportamientos poco saludables<sup>1</sup>, y estos a su vez con un bajo nivel de forma física de la población.

Durante los últimos años, numerosos autores han adelantado múltiples estudios para abordar más ampliamente la importancia del Fitness Muscular (FM) como predictor independiente de morbimortalidad a edades tempranas en ambos sexos, su importancia en la prevención de enfermedades crónicas y su rol como factor protector ante el síndrome metabólico<sup>4</sup>. La fuerza muscular desempeña un papel fundamental en la prevención de las ECNT durante las distintas etapas del ciclo vital. La dinamometría de presión manual es una medida que evalúa la fuerza muscular estática máxima y es considerada una herramienta sencilla y efectiva para valorar el rendimiento físico; además de ser incluida dentro de las pruebas funcionales para la evaluación de la condición nutricional. Estudios como los de López-Jaramillo et.al y Marrodan et. al.<sup>5,6</sup> han

demostrado altos niveles de confianza al determinar la fuerza muscular utilizando esta técnica. Postulamos que los jóvenes que presentan menores valores de fuerza prensil muestran tempranamente manifestaciones asociadas a ECNT como hipertensión arterial, adiposidad incrementada y sobrepeso u obesidad.

### **Planteamiento del problema**

La aptitud física relacionada a la salud ha sido determinada como la habilidad para desempeñar actividades diarias con vigor, sin fatiga excesiva y por capacidades que están asociadas a un menor riesgo de desarrollar enfermedades crónicas y muerte prematura. La condición física es uno de los principales predictores del estado futuro de salud individual; siendo la capacidad cardiorespiratoria y el FM unos sus componentes principales; este último teniendo cada vez más reconocimiento en la patogénesis y prevención de las enfermedades crónicas<sup>7</sup>.

Diferentes estudios han demostrado la relación entre el nivel de condición física y el riesgo cardiovascular en la edad adulta, especialmente la capacidad aeróbica y la fuerza muscular han demostrado ser predictores sustanciales de morbilidad y mortalidad por causa cardiovascular y por todas las causas<sup>8,9</sup>; además algunos criterios saludables, establecidos por la American Heart Association (AHA), entre los cuales se encuentra la realización de actividad física regular, incluido el entrenamiento de la fuerza, han indicado una respuesta positiva en la probabilidad de vivir libre de enfermedades cardiovasculares e infarto<sup>10</sup>.

En Colombia, la encuesta nacional de salud del año 2007<sup>11</sup>, la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia del año 2010<sup>12</sup> entre otros estudios<sup>13</sup>, evidenciaron una prevalencia de sedentarismo del 70% en los hombres y del 85% en las mujeres. Es preciso resaltar que el sedentarismo es uno de los factores de riesgo más importantes para desarrollar enfermedades cardiovasculares, además de estar estrechamente ligado al proceso aterosclerótico<sup>14</sup>, la predisposición a la obesidad<sup>15</sup> y la dislipemia<sup>16</sup>. Teniendo en cuenta los datos de referencia de la población hispana estos sugieren que la fuerza muscular, el  $VO_{2máx}$ , y la cantidad de masa corporal magra relacionadas con la masa/calidad del músculo pueden ser menores en esta población comparados con otras poblaciones; adicionalmente se ha reportado una menor capacidad aeróbica en jóvenes e infantes hispanoamericanos, independiente de su composición corporal<sup>17,18</sup>. “En Colombia, la prevalencia de factores de riesgo presenta variación regional, con relación invertida en indicadores de condición física” (Ramírez-Vélez, et. al. 2014)<sup>4</sup>. Por todo lo enunciado anteriormente nos preguntamos si ¿Menores valores de fuerza prensil se asocian con manifestaciones tempranas de riesgo cardiovascular en adultos jóvenes?

## **Justificación**

Tanto en la niñez como en la adolescencia una buena condición cardiorespiratoria ha sido asociada con un perfil cardiovascular más saludable en estas edades y en la edad adulta<sup>19</sup>; a pesar de relacionar comúnmente las manifestaciones de la enfermedad cardiovascular aterosclerótica con la edad adulta actualmente su patogénesis se instituye en la infancia o la adolescencia<sup>9</sup>. De hecho, algunos estudios longitudinales han demostrado que el nivel de condición física que se posee en la vida adulta así como la presencia de otros factores de riesgo convencionales está condicionado por el nivel de forma física que se tiene a edades tempranas. Es apremiante para la determinación y prevención de las enfermedades crónicas en la adultez llevar a cabo un estudio juicioso de los factores de riesgo cardiovascular durante la niñez y la adolescencia, principalmente reconociendo que estos factores pueden ser trascendentales para predecir la morbimortalidad futura. Estudios adelantados durante la última década han demostrado que en la población general algunos componentes de la condición física (principalmente la fuerza muscular y la capacidad aeróbica) poseen un importante valor predictivo respecto a la expectativa de vida y la percepción que los sujetos tienen de su calidad de vida<sup>20,21</sup>. Sin embargo, pocos estudios han medido dicha asociación en América Latina. Tampoco es claro si la fuerza prensil puede relacionarse con el efecto obesogénico que se asocia a las conductas sedentarias.

La esperanza de vida al nacer ha venido aumentado a nivel mundial, tanto en hombres como en mujeres, en lo corrido del siglo XXI, especialmente durante la última década, sin embargo la incidencia de las enfermedades crónicas también ha sufrido un crecimiento exponencial, lo que ha conllevado a grandes costos para los servicios de salud debido al elevado número de muertes prematuras y discapacidades asociadas a estas patologías. El mejoramiento de los componentes del fitness (resistencia, fuerza, flexibilidad control del peso corporal) por medio de la práctica regular de actividad física es considerado un factor protector frente a enfermedades crónicas no transmisibles; es importante tener en cuenta estrategias como el ejercicio supervisado, el autocuidado y el aprovechamiento del tiempo de ocio, que promueven la actividad física como un estilo de vida, garantizan una población más saludable y una menor inversión en salud curativa.

## **Objetivo**

Estimar la asociación entre la fuerza prensil con factores de riesgo cardiovascular (FRCV) en jóvenes sedentarios de una institución universitaria.

## **Marco de Referencia**

El Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos, por medio de sus Guías de Actividad Física para los Americanos, afirma que cualquier actividad física es mejor que ninguna y que la práctica de actividad física regular está asociada a la reducción de consecuencias adversas para la salud; de igual manera, aseguran que cada uno de los componentes del fitness influencia algún aspecto de la salud de las personas que los desarrollan. “Los individuos que realizan actividad física regular para conseguir resistencia cardiopulmonar, capacidad muscular-esquelética y un porcentaje óptimo de grasa corporal, mejoran sus niveles básicos de energía y se sitúan en un menor riesgo para las enfermedades comunes de nuestro tiempo”. El ACSM define la capacidad física relacionada con la salud como: “Un estado caracterizado por la capacidad de ejecutar las actividades diarias con vigor y una demostración de rasgos y capacidades que se asocian con un bajo riesgo de enfermedad prematura asociada a la inactividad física”. Aunque un nivel de fuerza adecuado siempre ha sido importante para garantizar la supervivencia de la especie, en la actualidad el concepto de fuerza ha ido perdiendo valor debido, en gran medida, a que la industrialización y la tecnología han reducido significativamente las necesidades de producir niveles elevados de fuerza durante las actividades diarias. Aunque la fuerza muscular es una cualidad física fundamental y necesaria para mantener un óptimo estado de salud y calidad de vida, la amplia diversidad de razones, motivos y estímulos que presentan las personas para iniciar, mantener o abandonar un estilo de vida activo, han generado la necesidad de elaborar estrategias individuales o grupales como la forma más efectiva de incidir en la reducción de la inactividad en distintos sectores de la población.

La capacidad aeróbica y la fuerza muscular además de ser dos de los componentes más importantes del fitness, también son predictores eficaces de morbi-mortalidad por causa cardiovascular y por todas las causas, tanto en hombres como en mujeres Ortega et. al.<sup>22</sup>. Por lo que el papel de una menor condición física como factor de riesgo cardiovascular supera incluso al de otros factores notables de riesgo como la dislipidemia, la hipertensión y el tabaquismo. La capacidad muscular (fitness muscular) compromete la habilidad de un músculo específico o de un grupo muscular de generar fuerza (fuerza muscular), de resistir contracciones repetidas en el tiempo o mantener una contracción por un periodo prolongado de tiempo (fuerza resistencia) y de realizar una contracción dinámica máxima por parte de un músculo o un grupo muscular durante un corto periodo de tiempo (fuerza explosiva) (Artero, 2012). En el Aerobic Center Longitudinal Study los sujetos que presentaban mayores niveles de fuerza muscular, se asociaron inversa e independientemente con muertes por todas las causas y cáncer. La asociación fue independiente de la adiposidad total y central, mientras que la asociación con muerte por enfermedad cardiovascular fue atenuada luego de ajustar por capacidad aeróbica. Para enfermedad coronaria e infarto intracerebral la fuerza de presión manual fue el mejor predictor, mientras que para hemorragia intracerebral y subaracnoidea, la fuerza de extensión de rodilla fue el mejor predictor. Los factores de riesgo cardiovasculares como la obesidad, la hipertensión, el síndrome metabólico, la dislipidemia y factores inflamatorios presentaron diferentes comportamientos de acuerdo con el nivel de fuerza

de los individuos; sin embargo la capacidad cardiorespiratoria estuvo inversamente y más fuertemente asociada con riesgo de síndrome metabólico tanto en hombres como en mujeres. La fuerza muscular también se asocia inversamente con la prevalencia e incidencia de grasa excesiva total abdominal. Por su parte, la ganancia de peso y adiposidad relativa a la edad puede ser más pronunciada en individuos con bajos niveles de capacidad muscular<sup>7</sup>.

El aumento de la práctica regular de actividad física se ha convertido en uno de los principales objetivos de las políticas mundiales, gracias al efecto positivo de ésta sobre diferentes aspectos del estado de salud general. Hoy día, aunque la información acerca de estos beneficios se encuentra a disposición de toda la población, la participación en la práctica de actividad física en el tiempo libre disminuye a medida que incrementa la edad; las mujeres participan menos que los hombres en actividades físicas moderadas o vigorosas; y la inactividad física continúa siendo un problema de salud en las sociedades industrializadas.

## **Metodología**

*Diseño:* estudio observacional, descriptivo transversal llevado a cabo en 498 sujetos (mujeres: 190; hombres 308).

*Universo.* Estudiantes de 18 a 30 años, pertenecientes a la Universidad Santo Tomás (USTA), aparentemente sanos y que voluntariamente participaron en la toma de datos y cumplieron con el criterio ético del consentimiento informado.

*Muestra.* Mediante convocatoria pública y un muestreo por intención se invitaron a participar de manera voluntaria, estudiantes de 18 a 30 años, residentes de Bogotá D.C, considerados como saludables (según encuesta de antecedentes médicos tomada de la historia clínica simplificada o que no hubieran consultado por un trastorno físico, ni mental en los últimos 3 meses). Se excluyeron sujetos que respondieron en la encuesta de antecedentes personales o consulta médica en los últimos tres meses: cirugía o trauma mayor reciente, enfermedades endocrinas como (diabetes mellitus, hipo/hipertiroidismo, obesidad mórbida ( $IMC > 35 \text{ kg/m}^2$ ), enfermedades autoinmunes como (lupus, psoriasis, enfermedades del colágeno), cáncer de cualquier etiología y alteración respiratoria/cardíaca significativa (como ICC, EPOC, neumonía, asma y bronquitis).

*Procedimientos.* Antes de ser incluidos, los participantes fueron informados acerca de la investigación, suministrando su consentimiento en forma voluntaria y recibiendo explicación sobre la encuesta de salud (historia clínica simplificada), medidas antropométricas, presión arterial, prueba de fuerza.

Recolección de la información: *Fuerza prensil por Dinamometría manual (DIM):* Se estimó mediante el empleo de un dinamómetro análogo Takei TTK 5101 (rango 5-100 kg),

realizando dos intentos alternativos con cada mano en una posición estandarizada, de pie, con los brazos paralelos al cuerpo sin contacto alguno.

*Manifestaciones tempranas de Riesgo Cardiovascular.* Se evaluaron marcadores de riesgo cardiovascular reportados en el Programa Nacional de Educación del Colesterol en Estados Unidos de Norteamérica (por sus siglas en inglés NECP)<sup>23</sup>

*Antropometría y composición corporal:* Se consideraron los criterios antropométricos acordados por el Kinanthropometric Aquatic Sport Project<sup>24</sup>. La estatura (m) se registrara en estiramiento con tallímetro de 1 mm de precisión. El peso (Kg) se tomara en balanza de piso Detecto® de 100 g de precisión. Con estas variables se determinó el estado nutricional mediante el cálculo del Índice de Masa Corporal (IMC en Kg/m<sup>2</sup>)<sup>25</sup> y la toma del perímetro abdominal complementara la medición para realizar el cálculo de riesgo cardiovascular<sup>26</sup>. Las circunferencias de cintura, cadera y brazo se tomaron en cm y un decimal con cinta métrica de material inextensible (rango 0-150 cm).

*Presión arterial:* Fue registrada teniendo en cuenta las recomendaciones de la Asociación Americana del Corazón en adultos<sup>27</sup>, con esfigmomanómetro automático en el brazo derecho en 2 ocasiones diferentes, espaciadas 5 minutos entre sí, con los participantes sentados en posición confortable y luego de 10 min de reposo. Se utilizaron brazaletes específicos considerando la edad para cada participante.

*Análisis estadístico.* El procesamiento y análisis de la información se realizó a través del programa Statistical Package for Social Science (SPSS) calculando las medidas de tendencia central para describir las características de la población; expresadas como el valor de la media. Se estableció si las variables tenían una distribución normal con la prueba de Saphiro Wills. Estos modelos se estratificaron por sexo y se ajustaron por edad, nivel socioeconómico y niveles de AF. Se empleó para el análisis una p menos o igual a 0,05. Todos los datos se analizaron en el paquete estadístico, Stata 10 (StataCorp, 2007).

*Disposiciones vigentes y Consideraciones Éticas:* El estudio se enmarcó dentro de las disposiciones vigentes para la protección de los sujetos humanos que participan en investigaciones, contenidas en la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia. Para tal efecto se contó con el aval de la UMB -Comité de ética en humanos-, quienes velaran por el cumplimiento de los aspectos éticos y de protección de la privacidad de los participantes. Los sujetos que aceptaron su participación firmaron de manera voluntaria un consentimiento informado por escrito. Los datos de resultados fueron registrados en base de datos y codificación para mantener la confidencialidad de los participantes.

## **Resultados**

En la tabla 1 se pueden observar las características de la población necesarias para el desarrollo del estudio. El rango de edad de los 498 participantes fue de 17 a 28 años (edad media:  $20 \pm 3$  años). Todas las variables evaluadas se encontraban dentro del rango considerado saludable para esta edad. No obstante, por género, se encontraron diferencias significativas para el peso (67,5 en hombres y 56,1 en mujeres  $p < 0,001$ ), la circunferencia de cintura (79,3 en hombres y 73,3 en mujeres  $p < 0,001$ ), la tensión arterial media (103,1 en hombres y 95,3 en mujeres  $p < 0,001$ ) y la fuerza prensil (41,0 en hombres y 25,5 en mujeres  $p < 0,001$ ), siendo mayores los valores en los hombres.

**Tabla 1. Características de la población evaluada**

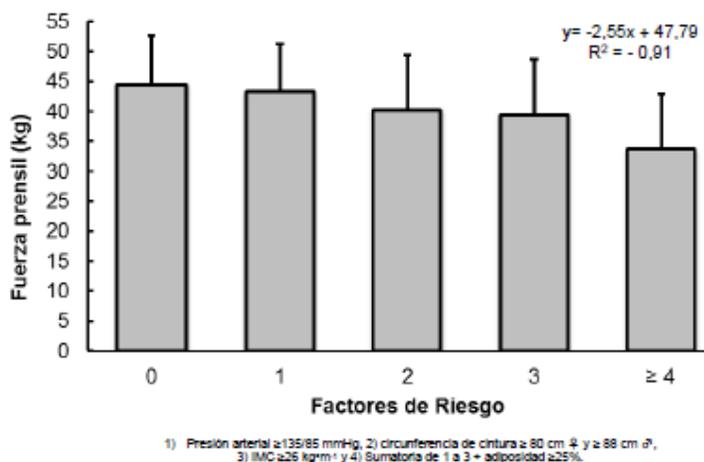
Variable	Hombres (n=308)	Mujeres (n=190)	Valor p <sup>±</sup>
Peso, (kg)	67,5 ± 9,7	56,1 ± 7,8	<0,001
Edad, (años)	20,9 ± 3,3	20,7 ± 2,8	0,745
Índice de Masa Corporal, (kg·m <sup>-3</sup> )	22,6 ± 2,9	21,6 ± 2,5	<0,001
Circunferencia de cintura, (cm)	79,3 ± 9,5	73,3 ± 9,4	<0,001
Circunferencia de cadera, (cm)	94,9 ± 8,3	92,1 ± 7,0	0,073
Relación cintura-cadera	0,8 ± 0,09	0,7 ± 0,07	<0,001
Índice de adiposidad	18,6 ± 2,5	20,0 ± 3,1	<0,001
Circunferencia de brazo, (cm)	28,3 ± 3,9	25,5 ± 2,6	<0,001
Tensión sistólica, (mmHg)	120,4 ± 13,1	110,1 ± 14,0	<0,001
Tensión diastólica, (mmHg)	68,6 ± 9,7	65,9 ± 8,6	<0,002
Tensión arterial media, (mmHg)	103,1 ± 10,8	95,3 ± 11,3	<0,001
Fuerza prensil, (kg)	41,0 ± 5,6	25,5 ± 4,8	<0,001
Fuerza ajustada	0,6 ± 0,08	0,4 ± 0,08	<0,001

\* Diferencias entre grupos por prueba t

### *Valores de fuerza muscular y marcadores de riesgo cardiovascular*

Los individuos con mayores niveles de fuerza muscular mostraron menores valores en los marcadores de riesgo cardiovascular evaluados: Tensión arterial  $>135/85$  mmHg, circunferencia de cintura  $>80$  cm mujeres y  $88$  cm hombres, IMC  $>26$  kg·min<sup>-2</sup> y adiposidad  $>25\%$ . Mientras que, por su parte, los individuos con menores niveles de fuerza prensil presentaron mayor prevalencia en los factores de riesgo evaluados. (Figura 1).

**Figura 1. Relación entre la fuerza muscular prensil y factores de riesgo cardiovascular**



Se encontró una relación inversa entre la fuerza prensil y los factores de riesgo cardiovascular IMC, CC, porcentaje de adiposidad y la presión arterial sistémica ( $r=-0,91$ ;  $p=0,001$ ) Figura 1. Pudimos observar que los estudiantes que poseen mayor grado de fuerza muscular presentan un perfil cardio-protector en comparación con aquellos que presentan menores valores de fuerza prensil por dinamometría.

## Discusión

Conforme a los resultados obtenidos en el presente trabajo es posible afirmar que la fuerza prensil de los estudiantes sedentarios de la institución universitaria (USTA) está asociada significativamente con algunas variables antropométricas y una presión arterial elevada, reconocidas como factores de riesgo cardiovascular. Por otro lado, los jóvenes que poseen un alto grado de fuerza muscular no presentan ninguno de los marcadores de riesgo evaluados, lo que representa un perfil más saludable que aquellos con un bajo nivel de fuerza muscular (Fig.1),  $R^2=0,91$ . En diversos estudios ha sido demostrada la relación existente entre el fitness muscular y algunos FRCV en adultos, así como la asociación inversa entre la fuerza prensil y la incidencia de síndrome metabólico, evento cerebrovascular y enfermedad coronaria<sup>28,29</sup>. De igual manera, lo evidenciado en el trabajo concuerda con las recomendaciones en adultos de la Organización Mundial de la Salud y el Colegio Americano de Medicina del Deporte sobre la realización de actividades de fortalecimiento de los grandes grupos musculares durante dos días o más por semana. Igualmente

Algunos aspectos tales como: las características propias de la población, el diseño del trabajo y el tipo de muestreo deben ser considerados como limitantes del estudio, debido a que pueden introducir sesgos. Además de otras variables que pueden estar asociadas a desarrollar FRCV, entre las cuales se encuentran, aspectos sociales, nutricionales y

económicos. No obstante, se encontró convergencia entre los resultados del estudio con datos de otras investigaciones que involucraban la medición de la fuerza prensil por dinamometría y su asociación con diferentes factores de riesgo cardiovascular.

Los resultados conseguidos indican que los adultos jóvenes que logran mayores valores de fuerza prensil por dinamometría, presentan una menor prevalencia de factores de riesgo cardiovascular, mientras que una baja condición muscular, en los jóvenes evaluados, se asocia con un perfil clínico menos saludable; por lo que se sugiere el estímulo de la práctica regular de ejercicio físico, especialmente el entrenamiento del fitness muscular con el objetivo de mejorar la condición física y prevenir las ECNT como estrategia de salud pública. Estos hallazgos demuestran la utilidad de los indicadores antropométricos y la fuerza prensil para estimar el RCV en jóvenes colombianos.

Un alto porcentaje de la población permanece sedentaria, a pesar de existir numerosas evidencias que resaltan la importancia de llevar un estilo de vida activo; por lo que la promoción de la actividad física y la prevención de los factores de riesgos que desencadenan posteriormente en ECNT deberían ser una prioridad en materia de salud.

### **Conclusión**

Se observa que las personas que logran mayores valores de fuerza prensil por dinamometría, presentan menor prevalencia de FRCV. Se sugiere el estímulo de la práctica regular de ejercicio físico, con el objetivo de mejorar la condición física y prevenir las ECNT como estrategia de salud pública.

### **Limitaciones**

El tipo de diseño del trabajo, las características propias de la población y el tipo de muestreo deben ser considerados como limitantes del estudio, debido a que pueden introducir sesgos. Además de algunas variables que no fueron tenidas en cuenta y que pueden estar asociadas al desarrollo de FRCV, entre las cuales se encuentran, aspectos sociales, nutricionales y económicos.

### **Fortalezas**

Se encontró convergencia entre los resultados del estudio con datos de otras investigaciones que involucraban la medición de la fuerza prensil por dinamometría y su asociación con diferentes factores de riesgo cardiovascular.

### **Financiación**

El presente estudio no tuvo ninguna fuente externa de financiamiento.

### **Conflicto de intereses**

Ninguno.

### **Agradecimientos**

Estos resultados hacen parte del proyecto “Asociación de la fuerza prensil con manifestaciones tempranas de riesgo cardiovascular en adultos jóvenes colombianos”, aprobado en la convocatoria nacional para jóvenes investigadores e innovadores COLCIENCIAS N° 617-2013 y la Vicerrectoría de Investigaciones convocatoria FODEIN-USTA 2014 N° 2013004.

### **Referencias**

1. Organización Mundial de la Salud -OMS- Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. 2010.
2. Gómez-Londoño C, González Correa CH. fuerza de presión manual y correlación con indicadores antropométricos y condición física en estudiantes universitarios. Rev. Biosalud. 2012; 11(2): 11-19.
3. García-Artero E, Ortega F, et. al. El perfil lipídico-metabólico en los adolescentes está más influido por la condición física que por la actividad física (estudio AVENA). Rev. Esp. Cardiol. 2007; 60(6):581-8.
4. Ramírez-Vélez R, Meneses-Echavez J, González-Ruiz K y Correa JE. Fitness muscular y riesgo cardio-metabólico en adultos jóvenes colombianos. Nutr. Hosp. 2014; 30(4):769-775.
5. Lopez-Jaramillo P, Cohen D, et. al. Association of handgrip strength to cardiovascular mortality in pre-diabetic and diabetic patients: A subanalysis of the ORIGIN trial. International Journal of Cardiology. 2014.
6. Marrodán MD, Romero JF, Moreno S, et. al. Dinamometría en niños y jóvenes de entre 6 y 18 años: valores de referencia, asociación con tamaño y composición corporal. An. Pediatr. 2009; 70: 340-348.
7. Artero E, Lee D, et. al. Effects of muscular strength on cardiovascular risk factors and prognosis. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention 2012; 1-8.
8. Aoyama T, Meiko A, Toshimichi I, et. al. Association between muscular strength and metabolic risk in Japanese woman, but not in men. J Physiol. Antropol. 2011; 30: 133-139.
9. Ortega FB, et. al. Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). Rev. Esp. Cardiol. 2005; 58(8):898-909.
10. Artero EG, España-Romero V, Lee DC, Sui X, Church TS, Lavie CJ, et. al. Ideal cardiovascular health and mortality: Aerobics center longitudinal study. Mayo Clin. Proc. 2012; 87: 944-52.
11. Ministerio de la protección social Encuesta Nacional de Salud. ENS 2007. Disponible en: <http://www.minproteccionsocial.gov.co/VBeContent/library/documents/DocNewsNo18358DocumentNo9089.PDF>.

12. ICBF, Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Universidad de Antioquia, OPS. Encuesta Nacional de la situación nutricional en Colombia (ENSIN). Bogotá; 2010.
13. Centro para el Desarrollo y Evaluación de Políticas y Tecnología en Salud Pública (CEDETES), Universidad del Valle, Secretaria de Salud Pública Municipal de Cali. Situación de salud de Cali. Una mirada desde la salud pública. Cali: CEDETES, UniValle, SSPMC; 2007.
14. Arsenault BJ, Boekholdt SM, Kastelein JJ. Lipid parameters for measuring risk of cardiovascular disease. *Nat Rev Cardiol*. 2011; 8:197-206.
15. Zalesin KC, Franklin BA, Miller WM, Peterson ED, McCullough PA. Impact of obesity on cardiovascular disease. *Med Clin North Am*. 2011; 95:919-937.
16. Admiraal WM, van Valkengoed IG, L de Munter JS, Stronks K, Hoekstra JB, Holleman F. The association of physical inactivity with Type 2 diabetes among different ethnic groups. *Diabet Med*. 2011; 28:668-672.
17. Shaibi GQ, Ball GD, Goran MI. Aerobic fitness among Caucasian, African-American, and latino youth. *Ethn. Dis*. 2006; 16:120-5.
18. Triana-Reina HR, Ramirez-Vélez. Asociación de la fuerza muscular con marcadores tempranos de riesgo cardiovascular. *Endocrinol. Nutr*. 2013; 60(8): 433-438.
19. Artero E, Ruiz, J, et. al. Muscular and cardiorespiratory fitness are independently associated with metabolix risk in adolescents: the HELENA study. *Pediatric Diabetes* 2011; 12:704-712.
20. Jiménez-Pavón D, Kelly J, Reilly JJ. Associations between objectively measured habitual physical activity and adiposity in children and adolescents. *Int J Pediatr Obes* 2010; 5:3–18.
21. Rey-López JP, Vicente-Rodríguez G, Biosca M, Moreno LA. Sedentary behavior and obesity development in children and adolescents. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2008; 18:242–251.
22. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Wärnberg J, Gutiérrez A; Grupo AVENA. Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev Esp Cardiol*. 2005; 58:898-909.
23. Executive Summary of the Third Report of National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*. 2001; 285: 2486-97.
24. Mazza J, Carter J, Ross W, Ackland T. Kinanthropometric Aquatic Sport Project. Aquatic Sport's World Champ. AUS. A proposal submitted to the VIII World FINA Medical Committee Meeting. London. 1991.
25. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL Jr, et al. Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. National Heart, Lung, and Blood Institute; National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee. *Hypertension*. 2003; 42:1206-1252.
26. Pérez M, Casas JP, Cubillos LA, Serrano NC, Silva FA, Morillo CA, López-Jaramillo P. Using waist circumference as screening tool to identify colombian subjects at cardiovascular risk. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*. 2003; 10:328-335.
27. Pickering TG. Recommendations for the use of home (self) and ambulatory blood pressure monitoring. American Society of Hypertension Ad Hoc. *Am J Hypertens*. 1996; 9: 1-11.

28. Jurca R, Lamonte MJ, Barlow CE, Kampert JB, Church TS Blair SN. Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. *Med.Sci. Sports. Exerc.* 2005; 37: 1849-55.
29. Silventoinen K, Magnusson PK, Tynelius P, Batty GD, Rasmussen F. Association of body size and muscle strength with incidence of coronary heart disease and cerebrovascular diseases: A population-based cohort study of one million Swedish men. *Int J Epidemiol.* 2009; 38: 110-8.