

Factores asociados a la obesidad abdominal, presión arterial elevada y capacidad cardiorrespiratoria en adolescentes de Colombia

Factors associated with abdominal obesity, high blood pressure and cardiorespiratory capacity in Colombian adolescents

Jason Cardona Gómez

Magíster en Epidemiología. Licenciado en Educación Física. Secretaría de Educación de Envigado, Colombia.
<https://orcid.org/0000-0002-0067-5986> jason.cardona@udea.edu.co

Resumen

Objetivo: determinar los factores asociados a obesidad abdominal, presión arterial sistólica elevada y capacidad cardiorrespiratoria en adolescentes escolarizados de 10 a 17 años del municipio de Barbosa-Antioquia. **Metodología:** estudio transversal de asociación, con muestreo aleatorio de cursos completos, por cada grado, con 373 participantes, realizado durante 2018. Se utilizaron mediciones de peso, talla, índice de masa corporal, comportamiento sedentario, nivel de actividad física, capacidad cardiorrespiratoria y variables sociodemográficas. Se realizaron modelos de regresión logística, cuyo desenlace fue la obesidad abdominal y la presión arterial sistólica elevada. También se realizó un modelo de regresión lineal, cuyo desenlace fue la capacidad cardiorrespiratoria. **Resultados:** ser activo físicamente incrementa la capacidad cardiorrespiratoria 3 mililitros por kilogramo por minuto (ml/kg/min), comparado con no ser activo. Ser hombre incrementa la capacidad cardiorrespiratoria 7,4 ml/kg/min, comparado con ser mujer. La obesidad abdominal y el índice de masa corporal disminuyen la capacidad cardiorrespiratoria. Ser activo físicamente disminuye 50% la posibilidad de padecer presión arterial sistólica elevada. Por cada unidad de aumento en el índice de masa corporal, la posibilidad de padecer presión arterial sistólica elevada incrementa 13,6%. **Conclusiones:** la capacidad cardiorrespiratoria y la actividad física son factores protectores que disminuyen la posibilidad de padecer presión arterial sistólica elevada y obesidad abdominal, por lo que se confirman como estrategias no farmacológicas para combatir las enfermedades crónicas no transmisibles.

Palabras clave: adolescencia, obesidad abdominal, presión arterial, ejercicio físico, capacidad cardiorrespiratoria, conducta sedentaria.

Summary

Objective: to determine the factors associated with abdominal obesity, high systolic blood pressure and cardiorespiratory capacity in school adolescents aged 10 to 17 years in the municipality of Barbosa-Antioquia. **Methodology:** cross-sectional association study, with random sampling of complete courses, for each grade, with 373 participants, carried out during 2018. Measurements of weight, height, body mass index, sedentary behavior, level of physical activity, cardiorespiratory capacity and sociodemographic variables were used. Logistic regression models were performed, the outcome of which was abdominal obesity and elevated systolic blood pressure. A linear regression model was also performed, the outcome of which was the cardiorespiratory capacity. **Results:** being physically active increases cardiorespiratory capacity by 3 milliliters per kilogram per minute (ml / kg / min), compared to not being active. Being a man increases the cardiorespiratory capacity by 7.4 ml / kg / min, compared to being a woman. Abdominal obesity and body mass index decrease cardiorespiratory capacity. Being physically active decreases 50% the possibility of suffering elevated systolic blood pressure. For each unit of increase in body mass index, the possibility of suffering from elevated systolic blood pressure increases 13.6%. **Conclusions:** cardiorespiratory capacity and physical activity are protective factors that reduce the possibility of suffering from elevated systolic blood pressure and abdominal obesity, therefore they are reiterated as non-pharmacological strategies to combat chronic non-communicable diseases.

Key words: adolescence, abdominal obesity, blood pressure, physical exercise, cardiovascular capacity, sedentary behavior.

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que los niños y adolescentes entre 5 y 17 años realicen diariamente 60 minutos de actividad física (OMS, 2020); sin embargo, esta recomendación está lejos de cumplirse. En un estudio que incluyó 146 países, se halló que cerca del 80% de los adolescentes entre 11 y 17 años (77,6% hombres y 84,7% mujeres) no cumplen esta recomendación, por lo que se considera como el grupo de edad más sedentario a nivel mundial (Guthold et al., 2020). La inactividad física puede ser una de las causas del aumento de las prevalencias de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes en el mundo. Así, mientras que en 1975 el 4% de los niños y adolescentes entre 5 y 19 años padecían estas condiciones, en 2016 esta prevalencia aumentó a más de 18% (OMS, 2021).

La adopción de estilos de vida sedentarios es uno de los factores de riesgo para obesidad (Guthold et al., 2020) lo que, a su vez, anticipa una alta prevalencia de síndrome metabólico (Myers et al., 2019) que puede aumentar tres veces más el riesgo de presentar enfermedad coronaria (Alshammary et al., 2021). Sin embargo, parece ser que la obesidad abdominal tiene mayor capacidad para medir enfermedades cardiovasculares que el índice de masa corporal (Cisse et al., 2021).

La inactividad física y el exceso de peso, generan la posibilidad de aparición de las enfermedades cardiovasculares, siendo estas las principales causas de muerte en el mundo. Se estima que, en 2016, el 32% de todas las muertes registradas para ese año fueron por esa causa, lo que representa cerca de 18 millones de personas (OMS, 2017). En Colombia, según el Ministerio de Salud (MS, 2019) en 2016 fallecieron 223.078 personas y las ECV fueron la primera causa de muerte (70.621), correspondiendo al 31,6% del total.

En referencia al exceso de peso en Colombia, el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF, 2015), reportó en 2015 que cerca del 18% de los adolescentes entre 13 y 17 presentan esta condición. Además, el 86,4% de esta población es inactiva físicamente. Estos son factores de riesgo que promueven la aparición de las enfermedades cardiovasculares y presión arterial elevada, esta última es una problemática actual y aunque haya disminuido su prevalencia entre 1980 y 2008 a nivel mundial (31% vs 27%) y de Latinoamérica (31% vs 23%), en 2008 se le atribuyó el 13% de las muertes mundiales (OMS, 2012). Adicionalmente, es responsable del 51% de los accidentes cerebrovasculares mortales y del 45% de las muertes por enfermedad coronaria (OMS, 2012). En 2015, la presión arterial sistólica elevada ocasionó cerca de 8 millones de muertes en el mundo y además es uno de los principales factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, enfermedad renal crónica, demencia, entre otros (Zhou et al., 2021). Paradójicamente, es uno de los principales factores de riesgo prevenibles. Se sugiere que esta patología debe ser seguida desde la infancia y la adolescencia por lo menos una vez al año, sobre todo con el aumento del sobrepeso y la obesidad en los adolescentes (Ng et al., 2014) ya que, según el Consenso Latinoamericano de Hipertensión en pacientes con Diabetes tipo 2 y Síndrome Metabólico, la presión arterial elevada está muy relacionada con la obesidad en niños y adolescentes (Consenso Latinoamericano, 2013).

Investigaciones en Medellín-Colombia, muestran que los factores de riesgo cardiovascular inician en edades tempranas, afectando a adolescentes, y se deben, en buena parte, a la adopción de comportamientos sedentarios y al tipo de alimentación (Múnera et al., 2012; Uscátegui et al., 2002). Esta situación pone en evidencia la necesidad de establecer los alcances de los factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, para emprender acciones encaminadas a su disminución mediante intervenciones cuya finalidad sea combatir los factores de riesgo identificados, para mejorar el estado de salud de los adolescentes. Además, esta información puede ser de gran utilidad en el ámbito educativo, específicamente en el ámbito de la educación física escolar, porque los resultados de esta pesquisa pueden dar luces a la hora de implementar acciones desde la escuela para combatir el origen de los factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares.

El objetivo de este estudio fue determinar los factores asociados a obesidad abdominal, presión arterial sistólica elevada y capacidad cardiorrespiratoria en adolescentes escolarizados de 10 a 17 años del municipio de Barbosa-Antioquia.

Método

Estudio epidemiológico transversal de asociación, en el que se realizó una medición de diversas variables entre junio y octubre de 2018. Posterior a esto se establecieron relaciones entre las variables.

Población y muestreo

La población estuvo conformada por estudiantes escolares desde los grados sexto a undécimo de una institución educativa pública del municipio de Barbosa-Antioquia, ubicada en zona urbana. Se estableció tamaño de la muestra con el software EPIDAT V 4,2 y se asignaron los siguientes criterios:

- Población: 1.100 estudiantes.
- Proporción esperada de exceso de peso en el departamento de Antioquia: 21% (ICBF, 2015).
- Nivel de confianza: 95 %.
- Error máximo permitido: 4 %.
- Tamaño de muestra: 293 estudiantes.
- Sobreestimación aproximada: 30 % (anticipando pérdidas y no respuesta): 381 participantes.
- Para la obtención de la muestra se hizo selección aleatoria de salones completos (cursos). Se obtuvo el permiso institucional. Finalmente, participaron en el estudio 373 estudiantes.

Se incluyeron estudiantes matriculados en la institución educativa pública, que se encontraran en los grados sexto a once y que aceptaran participar en el estudio firmando el consentimiento informado por parte del acudiente y el asentimiento informado por parte del menor de edad.

Se excluyeron estudiantes con trastornos sensitivos o motores que les impidieran ejecutar las pruebas físicas que requería la investigación, o enfermedades que se pudieran limitar la actividad física, como el asma o la diabetes mellitus, lesiones osteomusculares sintomáticas agudas o crónicas, mujeres embarazadas y personas que no desearan participar en la investigación.

Los sesgos de selección se controlaron aplicando de forma estandarizada los criterios de selección. Para evaluar a los participantes se utilizaron equipos calibrados y pruebas validadas y estandarizadas. Se realizó prueba piloto para ajustar el proceso de recolección de información. Se hizo capacitación a los evaluadores, de tal forma que las pruebas se aplicaran de la misma manera a cada participante y se hizo control de calidad a los datos, para detectar información faltante o valores extremos.

Mediciones

La información se recolectó por grados en la clase de educación física. La duración de la recolección de la información por grupo fue de dos horas; hubo estudiantes que asistieron en la primera medición, pero no en la segunda, por lo que fueron excluidos 33 estudiantes al no tener los datos completos y no poder contactarse con ellos después.

Nivel de actividad física: se utilizó cuestionario Self-Administered Physical Activity Checklist, instrumento que contiene una lista de 22 tipos de actividades físicas, de moderada a vigorosa intensidad, donde se indica la frecuencia (días/sem) y la duración (horas/min/día). Este cuestionario ha mostrado una reproductibilidad elevada (coeficiente de correlación intraclase $r=0,88$; $IC95\%=0,84-0,91$) y una correlación moderada entre este cuestionario y el recordatorio de 24 horas ($r=0,62$) (de Farias et al., 2012). Se consideraron activas físicamente aquellas personas con una práctica de actividad física igual o superior a 420 min/semana, y los demás como inactivos físicamente (OMS, 2015).

Comportamiento sedentario: se usó el Adolescent Sedentary Activity Questionnaire (ASAQ), que categoriza las actividades sedentarias en 5 dominios (1. Pantalla pequeña, 2. Educación, 3. Viaje, 4. Actividades culturales y 5. Actividades sociales) donde indican la frecuencia (días/sem) y la duración (horas/min/día). Se indagó sobre las actividades sedentarias de pantalla cuando acumularon más de 3 horas diarias (Felez-Nobrega et al., 2020). Este cuestionario ha mostrado una buena confiabilidad $r > 0,70$, y fue desarrollado, evaluado y validado para adolescentes de Australia (Hardy et al., 2007) y Brasil (Guimarães et al., 2013).

Presión arterial: se utilizó el tensiómetro digital OMRON 7114; la medición se hizo con la persona sentada, en el brazo derecho, después de 5 minutos de reposo. Se realizó una medición, y si los valores de la presión sistólica superaban los 120 mmHg, se tomó una segunda con un intervalo de 5 minutos entre ellas; si la diferencia entre ambas mediciones era superior a 5 mmHg, se tomó una tercera. En caso de haber tomado más de una medición, se registró el promedio de estas. Se determinó el percentil de la estatura mediante las tablas percentiladas del Centro Nacional de Estadísticas de Salud de Estados Unidos (CNES, 2000) y con este dato se clasificó la presión arterial de la siguiente forma: presión arterial normal (sistólica y diastólica), cuando los valores fueron inferiores al percentil 90; y presión arterial elevada (sistólica y diastólica), cuando los valores fueron superiores al percentil 90. Esto, de acuerdo con valores propuestos en el cuarto reporte de diagnóstico, evaluación y tratamiento de la presión alta en adolescentes (NHBPEP, 2004).

Capacidad cardiorrespiratoria ($VO_{2m\acute{a}x}$): se midió por medio del test Course Navette o 20 meter Shuttle run test, donde se aplicó la fórmula: $VO_{2max} = 31,025 + (3,238 \times VEl_f) - (3,248 \times EDAD) + (0,1536 \times VEl_f \times EDAD)$. El resultado es expresado en ml/kg/min, VEl_f (velocidad del último nivel anunciado por la cinta sonora) en km/h (Leger et al., 1988). Esta prueba presenta correlación $r=0,88$ con la cinta de tapiz rodante en niños y adolescentes de 8 a 17 años (Matsuzaka et al., 2004).

Perímetro de cintura: se utilizó una cinta métrica inextensible. La circunferencia de cintura se tomó directamente sobre la piel, en el punto intermedio entre la última costilla y la cresta ilíaca, de pie, brazos relajados y abdomen descubierto. En esta medición se aplicó el protocolo de la OMS (2016).

Índice cintura-estatura: se calculó dividiendo la circunferencia de cintura por la estatura, ambas en cm; el criterio para determinar la obesidad abdominal fueron valores iguales o superiores a 0,5 (Bacopoulou, 2015; Bamoshmoosh et al., 2013).

Variables sociodemográficas: sexo, edad y nivel educativo se obtuvieron de la base de datos proporcionada por la institución. El peso se obtuvo con una balanza OMRON HBF-510LA, que tiene precisión de 100 gramos; para obtener la estatura se usó un tallímetro portátil SECA 206; el índice de masa corporal se calculó dividiendo el peso en kilogramos por la estatura en metros al cuadrado; esta variable se categorizó en peso normal y exceso de peso (sobrepeso y obesidad), teniendo en cuenta los puntos de corte establecidos en niños y adolescentes de ambos sexos (2 a 18 años) de Brasil, Gran Bretaña, Hong Kong, Holanda, Singapur y Estados Unidos (Cole et al., 2000).

Aspectos éticos

Los participantes presentaron el consentimiento y el asentimiento informado, firmados por su representante legal y por sí mismos, respectivamente, los cuales contenían la descripción del estudio y los objetivos y los métodos empleados en este. Además, se les informó que la utilización de los datos sería exclusivamente para fines científicos y a ellos sólo tendría acceso el investigador principal. Se garantizó la protección de la intimidad de acuerdo con la Declaración de Helsinki (AMM, 2013) y la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de la Republica de Colombia, sobre investigaciones con seres humanos. Según esta Resolución, el estudio fue clasificado como de riesgo mínimo. Se hizo devolución de los resultados a los participantes.

Análisis estadístico de la información

Análisis univariado: se utilizó la prueba de Shapiro Wilk en las variables cuantitativas, para determinar su distribución; las que presentaron distribución normal, se resumieron con medias y desviaciones estándar, y las que presentaron distribución no normal, se resumieron con medianas y rangos intercuartílicos; las variables cualitativas se resumieron con proporciones e intervalos de confianza del 95% (IC95%).

Análisis bivariado: se hizo prueba U de Mann Whitney para analizar variables cuantitativas con distribución no normal con variables cualitativas dicotómicas y se hizo prueba t para muestras independientes cuando se presentó distribución normal. Para las variables cualitativas, se hizo la prueba chi cuadrado de independencia

Análisis multivariado: se construyeron dos modelos de regresión logística binaria, cuyos desenlaces fueron obesidad abdominal (si-no) y presión arterial sistólica elevada (si-no). Se ingresaron las variables independientes según criterio de Hosmer-Lemeshow, es decir, aquellos análisis

bivariados cuyos valores $p < 0,25$ fueron candidatos a ingresar al modelo. También se realizó un modelo de regresión lineal múltiple, cuyo desenlace fue la capacidad cardiorrespiratoria; se hizo prueba de normalidad para la variable desenlace.

Para todos los análisis, el nivel de significación estadística de p fue menor a 5% ($p < 0,05$) y una confiabilidad de 95%. Para el análisis de los datos se utilizó el software SPSS Statistics de IBM versión 22, y Excel 2013.

Resultados

La muestra estuvo conformada por 420 estudiantes, de los cuales 20 no participaron y 27 entregaron los datos con información faltante, por lo que la muestra final fue de 373 estudiantes. De estos, el 51,5% ($n=192$) fueron hombres y la mediana de edad fue de 15,4 años. Las proporciones de peso normal, sobrepeso y obesidad fueron de 84,2% ($n=314$), 12,3% ($n=46$) y 3,5% ($n=13$) respectivamente. En cuanto a la obesidad abdominal, la proporción fue de 6,2% ($n=23$). El 66,5% ($n=248$) de la muestra destinaban más de 60 minutos diarios de actividad física (activos físicamente), mientras que el 94,6% ($n=353$) y el 86,6% ($n=323$) destinaban más de 3 horas diarias en actividades sedentarias a la semana y fin de semana, respectivamente. También, el 76,4% ($n=285$) destinó más de 3 horas en actividades de pantalla en semana. El 13,7% ($n=51$) y el 1,9% ($n=7$) de la muestra presentó presión arterial sistólica y diastólica elevada, respectivamente. La media de la capacidad cardiorrespiratoria fue de 44,1 ml/kg/min, la mediana de actividad física fue de 640 minutos a la semana, mientras que el perímetro de cintura y cadera fue de 67 y 88 centímetros, respectivamente.

En cuanto a las actividades sedentarias, se halló que el 45,8% de estas se destinaba en actividades de educación (2115 min/sem), 39,3% en actividades de pantalla (1791 min/sem), 8,5% a actividades sociales (150 min/sem), 4,5% en actividades culturales (30 min/sem) y 1,76 en viajes (0 min/sem). Respecto al fin de semana, dichas proporciones para el tiempo en pantalla, educación, sociales, culturales y viaje fueron de 65,4%, 15,3%, 9,7%, 5,5% y 4,1% respectivamente.

Se encontró que el 79,7% de los hombres y el 52,5% de las mujeres fueron clasificados como activos físicamente, con diferencias significativas ($\chi^2: 30,9$. 1 gl. $P < 0,001$). En cuanto el exceso de peso (sobrepeso u obesidad), el 21% de las mujeres y el 10,9% de los hombres presentaron esta condición, diferencias que fueron estadísticamente significativas ($\chi^2: 7,07$. 1 gl. $P: 0,008$).

Al analizar las variables según sexo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la talla, el peso, el índice de masa corporal, la presión arterial sistólica, el perímetro de cintura, el perímetro de cadera, la capacidad cardiorrespiratoria y los minutos a la semana de actividad física. Se encontró mayor peso y talla en los hombres. El índice de masa corporal fue mayor en las mujeres. Respecto a la presión arterial sistólica, los hombres presentaron una mediana de 111, mientras que en las mujeres fue de 107 mmHg. El perímetro de cintura fue mayor en los hombres y el perímetro de cadera fue superior en mujeres. En cuanto a la capacidad cardiorrespiratoria, la

media de los hombres fue de 48,3, mientras en mujeres fue de 39,6 ml/kg/min. Finalmente, el tiempo destinado a la práctica de actividad física por semana fue de 800 minutos en hombres y 450 minutos en mujeres (Tabla 1).

Tabla 1. Características sociodemográficas y redes sociales según sexo.

Variable	Mujeres (n) Mediana (Q1, Q3)	Hombres (n) Mediana (Q1, Q3)	Estadístico U de Mann Whitney
Edad (Años)	15,7* (7,8)**	15,5* (1,9)**	0,728 ¹
Mediciones antropométricas			
Talla (Metros)	1,55* (0,06)**	1,61* (0,10)**	<0,001 ¹
Peso (Kilogramos)	49,4 (43-57,8)	52,5 (44,6-60,8)	0,040
Índice de masa corporal (Kg/mtr ²)	20,5 (18,3-23,1)	19,7 (18,1-21,8)	0,037
Perímetro de Cintura (Centímetros)	66 (61-71)	68 (64-72)	<0,001
Perímetro de Cadera (Centímetros)	89 (84-95)	87 (82-92)	0,002
Índice cintura-estatura	0,424 (0,402-0,453)	0,421 (0,403-0,447)	0,748
Presión arterial			
Presión Arterial Sistólica (mmHg)	107* (11)**	111* (12)**	<0,001 ¹
Presión Arterial Diastólica (mmHg)	61,8* (8,3)**	61,2* (7,7)**	0,481 ¹
Mediciones de actividad física			
Capacidad cardiorrespiratoria (ml/kg/min)	39,6* (5,17)**	48,3* (5,57)**	<0,001 ¹
Nivel de actividad física (Minutos semana)	450 (195-815)	800 (510-1290)	<0,001
Actividades sedentarias			
Tiempo en pantalla semana (Minutos)	1860 (1025-3577)	1615 (900-2940)	0,138
Tiempo total semana (Minutos)	5060 (3488-7015)	4447 (3443-6362)	0,135
Tiempo en pantalla fin de semana (Minutos)	830 (370-1500)	770 (300-1350)	0,183
Tiempo total fin de semana (Minutos)	1380 (725-2190)	1249 (708-2152)	0,393
Tiempo total (Minutos)	6650 (4240-9482)	5815 (4200-8501)	0,165
Tiempo en actividades de pantalla total (Minutos)	2940 (1536-4885)	2516 (1388-4173)	0,114

*Media. **Desviación estándar. 1 Estadístico t para muestras independientes. ml/kg/min: Mililitros por kilogramo de oxígeno por minuto. Kg/mtr²: Kilogramo sobre metro cuadrado. mmHg: milímetros de mercurio. Q1: Cuartil 1. Q3: Cuartil 3. RI: Rango intercuartílico. Los valores resaltados en amarillo corresponden a diferencias estadísticamente significativas.

Se encontró que el 12,2% (n=22) de las mujeres presentaron presión arterial sistólica elevada, mientras que la proporción para hombres fue de 15,15% (n=29), la prueba Chi² de independencia no fue significativa (Chi²=0,687, 1 gl. P=0,407).

También se halló que el 12,4% (n=44) de las personas sin obesidad abdominal, presentaron presión arterial sistólica elevada, frente al 30,4% en aquellas con esta condición (n=7), la prueba Chi² de independencia fue significativa (Chi²=5,835, 1 gl. P=0,016).

El 6,1% (n=11) de las mujeres presentaron obesidad abdominal, mientras que la proporción para hombres fue de 6,3% (n=12), la prueba Chi² de independencia no fue significativa (Chi²=0,005, 1 gl. P=0,945).

No se encontró correlación significativa entre la actividad física con la edad (Rho= -0,082. P=0,115) y el índice de masa corporal (Rho= -0,069. P=0,182). Se encontró correlación positiva significativa entre la actividad física con la capacidad cardiorrespiratoria (Rho= 0,457. P<0,001).

Respecto al análisis de las actividades sedentarias de pantalla, se encontró correlación negativa significativa con la actividad física (Rho= -0,139. P=0,007) y con la capacidad cardiorrespiratoria (Rho= -0,113. P=0,029), es decir, al aumentar el tiempo destinado a las actividades de pantalla, disminuye el tiempo destinado a la actividad física y también disminuye la capacidad cardiorrespiratoria.

De igual forma, se halló correlación positiva entre las actividades sedentarias de pantalla con la edad (Rho= 0,190. P<0,001) y el índice de masa corporal (Rho= 0,158. P=0,002).

Respecto a la presión arterial sistólica elevada, se encontró asociación con la actividad física; así, las personas con presión arterial sistólica elevada realizaron 480 minutos a la semana de actividad física, mientras que las personas con presión arterial sistólica normal realizaron 652 minutos de actividad física, diferencia estadísticamente significativa (p=0,047. Estadístico U de Mann Whitney). También se halló asociación con el índice de masa corporal (p=0,044. Estadístico U de Mann Whitney). No se encontró asociación con la edad, las actividades sedentarias, las actividades sedentarias de pantalla, la circunferencia de cintura y la capacidad cardiorrespiratoria (tabla 2).

Al analizar la obesidad abdominal (si-no), se encontró asociación con el índice de masa corporal; así, las personas con obesidad abdominal presentaron un índice de masa corporal de 27,3 mientras que, en las personas sin esta condición, el valor fue de 19,8, diferencia estadísticamente significativa (Estadístico U de Mann Whitney, p<0,001). Igualmente, se halló asociación significativa con la capacidad cardiorrespiratoria, cuyos valores fueron de 38 y 44,5 ml/kg/min en personas con, y sin obesidad abdominal, respectivamente (tabla 2). No se encontró asociación con la edad, la actividad física, las actividades sedentarias y las actividades sedentarias de pantalla.

Se encontraron asociaciones significativas entre el sobrepeso y las variables capacidad cardiorrespiratoria, circunferencia de cintura e índice de masa corporal; sin embargo, no se encontró asociación con la edad, la actividad física, las actividades sedentarias y las actividades sedentarias de pantalla (tabla 2).

Tabla 2. Presión arterial sistólica elevada, obesidad abdominal y sobrepeso según variables antropométricas, sociodemográficas y físicas.

	Presión arterial sistólica		Obesidad abdominal		Sobrepeso	
	Normal	Alta	Sin OA	Con OA	Peso normal	Sobrepeso
Edad	15,25*	15,9*	15,37*	16,01*	15,38*	15,51*
Estadístico	P=0,085 ¹		P=0,236 ¹		P=0,966 ¹	
IMC	20,06*	20,38*	19,82*	27,29*	19,49*	25,49*
Estadístico	p=0,044 ¹		P<0,001 ¹		P=0,001 ¹	
Actividad física (min/sem)	652,5*	480*	640*	690*	640*	540*
Estadístico	p=0,047 ¹		P=0,937 ¹		P=0,510 ¹	
Actividades sedentarias (min/sem)	6120*	6420*	6120*	6660*	6030*	7152*
Estadístico	p=412 ¹		P=0,499 ¹		P=0,114 ¹	
Actividades sedentarias de pantalla (min/sem)	2655*	3060*	2695*	2835*	2617,5*	3090*
Estadístico	p<0,768 ¹		P=0,773 ¹		P<0,505 ¹	
Circunferencia de cintura	67*	68*	67*	84*	66*	77*
Estadístico	P=0,099 ¹		P<0,001 ¹		P<0,001 ¹	
CCR	44,16**	43,92**	44,53**	38,04**	45,04**	39,26**
Estadístico	P=0,814 ²		P<0,001 ²		P<0,001 ²	

¹Estadístico U de Mann Whitney. ²Prueba t de medias para muestras independientes. *Mediana **Media. CCR: Capacidad cardiorrespiratoria. OA: Obesidad abdominal. IMC: índice de masa corporal. Min/sem: Minutos a la semana. Los valores resaltados en amarillo corresponden a diferencias estadísticamente significativas.

Se encontró correlación significativa negativa entre la capacidad cardiorrespiratoria con el índice de masa corporal (R= -0,33. P<0,001), el perímetro de cintura (R= -0,128. P=0,013), la presión arterial diastólica (R= -0,109. P=0,035) y el tiempo en actividades de pantalla (R= -0,154. P=0,003), por lo que incrementar el índice de masa corporal, el perímetro de cintura, la presión arterial diastólica y el tiempo en las actividades sedentarias de pantalla, disminuyen la capacidad cardiorrespiratoria. Se encontró correlación significativa positiva entre la capacidad cardiorrespiratoria y la actividad física (R=0,398. P<0,001); así, aumentar el tiempo destinado a la actividad física, incrementa la capacidad cardiorrespiratoria. No se encontró correlación significativa entre la capacidad cardiorrespiratoria con la edad (R= -0,046. P=0,372) y la presión arterial sistólica (R= 0,049. P=0,341).

El modelo de regresión lineal múltiple fue significativo (ANOVA: P<0,001), las variables incluidas explicaron el 50,8% de la variabilidad de la capacidad cardiorrespiratoria, no se encontró colinealidad entre variables independientes. La variable desenlace capacidad cardiorrespiratoria se asoció estadísticamente con ser activos físicamente, el índice de masa corporal, el sexo y la obesidad abdominal. Ser hombre aumenta 7,4 ml/kg/min la capacidad cardiorrespiratoria, comparado con ser mujer. También, tener obesidad abdominal disminuye la capacidad cardiorrespiratoria 3,3 ml/kg/min en comparación con las personas sin esta condición. Ser activo físicamente incrementa 3,02 ml/kg/min la capacidad cardiorrespiratoria. Incrementar el índice de

masa corporal 1 metro cuadrado por kilogramo disminuye la capacidad cardiorrespiratoria 0,388 ml/kg/min. No se encontró asociación con la edad, la presión arterial sistólica y las actividades sedentarias de pantalla (tabla 3).

Tabla 3. Modelo de regresión lineal en escolares.

Variables asociadas a la capacidad cardiorrespiratoria. n=373					
Variables	Coefficientes betas no estandarizados Individuales	Valor p	Coefficientes betas no estandarizados Ajustados	Valor p	Tolerancia
Personas activas físicamente	5,440	<0,001	3,02	<0,001	0,905
Índice de masa corporal (m ² /kg)	-0,656	<0,001	-0,388	<0,001	0,572
Sexo	8,701	<0,001	7,430	<0,001	0,828
Edad	-0,057	0,372	-0,027	0,553	0,975
Presión arterial sistólica (mm/Hg)	0,028	0,341	0,022	0,331	0,820
Obesidad abdominal (si-no)	-6,489	<0,001	-3,296	0,012	0,655
Actividades sedentarias de pantalla altas (si-no)	0,000	0,003	0,256	0,682	0,988
Constante: 44,288					
R ² : 0,508					

Los valores resaltados en amarillo corresponden a diferencias estadísticamente significativas. mmHg: milímetros de mercurio. M²/kg: metro cuadrado por kilogramo.

El modelo de regresión logístico binario cuyo desenlace fue la obesidad abdominal, fue estadísticamente significativo (Prueba Ómnibus, $p < 0,001$), las variables independientes representaron el 61% de la variabilidad de la obesidad abdominal (R^2 de Nagelkerke: 0,61). Por cada mililitro por kilogramo minuto que se aumenta la capacidad cardiorrespiratoria, la oportunidad de tener obesidad abdominal disminuye 14,5%.

Ser hombre incrementa casi 8 veces más la posibilidad de padecer obesidad abdominal, comparado con ser mujer. También se encontró que tener sobrepeso aumenta casi 162 veces más la oportunidad de padecer obesidad abdominal. No se encontró asociación con la edad, el ser activo físicamente, la presión arterial sistólica elevada y el ser sedentario de pantalla (tabla 4).

El modelo logístico binario cuyo desenlace fue presión arterial sistólica elevada fue significativo (prueba ómnibus, $p = 0,037$). Las variables independientes representaron el 7,2% de la variabilidad de la variable dependiente. En este modelo se encontró que, por cada metro cuadrado por kilogramo que aumente el índice de masa corporal, la oportunidad de tener presión arterial sistólica elevada se incrementa 13,6%. Ser activo físicamente disminuye 50% la posibilidad de padecer presión arterial sistólica elevada. No se encontró asociación con el sexo, la edad, la capacidad cardiorrespiratoria, las personas sedentarias de pantalla y la obesidad abdominal (tabla 4).

Tabla 4. Modelo de regresión logística binaria en escolares.

Variables asociadas a la obesidad abdominal. n=373

	OR Crudo	IC95% para OR		OR Ajustado	IC95% para OR	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
CCR	0,860	0,80	0,924	0,855	0,754	0,969
Sexo	1,030	0,443	2,397	8,876	1,933	40,75
Edad	1,009	0,956	1,065	1,023	0,868	1,207
Activos físicamente	1,297	0,545	3,084	1,867	0,518	6,679
Presión sistólica elevada (si-no)	3,043	1,185	7,810	2,40	0,535	10,77
Sobrepeso (si-no)	186,1	24,37	1420,9	163,4	19,43	1374,6
Sedentarios de pantalla (si-no)	0,648	0,210	1,996	0,873	0,219	3,476

Prueba Omnibus: $X^2=95,67$ (7 gl) $p<0,001$
 R^2 de Nagelkerke= 0,61

Variables asociadas a la presión arterial sistólica elevada. n=373

	OR Crudo	IC95% para OR		OR Ajustado	IC95% para OR	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
Sexo	1,286	0,706	2,333	1,480	0,661	3,312
Edad	1,005	0,961	1,051	0,998	0,935	1,065
Índice de masa corporal	1,121	1,041	1,207	1,136	1,024	1,259
Personas activas físicamente	0,119	0,340	1,131	0,499	0,253	0,983
Capacidad cardiorrespiratoria	0,995	0,953	1,038	1,024	0,962	1,090
Sedentarios de pantalla	0,719	0,315	1,645	0,736	0,362	1,497
Obesidad abdominal	3,043	1,185	7,810	1,191	0,325	4,366

Prueba Omnibus: $X^2= 15,04$ (7 gl) $p=0,035$
 R^2 de Nagelkerke= 0,072

CCR: Capacidad cardiorrespiratoria. Los valores resaltados en amarillo corresponden a diferencias estadísticamente significativas.

Discusión

El objetivo del estudio fue determinar los factores asociados a obesidad abdominal, presión arterial sistólica elevada y capacidad cardiorrespiratoria en adolescentes escolarizados. Este estudio presenta un análisis de estas variables desde el punto de vista antropométrico, sociodemográfico y de tiempo libre. Los resultados sugieren que ser hombre y el sobrepeso son factores que aumentan la posibilidad de padecer de obesidad abdominal, mientras que aumentar la capacidad cardiorrespiratoria disminuye la posibilidad de padecer esta condición. También se encontró que el índice de masa corporal aumenta la presión arterial sistólica, mientras que ser activo físicamente disminuye esta posibilidad. Respecto a la capacidad cardiorrespiratoria, los factores que la disminuyen son ser mujer, aumentar el índice de masa corporal y tener obesidad abdominal, mientras que la práctica de actividad física aumenta esta condición.

Se resalta la alta proporción de actividades sedentarias de los estudiantes, ya que, a la semana, el 94% de la muestra destinó más de tres horas diarias a estas actividades, y específicamente a las actividades de pantalla, como ver televisión, cine, celular video-juegos, el 78% de la muestra

destina tres o más horas diarias a estas actividades. Este último resultado es muy similar a lo encontrado en 2015 a nivel nacional en Colombia en adolescentes de 13 a 17 años, donde la prevalencia de tiempo excesivo de pantalla fue de 76% (ICBF, 2015).

Las proporciones sobrepeso y obesidad fueron de 12,3% (n=46) y 3,5% (n=13) respectivamente, siendo estos datos similares a los encontrados en la *Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2015*, cuyas prevalencias fueron 13,9% y 4% respectivamente (ICBF, 2015).

En cuanto a la obesidad abdominal, la proporción fue de 6,2%, y fue inferior a la registrada en Medellín en 2019 (9,2%) (Cardona-Gómez, 2019). Una posible causa es que esta investigación se realizó en un municipio y la referencia se desarrolló en una ciudad, donde quizás los adolescentes de la ciudad llevan un estilo de vida que promueve más la aparición de obesidad abdominal.

El 13,7% (n=51) de la muestra, presentó presión arterial sistólica elevada. Estos datos son similares a lo reportado en un estudio donde la prevalencia fue de 10-11% (Aparicio et al., 2019). Según Zhou et al. (2021), cada aumento en la presión arterial sistólica de 10 mmHg, se asocia con un 45% de riesgo de cardiopatías isquémicas.

La media de la capacidad cardiorrespiratoria fue de 39,6 ml/kg/min para mujeres y 48,3 ml/kg/min para hombres. Los resultados en hombres son un poco más altos a los reportados en un estudio que incluyó más de un millón de niños y adolescentes (Tomkinson et al., 2017), en el cual la mediana en hombres fue de 44,6 ml/kg/min y en mujeres fue de 38,8 ml/kg/min, siendo similares los resultados en mujeres.

Se destaca la alta proporción de estudiantes activos físicamente hallada en este estudio (66%); esto, comparado con la *Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2015*, donde sólo el 13,4% se reportaron como activos físicamente (ICBF, 2015). Una posible causa de esta diferencia es el método de recolección de información, pues mientras que la *Encuesta Nacional de la Situación Nutricional* midió la actividad física por medio de Youth Risk Behavior Surveillance System, en este estudio fue medido con el Self-Administered Physical Activity Checklist.

Ser hombre incrementa la posibilidad de tener más capacidad cardiorrespiratoria, comparado con ser mujer, lo que se puede explicar por el tipo de fibra muscular, la extracción de oxígeno, debido a un corazón más grande en el hombre, y también por el contenido de grasa en las miofibrillas en las mujeres (Raghuv eer et al., 2020). Otro hecho que podría explicar estas diferencias, es la participación en actividades deportivas de la mujer; en los juegos olímpicos de 1960, las mujeres sólo representaban el 11% del total de deportistas, en los juegos olímpicos de 1984 su participación aumentó a 23% y en los olímpicos de 2012 las mujeres representaron al 40% de los deportistas olímpicos (Tomkinson et al., 2019). Aunque la participación de las mujeres en actividades deportivas ha aumentado, históricamente no han tenido la misma participación que los hombres y este factor social puede influir en disminuir la capacidad cardiorrespiratoria, además del componente fisiológico.

Ser activos físicamente se ha relacionado con aumentar la capacidad cardiorrespiratoria, aunque debe analizarse con detenimiento, pues, según un meta-análisis realizado en 2015, más que realizar cualquier tipo de actividad física, parece ser que las actividades físicas intensas son las que mejoran la capacidad cardiorrespiratoria (Costigan et al., 2015).

Tener obesidad abdominal y aumentar el índice de masa corporal, disminuyen la capacidad cardiorrespiratoria. Se ha documentado que la obesidad se asocia con resistencia a la insulina, enfermedad cardiovascular, diabetes Mellitus tipo 2 y dislipidemias. La base de estas patologías es la inflamación que se genera en el cuerpo y esto hace que las células se deterioren más rápido producto del estrés oxidativo (Jago et al., 2016). Según lo anterior, padecer obesidad y aumentar el índice de masa corporal es tener un cuerpo inflamado internamente, que no va a tener un rendimiento físico acorde en la prueba de capacidad cardiorrespiratoria.

La capacidad cardiorrespiratoria disminuye la posibilidad de padecer obesidad abdominal. Se ha encontrado relación entre la capacidad cardiorrespiratoria y el aumento de masa muscular, donde las personas con mayor masa muscular presentan aumento en la capacidad cardiorrespiratoria (Abe et al., 2019). Las personas con obesidad, presentan aumento en la masa grasa y esto puede explicar por qué las personas con esta condición presentan capacidad cardiorrespiratoria baja. Más allá de que la capacidad cardiorrespiratoria pueda disminuir la obesidad, se ha documentado que puede disminuir muchas de las patologías actuales, como algunos tipos de cáncer, las enfermedades cardiovasculares y la mortalidad por todas las causas. Específicamente, incrementar la capacidad cardiorrespiratoria 3,5 ml/kg/min, disminuye el riesgo de mortalidad por cáncer un 29%, por enfermedades cardiovasculares un 16% y mortalidad por todas las causas un 12% (Imboden et al., 2018).

Respecto a la obesidad abdominal, ser hombre se ha asociado a una mayor acumulación de grasa en la zona abdominal, mientras que en las mujeres esta acumulación se presenta en la zona de la cadera. Se han encontrado que, en la etapa prepuberal, las mujeres tienen 5% menos grasa en la zona de la cintura, comparada con los hombres. Esta diferencia aumenta con la edad y es así como, en la adultez, esta diferencia es de 48%. Las mujeres, por su parte, tienden a acumular mayor grasa periférica como en las extremidades o en la cadera (Taylor et al., 2010). Esta situación puede explicar por qué es más común encontrar mayor obesidad abdominal en los hombres.

Según la literatura, el sobrepeso se ha relacionado como factor que aumenta la obesidad abdominal, ya que en ambas se produce acumulación de masa grasa (Castro et al., 2016).

En lo relacionado con la presión arterial sistólica elevada, aumentar el índice de masa corporal 1 kg/m² incrementa cerca de 13% la posibilidad de padecer presión arterial sistólica elevada. Estos resultados son similares a los encontrados en un estudio en el que se sugiere que esta asociación se puede explicar por varias causas, entre ellas la disfunción micro vascular en personas con índice de masa corporal alto, el factor de inflamación producto de un índice de masa corporal elevado, la

producción de adipocinas alrededor del tejido adiposo, situaciones que pueden causar aumento de la resistencia periférica en el sistema circulatorio, lo que, a su vez, puede aumentar la presión arterial sistólica (Wang et al., 2020). Por esta razón, se ha reportado que la pérdida de peso puede tener un impacto en la disminución de la presión arterial.

Finalmente, se encontró que ser activo físicamente, disminuye la posibilidad de padecer presión arterial sistólica elevada. Estos resultados son similares a lo encontrado en la literatura y una posible causa es que el ejercicio regular disminuye la inflamación crónica, considerado factor de riesgo de hipertensión arterial (MacDonald et al., 2020). Por tanto, el ejercicio es una estrategia no farmacológica y de gran importancia costo-efectiva para disminuir la presión arterial.

Conclusiones

Respecto a la capacidad cardiorrespiratoria, ser hombre y ser activo físicamente aumentan esta condición, mientras que aumentar el índice de masa corporal y tener obesidad abdominal, disminuyen la capacidad cardiorrespiratoria. En lo relacionado con la obesidad abdominal, la capacidad cardiorrespiratoria disminuye esta condición, mientras que el sobrepeso y ser hombre la aumentan. La presión arterial sistólica disminuye en las personas activas físicamente, pero aumenta en las personas con alto índice de masa corporal.

En todos los desenlaces, resalta la capacidad cardiorrespiratoria como un indicador importante para disminuir las enfermedades crónicas no transmisibles, que hoy representan una gran amenaza para la salud pública. Para aumentar la capacidad cardiorrespiratoria basta con realizar actividad física de moderada a alta intensidad, por lo que su práctica podría traer grandes implicaciones clínicas, ya que, según esta y otras investigaciones, es una terapia no farmacológica.

Se recomienda realizar futuras investigaciones sobre cómo mejorar la adherencia a la actividad física para aumentar la proporción de personas activas físicamente. En los análisis bivariados destaca cómo el comportamiento sedentario disminuye la capacidad cardiorrespiratoria y la actividad física, por lo cual se puede considerar un posible factor de riesgo comportamental

Entre las fortalezas de este estudio, destaca la estandarización de la recolección de la información, la utilización de pruebas validadas, la cantidad de personas que participaron en el estudio. Como limitaciones del estudio, destaca su naturaleza transversal, donde no se pueden inferir causalidad sino solo asociaciones. También destaca como limitación, la obtención de la información en colegio público, por lo que se recomienda realizar futuras investigaciones donde se comparen estas variables según tipo de colegio (público y privado, rural y urbano). Así mismo, por ser una muestra de un solo colegio, esta no es representativa del municipio, lo cual representa otra limitación. Si bien el tamaño de la muestra fue superior al calculado, el bajo porcentaje de obesidad abdominal puede influir en los análisis, por lo que se recomienda realizar futuras investigaciones con una muestra más amplia.

Conflicto de intereses: el autor de esta investigación declara no tener conflicto de intereses.

Financiación: esta investigación no contó con fuentes de financiación.

Declaración de responsabilidad: los puntos de vista expresados en este artículo son responsabilidad del autor.

Referencias

- Abe, T., Loenneke, J. P., & Thiebaud, R. S. (2019). Fat-free adipose tissue mass: impact on peak oxygen uptake (VO_{2peak}) in adolescents with and without obesity. *Sports Medicine*, 49(1), 9-15. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1020-3>
- Alshammary, A. F., Alharbi, K. K., Alshehri, N. J., Vennu, V., & Ali Khan, I. (2021). Metabolic syndrome and coronary artery disease risk: a meta-analysis of observational studies. *International Journal of Environmental Research in Public Health*, 18(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph18041773>
- AMM Asociación Médica Mundial (2013). *Declaración de Helsinki sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. <http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/>
- Aparicio, C., Bozzani, A., & de Lucas Collantes, C. (2019). Hipertensión arterial en la adolescencia. *ADOLESCERE Revista de Formación Continuada de la Sociedad Española de Medicina de la Adolescencia*, 7, 36-44. <https://bit.ly/3OuxLpf>
- Bacopoulou F, E., Landis, G., Rentoumis, A., & Chrousos, G. P. (2015). Waist circumference, waist-to-hip ratio and waist-to-height ratio reference percentiles for abdominal obesity among Greek adolescents. *BMC Pediatrics*, 15, 50. <https://doi.org/10.1186/s12887-015-0366-z>
- Bamoshmoosh, M., Massetti, L., Aklan, H., Al-Karewany, M., Goshae, H. A., & Modesti, P. A. (2013). Central obesity in Yemeni children: a population based cross-sectional study. *World Journal of Cardiology*, 5(8), 295-304. <https://doi.org/10.4330/wjc.v5.i8.295>
- Cardona-Gómez, J. (2019). Factores de riesgo cardiovascular en adolescentes de 10 a 17 años escolarizados de la ciudad de Medellín, 2015. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 37(3), 34-43. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v37n3a05>
- Castro, J. A., Nunes, H. E., & Silva, D. A. (2016). Prevalence of abdominal obesity in adolescents: association between sociodemographic factors and lifestyle. *Revista Paulista de Pediatria*, 34(3), 343-351. <https://doi.org/10.1016/j.rpped.2016.01.003>
- CNES Centro Nacional de Estadísticas de Salud, Centro Nacional para la Prevención de Enfermedades Crónicas y Promoción de Salud (2000). *Percentiles de estatura por edad y peso por edad*.

Niñas: <https://www.cdc.gov/growthcharts/data/spanishpdf97/co06l030.pdf>

Niños: <https://www.cdc.gov/growthcharts/data/spanishpdf97/co06l029.pdf>

Cisse, K., Samadoulougou, S., Ouedraogo, M., Kouanda, S., & Kirakoya-Samadoulougou, F. (2021). Prevalence of abdominal obesity and its association with cardiovascular risk among the adult population in Burkina Faso: findings from a nationwide cross-sectional study. *BMJ Open*, 11(7), e049496. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-049496>

Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*, 320(7244), 1240-1243. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7244.1240>

Consenso Latinoamericano de Hipertensión en pacientes con Diabetes tipo 2 y Síndrome Metabólico (2013). *Anales Venezolanos de Nutrición*, 26(1), 40-61. <http://www.scielo.org.ve/pdf/avn/v26n1/art06.pdf>

Costigan, S. A., Eather, N., Plotnikoff, R. C., Taaffe, D. R., & Lubans, D. R. (2015). High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1253-1261. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094490>

de Farias, J. C., Jr., Lopes Ada, S., Mota, J., Santos, M. P., Ribeiro, J. C., & Hallal, P. C. (2012). Validity and reproducibility of a physical activity questionnaire for adolescents: adapting the Self-Administered Physical Activity Checklist. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 15(1), 198-210. <https://doi.org/10.1590/s1415-790x2012000100018>

Felez-Nobrega, M., Raine, L. B., Haro, J. M., Wijndaele, K., & Koyanagi, A. (2020). Temporal trends in leisure-time sedentary behavior among adolescents aged 12-15 years from 26 countries in Asia, Africa, and the Americas. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 102. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-01010-w>

Guimarães, R. d. F., Silva, M. P. d., Legnani, E., Mazzardo, O., & Campos, W. d. (2013). Reproducibility of adolescent sedentary activity questionnaire (ASAQ) in Brazilian adolescents. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 15, 276-285. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2013v15n3p276>

Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(1), 23-35. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)

Hardy, L., Booth, M., & Okely, A. (2007). The reliability of the Adolescent Sedentary Activity Questionnaire (ASAQ). *Preventive Medicine*, 45, 71-74. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.03.014>

- Imboden, M. T., Harber, M. P., Whaley, M. H., Finch, W. H., Bishop, D. L., & Kaminsky, L. A. (2018). Cardiorespiratory fitness and mortality in healthy men and women. *Journal of the American College of Cardiology*, 72(19), 2283-2292. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.08.2166>
- ICBF Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (2015). *Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/libro-ensin-2015.pdf>
- Jago, R., Drews, K. L., Otvos, J. D., Willi, S. M., & Buse, J. B. (2016). Novel measures of inflammation and insulin resistance are related to obesity and fitness in a diverse sample of 11-14 year olds: the HEALTHY Study. *International Journal of Obesity*, 40(7), 1157-1163. <https://doi.org/10.1038/ijo.2016.84>
- Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93-101. <https://doi.org/10.1080/02640418808729800>
- MacDonald, C. J., Madika, A. L., Lajous, M., Laouali, N., Artaud, F., Bonnet, F., ... Boutron-Ruault, M. C. (2020). Associations between physical activity and incident hypertension across strata of body mass index: a prospective investigation in a large cohort of French women. *Journal of the American Heart Association*, 9(23), e015121. <https://doi.org/10.1161/jaha.119.015121>
- Matsuzaka, A., Takahashi, Y., Yamazoe, M., Kumakura, N., Ikeda, A., Wilk, B., & Bar-Or, O. (2004). Validity of the Multistage 20-MO shuttle-run test for Japanese children, adolescents, and adults. *Pediatric Exercise Science*, 16(2), 113-125. <https://doi.org/10.1123/pes.16.2.113>
- MS Ministerio de Salud. *Resolución 8430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
- MS Ministerio de Salud (2019). *Indicadores básicos 2018. Situación de salud en Colombia*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/indicadores-basicos-salud-2018.pdf>
- Múnera, N., Uscátegui, R., Parra, B., Mnajarrés, L., Patiño, F., Velásquez, C., ... Agudelo, G. (2012). Factores de riesgo ambientales y componentes del síndrome metabólico en adolescentes con exceso de peso. *Biomédica*, 32, 77-91. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v32i1.595>
- Myers, J., Kokkinos, P., & Nyelin, E. (2019). Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. *Nutrients*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/nu11071652>

- NHBPEP National High Blood Pressure Education Program (2005). *The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents*. US Department of Health et al.
https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/resources/heart/hbp_ped.pdf
- Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., ... Gakidou, E. (2014). Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*, 384(9945), 766-781. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60460-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60460-8)
- OMS Organización Mundial de la Salud (2020). *Actividad Física*.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- OMS Organización Mundial de la Salud (2015). *Cada año, las enfermedades no transmisibles provocan 16 millones de defunciones prematuras, por lo que la OMS insta a redoblar esfuerzos*.
<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/noncommunicable-diseases/es/>
- OMS Organización Mundial de la Salud (2012). *Estadísticas mundiales*.
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44858/1/9789243564449_spa.pdf?ua=1
- OMS Organización Mundial de la Salud (2016). *Guías para la formación e instrucciones prácticas*.
<http://www.who.int/ncds/surveillance/steps/Parte3.pdf?ua=1>
- OMS Organización Mundial de la Salud (2017). *Las 10 principales causas de defunción*.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/es/>
- OMS Organización Mundial de la Salud (2021). *Obesidad y sobrepeso*.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Raghuvver, G., Hartz, J., Lubans, D. R., Takken, T., Wiltz, J. L., Mietus-Snyder, M., ... Edwards, N. M. (2020). Cardiorespiratory fitness in youth: an important marker of health: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 142(7), e101-e118.
<https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000866>
- Taylor, R. W., Grant, A. M., Williams, S. M., & Goulding, A. (2010). Sex differences in regional body fat distribution from pre- to postpuberty. *Obesity*, 18(7), 1410-1416.
<https://doi.org/10.1038/oby.2009.399>
- Tomkinson, G. R., Lang, J. J., & Tremblay, M. S. (2019). Temporal trends in the cardiorespiratory fitness of children and adolescents representing 19 high-income and upper middle-income countries between 1981 and 2014. *British Journal of Sports Medicine*, 53(8), 478-486.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097982>

- Tomkinson, G. R., Lang, J. J., Tremblay, M. S., Dale, M., LeBlanc, A. G., Belanger, K., ... Léger, L. (2017). International normative 20 m shuttle run values from 1 142 026 children and youth representing 50 countries. *British Journal of Sports Medicine*, 51(21), 1545-1554. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-095987>
- Uscátegui, R. M., Álvarez, M. C., Laguado, I., Soler, W., Martínez, L., Arias, R., ... Camacho, J. A. (2002). Factores de riesgo cardiovascular en niños de 6 a 18 años de Medellín (Colombia). *Anales de Pediatría*, 58(5), 411-417. [https://doi.org/10.1016/S1695-4033\(03\)78086-2](https://doi.org/10.1016/S1695-4033(03)78086-2)
- Wang, M., Kelishadi, R., Khadilkar, A., Mi Hong, Y., Nawarycz, T., Krzywińska, M., . . . Xi, B. (2020). Body mass index percentiles and elevated blood pressure among children and adolescents. *Journal of Human Hypertension*, 34(4), 319-325. <https://doi.org/10.1038/s41371-019-0215-x>
- Zhou, B., Perel, P., Mensah, G. A., & Ezzati, M. (2021). Global epidemiology, health burden and effective interventions for elevated blood pressure and hypertension. *Nature Reviews Cardiology*, 18(11), 785-802. <https://doi.org/10.1038/s41569-021-00559-8>