

FACTORES ASOCIADOS A LA POTENCIA ANAERÓBICA Y CAPACIDAD CARDIORRESPIRATORIA EN ESCOLARES DE MEDELLÍN

ASSOCIATED FACTORS WITH ANAEROBIC POWER
AND CARDIORESPIRATORY FITNESS
IN SCHOOLCHILDREN IN MEDELLÍN

FATORES ASSOCIADOS À POTÊNCIA ANAERÓBIA
E CAPACIDADE CARDIORRESPIRATÓRIA EM ESCOLARES
DE MEDELLÍN

Jason Cardona-Gómez¹

1 Magíster en Epidemiología. Licenciado en Educación Física. Universidad de Antioquia. E-mail: Jason.cardona@udea.edu.co

Cardona Gómez, J. (2019). Factores asociados a la potencia anaeróbica y capacidad cardiorrespiratoria en escolares de Medellín. *Educación Física y Deporte*, 38(1), 117-136. Ene.-Jun. <http://doi.org/10.17533/udea.efyd.v38n1a05>

RESUMEN

Objetivo: determinar factores asociados a la potencia anaeróbica y capacidad cardiorrespiratoria en escolares de 12 a 17 años de Medellín-Colombia. **Método:** estudio transversal con escolares, a quienes se les realizaron mediciones sociodemográficas (sexo, edad, grado de escolaridad), antropométricas (peso, talla, circunferencia de cintura y de cadera, sobrepeso,

10.17533/udea.efyd.v38n1a05

URL DOI: <http://doi.org/10.17533/udea.efyd.v38n1a05>

Artículo científico

obesidad abdominal), y de condición física (potencia anaeróbica, índice de fatiga y capacidad cardiorrespiratoria). **Resultados:** las variables antropométricas y sociodemográficas influyen en la condición física. Padecer sobrepeso, obesidad abdominal y ser mujer, fueron factores que se asociaron con un menor desarrollo en las pruebas de potencia anaeróbica y con la capacidad cardiorrespiratoria. La mediana de generación de watts de potencia por kilogramo en una persona con obesidad abdominal fue de 4, comparado con 6,9 en alguien sin esta condición. La potencia anaeróbica se correlaciona con la capacidad cardiorrespiratoria. **Conclusiones:** se logró identificar que sí hay asociación entre la potencia anaeróbica y algunas variables antropométricas y sociodemográficas.

PALABRAS CLAVE: adolescencia, antropometría, potencia, capacidad cardiovascular.

ABSTRACT

Objective: To determine associated factors with anaerobic power and cardiorespiratory fitness in schoolchildren aged 12 to 17 years old in Medellín, Colombia. **Methods:** Cross-sectional study with schoolchildren, who underwent to sociodemographic (sex, age, level of education), anthropometric (weight, height, waist and hip circumference, overweight, abdominal obesity), and physical condition (anaerobic power, fatigue and cardiorespiratory fitness) measurements. **Results:** Anthropometric and sociodemographic variables influence the physical fitness. Being overweight, abdominal obesity and being a woman were factors associated with lesser development in anaerobic power tests and cardiorespiratory fitness. Median of watts of power per kilogram in a person with abdominal obesity was 4, compared to 6.9 in someone without this condition. Anaerobic power correlates with cardiorespiratory fitness. **Conclusions:** It was possible to identify that there is an association between anaerobic power and some anthropometric and sociodemographic variables.

KEYWORDS: Adolescence, anthropometry, power, cardiovascular fitness.

RESUMO

Objetivo: To determine associated factors with anaerobic power and cardiorespiratory fitness in schoolchildren aged 12 to 17 years old in Medellín, Colombia. **Methods:** Cross-sectional study with schoolchildren, who underwent to sociodemographic (sex, age, level of education), anthropometric (weight, height, waist and hip circumference, overweight, abdominal

obesity), and physical condition (anaerobic power, fatigue and cardiorespiratory fitness) measurements. **Results:** Anthropometric and sociodemographic variables influence the physical fitness. Being overweight, abdominal obesity and being a woman were factors associated with lesser development in anaerobic power tests and cardiorespiratory fitness. Median of watts of power per kilogram in a person with abdominal obesity was 4, compared to 6.9 in someone without this condition. Anaerobic power correlates with cardiorespiratory fitness. **Conclusions:** It was possible to identify that there is an association between anaerobic power and some anthropometric and sociodemographic variables.

KEYWORDS: Adolescence, anthropometry, power, cardiovascular fitness.

INTRODUCCIÓN

La potencia anaeróbica es una capacidad necesaria en la mayoría de deportes de conjunto y velocidad (Rojas, 2011), por lo que es un componente importante para la planificación y adecuado desarrollo de las capacidades físicas y la selección de talentos deportivos desde la etapa escolar. Según diversas investigaciones, la potencia anaeróbica parece depender de cualidades físicas como la resistencia o la fuerza (Magalhães et al., 2014); sin embargo, otros estudios sugieren que factores antropométricos y sociodemográficos también influyen en esta (Gutierrez, 2013). Por tanto, indagar si la potencia anaeróbica depende de factores antropométricos, sociodemográficos y de otras capacidades físicas, ayudaría a determinar aspectos asociados a su desarrollo.

Al respecto, se encuentran algunos estudios realizados con escolares. Gutierrez (2013), en Chile, evaluó a jóvenes voleibolistas, 51 hombres y 37 mujeres, con edad promedio de 15 años, hallando una potencia media de 319 y 195 watts, y watts de potencia por kilogramo de peso (potencia máxima relativa) de 5,6 y 3,7 en hombres y mujeres, respectivamente. Igualmente, encontró que la pérdida de watts por segundo (índice de fatiga) fue de 5,8 en hombres y 2,9 en mujeres. Estos resultados sugieren que la potencia anaeróbica varía según el sexo. A su vez, encontró asociación entre el aumento de la estatura y el incremento de la potencia, lo que indica que factores antropométricos inciden en la potencia anaeróbica.

En España, Balsalobre, Nevado, Del Campo & Ganancias (2015) evaluaron a jóvenes, 37 mujeres y 40 hombres, con edad promedio de 15 años, que practicaban fútbol y baloncesto de alto rendimiento. El grupo de fútbol presentó valores de potencia de 344 watts en mujeres, y 535 watts en hombres. El índice de fatiga fue medido en porcentaje de pérdida, registrando en mujeres un 33,6% de disminución de watts, y en hombres un

30,4%. El grupo de baloncesto presentó una potencia media de 346 watts en mujeres, y 546 watts en hombres, con un índice de fatiga de 38,4% en mujeres y de 34,5% en hombres. Igualmente se encontró correlación positiva entre la fuerza y la potencia anaeróbica (Balsalobre et al., 2015).

Por su parte, Zagatto, Beck & Gobatto (2009) establecieron correlaciones negativas entre el tiempo realizado en una carrera de 35 metros y la potencia máxima, potencia media e índice de fatiga, con valores de $r = -0,99$ ($p < 0,01$), $r = -0,66$ ($p < 0,01$) y $r = -0,47$ ($p < 0,05$) respectivamente, resultados que sugieren que incrementar la velocidad (disminuir los tiempos en la carrera de 35 metros), aumenta las tres variables de la potencia anaeróbica.

Según lo anterior, se ha establecido que los valores de potencia anaeróbica son mayores en hombres que en mujeres, que el porcentaje de pérdida de potencia es mayor en mujeres que en hombres, y que la potencia anaeróbica se asocia con el incremento de la talla, la fuerza y la velocidad. No obstante, no se tiene certeza si otros factores antropométricos, sociodemográficos y otras capacidades físicas, como la capacidad cardiorespiratoria, influyen en los valores de la potencia anaeróbica, por lo que cobra validez la pregunta: ¿Cuáles son los factores antropométricos, sociodemográficos y físicos asociados a la potencia anaeróbica en niños y adolescentes?

En consecuencia con ello, el objetivo de este estudio fue determinar factores antropométricos, sociodemográficos y físicos asociados a la potencia anaeróbica en niños y adolescentes escolarizados de 10 a 17 años de la ciudad de Medellín. Obtener esta información sería de gran utilidad a la hora de detectar factores que influyen en la potencia anaeróbica, lo que posibilitaría una mejora en el rendimiento en deportes de conjunto y en pruebas anaeróbicas como el atletismo de velocidad, y además posibilitaría el ingreso al deporte desde temprana edad, empleando el tiempo libre en actividades deportivas que

generan beneficios en la salud, ayudan a prevenir la aparición de enfermedades crónicas no transmisibles y a mejorar los procesos cognitivos, de socialización y el rendimiento académico (Ramírez, Vinaccia & Ramón, 2004).

MÉTODOS

Estudio transversal de asociación, con población y muestra de estudiantes de grados 7° a 11° de una institución educativa de carácter privado de la ciudad de Medellín-Colombia, en el año 2016. No se hizo cálculo formal del tamaño de la muestra, porque se incluyó a la totalidad de estudiantes de la Institución, y por lo tanto no hubo muestreo probabilístico.

En el estudio se incluyó a estudiantes con matrícula vigente en la institución educativa, con edades entre 12 a 17 años, que aceptaran participar en el estudio al firmar, tanto el adolescente como su representante legal, el consentimiento informado.

Se excluyó a estudiantes con al menos una de las siguientes características: trastornos sensitivos o motores que les impedirían ejecutar las pruebas físicas que demandó la investigación, enfermedades que se pudieran exacerbar con la actividad física, como el asma y la diabetes mellitus, o lesiones osteomusculares sintomáticas agudas o crónicas.

Se hizo control de sesgos de selección aplicando de forma estandarizada los criterios de selección. Para la evaluación de los participantes se utilizaron equipos calibrados y pruebas validadas y estandarizadas. Se realizó una prueba piloto con estudiantes de grado 6° para ajustar el proceso de recolección de información. Se capacitó a los evaluadores, de forma que las pruebas se aplicaran de la misma manera a cada participante y se hizo control de calidad a los datos con el fin de detectar información faltante o con valores extremos.

Instrumentos y mediciones:

La recolección de la información estuvo a cargo del profesor de educación física de la Institución. Se obtuvieron datos sociodemográficos como sexo y edad, y datos antropométricos como peso, talla, índice de masa corporal, circunferencia de cintura y cadera, índice cintura-estatura y obesidad abdominal. Finalmente, se recolectaron datos del componente físico como capacidad cardiorrespiratoria, potencia mayor, potencia menor, potencia media, índice de fatiga y potencia máxima relativa, en 118 estudiantes escolares entre 12 y 17 años pertenecientes a los grados 7° a 11° de la mencionada institución educativa.

Las variables sociodemográficas edad y sexo se recolectaron por medio de un formato prediseñado para ello.

Variables antropométricas:

El peso se midió con una balanza OMRON HBF-510LA, cuyo margen de error es de 100 gramos. La estatura se midió sin zapatos, al final de la espiración, con un tallímetro SECA 206, cuyo margen de error es de 1 mm. El índice de masa corporal (IMC: $\text{peso}/\text{talla}^2$) se categorizó en peso normal y sobrepeso, con base en una investigación multicéntrica (Cole, Bellizzi, Flegal & Dietz, 2000). La toma de perímetros de cintura y cadera se hizo con una cinta métrica inextensible, aplicando los parámetros de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013). El índice cintura-estatura (ICE) se calculó dividiendo la circunferencia de la cintura por la estatura, ambas en cms. El criterio para determinar la obesidad abdominal fueron valores iguales o superiores a 0,5 (Bacopoulou, Efthymiou, Landis, Rentoumis & Chrousos, 2015).

Variables de la condición física:

Se estimó la capacidad cardiorrespiratoria (CCR) por medio del consumo de oxígeno máximo (VO_2max) mediante la prueba Course Navette (error de medición=5,9 ml/kg/min), con la fórmula:

$$VO2max = 31,025 + (3,238 \times VELf) - (3,248 \times EDAD) + (0,1536 \times VELf \times EDAD)$$

Donde VO₂max es expresado en ml/kg/min; VELf (velocidad del último nivel anunciado por la cinta sonora) en km/h (Leger, Mercier, Gadoury & Lambert, 1988). Se ha validado esta prueba con el patrón de oro de la capacidad cardiorrespiratoria (Cinta de tapiz rodante) y reporta alta correlación (r= 0,88) en niños y adolescentes de 8 a 17 años (Matsuzaka et al., 2004).

La potencia anaeróbica máxima se estimó con la prueba Running Anaerobic Sprint Test (RAST) (Rojas, 2011), que evalúa el desempeño anaeróbico. Antes de realizar la prueba se pesó a cada persona en kilogramos y un decimal, utilizando la balanza digital OMRON HBF-510LA. La prueba se aplicó de manera individual y consistió en realizar 6 repeticiones de 35 metros en un terreno plano, con 10 segundos de recuperación entre cada repetición. Los tiempos se tomaron por medio de 2 cronómetros. La prueba estuvo a cargo de dos personas: una tomó los tiempos y otra los registró. Una vez registrados los tiempos, fue posible calcular la potencia de cada repetición, utilizando la fórmula:

$$P = \frac{\text{peso} \times d^2}{t^3} \quad \text{donde: } P = \text{Potencia; } d = \text{distancia en metros (35); } t = \text{tiempo en segundos. La potencia media (Pmed): } P = \frac{\sum 6 \text{ potencias}}{6}$$

El índice de fatiga (IF) (Expresado en porcentaje):

$$\%IF = \frac{(P_{mayor} - P_{menor})}{P_{mayor}} \times 100$$

donde P_{mayor}= potencia mayor; P_{menor}=potencia menor. La potencia máxima relativa: $P_{Rel} = \frac{P_{mayor}}{\text{Peso (Kg)}}$.

Con los cálculos de las 6 potencias se puede determinar:

Potencia mayor: es la mayor de las potencias calculadas y está relacionada con la potencia anaeróbica máxima, es decir,

Cardona Gómez, J. (2019).

Factores asociados a la potencia anaeróbica y capacidad cardiorrespiratoria en escolares de Medellín

con la capacidad de generar mayor energía en el menor tiempo posible.

Potencia mínima: es el resultado más bajo de las seis repeticiones. Se utiliza para determinar el índice de fatiga.

Potencia media: es el promedio de las 6 potencias calculadas. Está relacionada con la capacidad del individuo de mantener su potencia anaeróbica a través del tiempo.

Índice de Fatiga ($P_{\text{mayor}} - P_{\text{menor}} / P_{\text{mayor}}$):

Es un indicador del porcentaje de caída del rendimiento anaeróbico, es decir, la disminución porcentual entre la potencia mayor y la menor (Rojas, 2011).

La confiabilidad de la potencia máxima, potencia media e índice de fatiga, ha sido registrada con los coeficientes de correlación intraclase, de 0,92, 0,97 y 0,70 respectivamente. Esta prueba se ha validado con el test de Wingate, encontrando correlaciones moderadas con la potencia máxima ($r=0,46$), potencia media ($r=0,53$) e índice de fatiga ($r=0,63$) (Zagatto et al., 2009).

Aspectos éticos

Se garantizó la protección de la intimidad de acuerdo con la Declaración de Helsinki, Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos (AMM, 2013) y la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia (MS, 1993), “Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud”, según la cual esta investigación fue clasificada como de riesgo mínimo. Solo tuvo acceso a la base de datos el investigador principal, garantizando de este modo la confidencialidad de los datos, y solo participaron en la investigación los estudiantes que proporcionaron el consentimiento y asentimiento informado.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó la prueba de normalidad Shapiro-Wilk (Mbah & Paothong, 2015) para determinar la distribución de variables cuantitativas. Las variables que presentaron distribución normal se resumieron con medias y desviaciones estándar, y aquellas con distribución no normal se resumieron con medianas y rangos intercuartílicos. Las variables cualitativas se resumieron con proporciones.

Se analizaron las variables de la potencia anaeróbica (seis potencias de cada repetición: menor, mayor, media, máxima relativa e índice de fatiga) y la CCR según sexo, IMC (peso normal y sobrepeso) y obesidad abdominal (si-no) mediante la prueba U de Mann Whitney, y prueba t para muestras independientes. También se analizaron las anteriores variables según edad categorizada por terciles mediante la prueba Kruskal Wallis.

Se realizaron correlaciones de Pearson entre la CCR y las potencias medias, máxima relativa, mayor, menor e índice de fatiga, según prueba de normalidad realizada previamente a estas variables. Para todos los análisis, el nivel de significación estadística fue de 5% ($p < 0,05$) y una confianza de 95%. Para el análisis de los datos se utilizó el software SPSS Statistics de IBM versión 22 y Excel 2013.

RESULTADOS

Los datos se recolectaron entre julio y octubre de 2016. La muestra estuvo conformada por 118 estudiantes, de los cuales el 30,5% fueron mujeres. El 20,3% de la muestra presentó sobrepeso u obesidad por IMC. Respecto a la obesidad abdominal, cerca de la cuarta parte de la muestra presentó esta condición. La media de la CCR fue de 46,4 ml/kg/min (DE 7,14). En cuanto a la potencia mayor, menor y media, las medianas fueron 315,5,

Cardona Gómez, J. (2019).

Factores asociados a la potencia anaeróbica y capacidad cardiorrespiratoria en escolares de Medellín

178,4 y 237,7 Watts respectivamente. La mediana del índice de fatiga fue de 43,8% (Tabla 1).

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de la muestra (n=118).

Variable	Mediana	RI
Edad (años)	15	13,4-16,1
Peso (kg)	54,7	48-61,5
Talla (M)	1,619*	0,098**
IMC (Kg/m ²)	20,5	18,7-23
Cintura (cm)	71	67-79
Cadera (cm)	91	86-97
ICE	0,43	0,41-0,49
CCR (ml/kg/min)	46,4*	7,14**
Potencia 1	298,5	230,2-408,1
Potencia 2	270,1	197,5-356,1
Potencia 3	236,8	182,1-336,8
Potencia 4	209,3	160,9-306,8
Potencia 5	201,4	148,3-276,1
Potencia 6	198,8	144,9-288,4
Potencia media	237,7	178,7-338,2
Potencia máxima relativa	5,87	4,55-7,57
Potencia mayor	315,5	232,5-434,1
Potencia menor	178,4	130,5-249,1
Índice de fatiga	43,8	36-50,6

IMC: Índice de masa corporal. PAS: Presión arterial sistólica. PAD: Presión arterial diastólica. ICC: Índice cintura/cadera. ICE: Índice cintura/estatura. CCR: Capacidad cardiorrespiratoria. FC: Frecuencia cardiaca. *Media. **Desviación estándar.

Los hombres desarrollaron más potencia anaeróbica que las mujeres en las seis repeticiones. De igual forma, las personas con peso normal desarrollaron más potencia en las repeticiones

3, 5 y 6, en comparación con quienes tenían sobrepeso. Finalmente, quienes presentaron obesidad abdominal desarrollaron menos potencia que aquellos sin obesidad abdominal (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis bivariado según sexo, IMC y obesidad abdominal.

Potencia anaeróbica	Sexo		IMC		Obesidad abdominal	
	Mujer	Hombre	Peso normal	Sobrepeso	Sin OA	Con OA
Potencia 1	275,7	352,3	308	276,3	338,5	250,9
Estadístico	P=0,004 ¹		P=0,3 ¹		P=0,005 ¹	
Potencia 2	235,6	290	281,9	238,9	292,7	212,4
Estadístico	P=0,002 ¹		P=0,124 ¹		P=0,001 ¹	
Potencia 3	210,3	263,4	250,8	189,2	260,7	181,4
Estadístico	P=0,001 ¹		P=0,014 ¹		P<0,001 ¹	
Potencia 4	188,2	242	213,6	188,7	219,2	180,2
Estadístico	P=0,002 ¹		P=0,06 ¹		P=0,002 ¹	
Potencia 5	183,3	226,2	219,2	159,5	225,4	159
Estadístico	P=0,002 ¹		P=0,005 ¹		P<0,001 ¹	
Potencia 6	161,8	234,4	219,3	148,8	226,6	147,6
Estadístico	P<0,001 ¹		P=0,002 ¹		P<0,001 ¹	

¹= Estadístico U de Mann Whitney. OA=Obesidad abdominal.

Al comparar las potencias por edad categorizada en terciles, se encontró que en las seis repeticiones, el grupo de menor edad desarrolló menos potencia y el grupo de mayor edad desarrolló las potencias más altas. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas, lo que indica que a menor edad, menor desarrollo de potencia (Figura 1).

Cuando se comparó la potencia menor, media, mayor, máxima relativa y la capacidad cardiorrespiratoria según sexo, se encontró que los hombres presentan valores más altos que las mujeres. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente

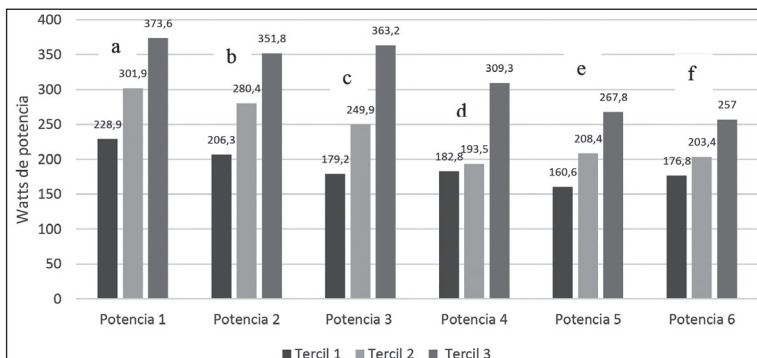


Figura 1. Potencia anaeróbica según edad categorizada.

a= Estadístico Kruskal Wallis $p < 0,001$. b= Estadístico Kruskal Wallis $p < 0,001$. c= Estadístico Kruskal Wallis $p < 0,001$. d= Estadístico Kruskal Wallis $p < 0,002$. e= Estadístico Kruskal Wallis $p < 0,001$. f= Estadístico Kruskal Wallis $p = 0,02$.

te significativas en el índice de fatiga; por tanto, los hombres y las mujeres tienen similares porcentajes de pérdida de potencia (Tabla 3).

Al discriminar estas variables según el IMC, se encontró que las personas con sobrepeso presentan más fatiga (pierden más potencia) que aquellas con peso normal. De igual forma, las personas con sobrepeso presentan menos CCR comparadas con aquellas con peso normal. También se encontraron diferencias significativas en la potencia media y la potencia menor según sobrepeso. En cuanto a la potencia máxima relativa, se evidenció que los individuos con peso normal generan más potencia por kilogramo de peso que los individuos con sobrepeso. Finalmente, al comparar las potencias menor, media, mayor, máxima relativa, índice de fatiga y CCR según obesidad abdominal, los individuos con obesidad abdominal presentaron valores más bajos, comparados con aquellos sin obesidad abdominal, con diferencias estadísticamente significativas (Tabla 3).

Tabla 3. Variables de la potencia anaeróbica según sexo, IMC y obesidad abdominal.

Potencia anaeróbica	Sexo		IMC		Obesidad abdominal	
	Mujer	Hombre	Peso normal	Sobrepeso	Sin OA	Con OA
Potencia media	211,4	275,5	249,6	189,5	263,7	178,6
Estadístico	P=0,001 ¹		P=0,023 ¹		P<0,001 ¹	
Potencia mayor	284,3	375,1	344,5	276,3	355,2	250,9
Estadístico	p=0,001 ¹		P=0,145 ¹		P=0,001 ¹	
Potencia menor	148,9	199,5	194,4	134,1	197,1	131,6
Estadístico	p=0,003 ¹		P=0,003 ¹		P<0,001 ¹	
Índice de fatiga	44,4	43,5	42,3	48,2	42,3	48,2
Estadístico	p=991 ¹		P=0,005 ¹		P=0,013 ¹	
Potencia máxima relativa	5,2	6,7	6,4	4,2	6,9	4
Estadístico	p<0,001 ¹		P<0,001 ¹		P<0,001 ¹	
CCR	42,9*	48,01*	47,6*	41,8*	47,8	41,9
Estadístico	p<0,001 ² (t= 3,772, 116 grados de libertad)		P<0,001 ² (t= 3,732, 116 grados de libertad)		P<0,001 ² (t= 4,1. 116 grados de libertad)	

CCR: Capacidad cardiorrespiratoria. IMC: Índice de masa corporal. OA: Obesidad abdominal. ¹= Estadístico U de Mann Whitney. ²= Estadístico t para muestras independientes.*Media.

En el análisis de la CCR según edad (por terciles), se encontró que en el grupo de menor edad (tercil 1), la CCR fue mayor comparada con los demás terciles, por lo que, a menor edad, mayores resultados en la prueba de CCR. Situación contraria se encontró en la potencia máxima relativa, pues mientras en el grupo del tercil 1 se generaban 5,3 watts de potencia por kilogramo de peso, en el grupo de tercil 2 y 3 se generaban 6,3 y 7,01 respectivamente. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el índice de fatiga categorizado por terciles. En cuanto a la potencia mayor, media y menor,

Cardona Gómez, J. (2019).

Factores asociados a la potencia anaeróbica y capacidad cardiorrespiratoria en escolares de Medellín

se presentaron diferencias entre los grupos de terciles, lo cual indica que a menor edad hay menor desarrollo de potencia anaeróbica (Figura 2).

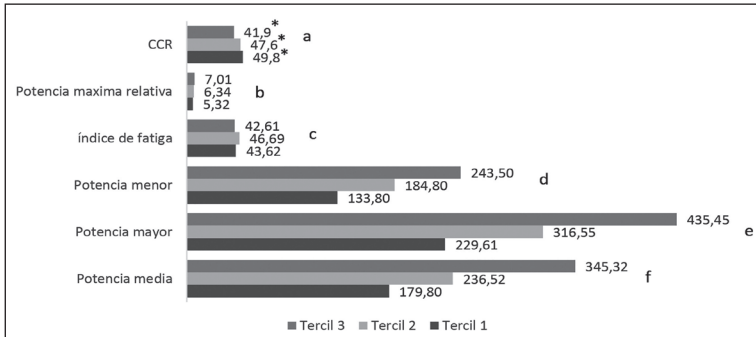


Figura 2. Variables de la potencia anaeróbica y aeróbica según edad categorizada en terciles.

CCR: Capacidad cardiorrespiratoria. a=ANOVA de un factor $p < 0,001$ ($f = 16,03$. 2 y 116 grados de libertad). b=Estadístico Kruskal Wallis $p = 0,015$. c= Estadístico Kruskal Wallis $p = 0,363$. d= Estadístico Kruskal Wallis $p < 0,001$. e= Estadístico Kruskal Wallis $p < 0,001$. f= Estadístico Kruskal Wallis $p < 0,001$.

Se hizo correlación entre la CCR y las variables de la potencia anaeróbica. Fue significativa la correlación entre la CCR y las potencias menor, media, mayor y máxima relativa, siendo esta última la de mayor fuerza de asociación. No fue significativa la correlación entre la CCR y el índice de fatiga (Tabla 4).

Tabla 4. Correlación entre las variables de la potencia anaeróbica y la capacidad cardiorrespiratoria.

CCR	Potencia media	Índice de fatiga	Potencia máxima relativa	Potencia mayor	Potencia menor
	0,285 ¹	-0,092 ²	0,512 ³	0,263 ⁴	0,2785 ⁵

CCR: capacidad cardiorrespiratoria. ¹ $p = 0,002$. ² $p = 0,323$. ³ $p < 0,001$. ⁴ $p = 0,004$. ⁵ $p = 0,002$.

DISCUSIÓN

En este estudio se presenta el análisis de la potencia anaeróbica y la CCR desde la perspectiva de algunas características antropométricas y sociodemográficas. Se encontró que la potencia anaeróbica y la CCR se correlacionan, y además pueden ser influenciadas por el sobrepeso, la obesidad abdominal, la edad y el sexo.

La alta prevalencia de sobrepeso y obesidad abdominal en la muestra de escolares fue similar a lo reportado en otros estudios (Guerrero, Muñoz, Muñoz, Pabón, Ruiz & Sánchez, 2015). Los resultados sugieren como factores que inciden en la potencia anaeróbica y en la CCR el sexo, el sobrepeso y la obesidad abdominal. Ser mujer, padecer sobrepeso y tener obesidad abdominal, son factores que disminuyen los resultados de las dos pruebas de condición física aplicadas en el estudio. Aumentar la CCR incrementa algunas variables de la potencia anaeróbica como la potencia menor, media, mayor y máxima relativa, lo cual se ha encontrado en otros estudios (Magalhães et al., 2014).

Los escolares de menor edad (tercil 1) presentaron los valores más altos de la CCR, y a su vez los valores más bajos de la potencia anaeróbica. Lo primero es consistente con otras investigaciones realizadas con niños y adolescentes, y se atribuye a que la CCR presenta sus valores más altos alrededor de los 12-13 años, edad a partir de la cual disminuye progresivamente (Wilmore & Costill, 2004). Los valores de potencia anaeróbica se incrementaron conforme avanzaba la edad, resultados que se pueden explicar por el hecho de que el crecimiento durante la adolescencia viene acompañado del aumento en la masa muscular, lo que puede incrementar los resultados en la prueba de potencia anaeróbica (Ma, Feng, Zhang, Pan & Huang, 2009). Los resultados de las pruebas de potencia anaeróbica y de CCR, indicaron mejores resultados en hombres que en mujeres, lo que puede ocurrir porque en el hombre se desarrolla un mayor porcentaje de masa muscular. En un estudio con escolares, Ma

et al. (2009) encontraron que, al llegar a los 15 años, el 51% del peso corporal del hombre es masa muscular, frente al 37,5% en mujeres. En otras investigaciones se encontró que la talla se asocia con la potencia anaeróbica (Gutierrez, 2013); en el presente estudio se encontró esta asociación con la potencia máxima relativa, lo que se puede atribuir a que el aumento de la talla se acompaña de un incremento en la masa muscular (Park, Park, Kim, Kim & Chung, 2011).

No hubo diferencias entre el índice de fatiga y el sexo, por lo que, en este estudio, el factor sexo no influyó en la pérdida de la potencia anaeróbica. De igual forma, el factor edad no influyó en el índice de fatiga, pues no se encontraron diferencias entre la pérdida de la potencia en los grupos de edad.

En este estudio se prestó considerable importancia a la influencia de variables antropométricas en la potencia anaeróbica en escolares. Las personas con sobrepeso y obesidad abdominal presentaron un índice de fatiga mayor, es decir, perdieron potencia más rápido que las personas con IMC normal y sin obesidad abdominal. Al analizar las 6 repeticiones de la potencia anaeróbica, se encontraron mayores diferencias entre los grupos con y sin obesidad abdominal, mientras que al comparar los grupos con y sin sobrepeso, no se encontraron diferencias significativas en la primera, segunda y cuarta repetición, razón por la cual, al parecer, la obesidad abdominal influye más que el sobrepeso en el desarrollo de la potencia, lo que se puede atribuir a que tener sobrepeso no necesariamente incrementa la cantidad de grasa corporal (Vásquez, Carrera, Durán & Gómez, 2016).

Entre las limitaciones del estudio encontramos: 1) las pruebas de campo para evaluar la potencia anaeróbica y la CCR fueron indirectas, lo que pudo generar sesgo de información por su margen de error; 2) la no aleatorización de la muestra afecta la validez externa del estudio; 3) la naturaleza transversal del estudio implica que no se pueda inferir causalidad entre las variables de potencia anaeróbica y de CCR con las antropométricas; 4) el bajo tamaño

de la muestra puede generar imprecisión en los resultados, por lo que se recomienda hacer futuras investigaciones para determinar si estos resultados se pueden encontrar en una muestra más grande. Entre las fortalezas, se destaca que el presente estudio es uno de los pocos que ha sido aplicado en el ámbito escolar y que analiza las posibles asociaciones entre factores antropométricos y sociodemográficos con la potencia anaeróbica y la CCR.

CONCLUSIONES

En esta investigación se logró establecer que existe asociación entre la potencia anaeróbica y la CCR, y también entre la potencia anaeróbica y algunas variables antropométricas, entre ellas el IMC y la obesidad abdominal. También se encontró relación con algunas variables sociodemográficas como el sexo y la edad. Por lo tanto, los determinantes de estas capacidades físicas en estudiantes escolares son multifactoriales y van más allá de lo fisiológico. Estos resultados sugieren que el sobrepeso y la obesidad abdominal, influyen tanto en el ámbito de la salud como en el deportivo, ya que disminuyen los valores de potencia anaeróbica y de CCR. Ser mujer también disminuye los valores en las pruebas físicas, situación que se puede atribuir a la diferencia en el porcentaje de masa muscular. Si bien la talla se asocia con la potencia anaeróbica (potencia máxima relativa), esta asociación se puede atribuir al hecho de que el aumento de la talla se acompaña de un incremento en la masa muscular.

Es importante realizar investigaciones con un mayor número de participantes para contrastar estos hallazgos, buscando que los resultados sean más precisos. Se sugiere hacer estudios donde se incluyan variables antropométricas como el porcentaje de masa muscular y el porcentaje de grasa, y se contraste con la potencia anaeróbica; también donde se incluyan variables físicas como la velocidad y la fuerza. Finalmente, es importante analizar,

Cardona Gómez, J. (2019).

Factores asociados a la potencia anaeróbica y capacidad cardiorrespiratoria en escolares de Medellín

en posibles líneas de investigación, si factores sociodemográficos como los amigos pueden influenciar la potencia anaeróbica.

Conflicto de intereses

El autor de esta investigación declara no tener conflicto de intereses.

Fuentes de 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

1. AMM Asociación Médica Mundial (2013). Declaración de Helsinki. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Recuperada de <http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/>
2. Bacopoulou, F., Efthymiou, V., Landis, G., Rentoumis, A., & Chrousos, G. (2015). Waist circumference, waist-to-hip ratio and waist-to-height ratio reference percentiles for abdominal obesity among Greek adolescents. *BMC Pediatrics*, 15(1), 50.
3. Balsalobre, C., Nevado, F., Del Campo, J., & Ganancias, P. (2015). Repetición de esprints y salto vertical en jugadores jóvenes de baloncesto y fútbol de élite. *Apunts Educación Física y Deportes*, 120(2), 52-57.
4. Cole, T., Bellizzi, M., Flegal, K., & Dietz, W. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *BMJ*, 320(7244), 1240-1243.
5. Guerrero, N., Muñoz, R., Muñoz, A., Pabón, J., Ruiz, D., & Sánchez, D. (2015). Nivel de sedentarismo en los estudiantes de fisioterapia de la Fundación Universitaria María Cano, Popayán. *Revista Hacia la Promoción de la Salud*, 20(2), 77-89.
6. Gutierrez, G. (2013). Perfil de potência anaeróbica en jogadores de voleibol juvenis. *Conexões: Educação Física, Esporte e Saúde*, 11(1), 1-15.
7. Leger, L., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multi-stage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93-101.

8. Ma, J., Feng, N., Zhang, S., Pan, Y., & Huang, Y. (2009). Comparison of changes in body composition during puberty development of obese and normal-weight children in China. *Biomedical and Environmental Sciences*, 22(5), 413-418.
9. Magalhães, M., Vieira, R., Yukio, R., Reis, R., Vila, J., Moraes, F., & Simoes, H. (2014). Aptitud física y características antropométricas de jugadores profesionales de fútbol de los Emiratos Árabes Unidos. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 7(3), 106-110.
10. Matsuzaka, A., Takahashi, Y., Yamazoe, M., Kumakura, N., Ikeda, A., Wilk, B., & Bar-Or, O. (2004). Validity of the multistage 20-m shuttle-run test for Japanese children, adolescents, and adults. *Pediatric Exercise Science*, 16(2), 113-125.
11. Mbah, A., & Paothong, A. (2015). Shapiro-Francia test compared to other normality test using expected p-value. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 85(15), 3002-3016.
12. MS Ministerio de Salud de la República de Colombia. Resolución 8430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Colombia: El Ministerio.
13. OMS Organización Mundial de la Salud (2013). Enfermedades no transmisibles y sus factores de riesgo. Ginebra. Recuperado de: <https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/manual/es/index3.html>
14. Park, H., Park, K., Kim, M., Kim, G., & Chung, S. (2011). Gender differences in relationship between fat-free mass index and fat mass index among Korean children using body composition chart. *Yonsei Medical Journal*, 52(6), 948-952.
15. Ramírez, W., Vinaccia, S., & Ramón, G. (2004). El impacto de la actividad física y el deporte sobre la salud, la cognición, la socialización y el rendimiento académico: una revisión teórica. *Revista de Estudios Sociales*, 18, 67-75.
16. Rojas, H. (2011). Evaluación de la potencia, capacidad anaeróbica e índice de fatiga en jugadoras de fútbol sala categoría mayores antes y después del periodo preparatorio. En *Expomotricidad 2011*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia, Instituto Universitario de Educación Física. Recuperado de: <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/expomotricidad/article/view/331918/20787905>
17. Vásquez, M., Carrera, G., Durán, B., & Gómez, O. (2016). Correlación del índice de masa corporal con el índice de masa grasa para diagnosticar sobrepeso y obesidad en población militar. *Revista de Sanidad Militar*, 70(6), 505-515.
18. Wilmore, J., & Costill, D. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. España: Editorial Paidotribo.
19. Zagatto, A., Beck, W., & Gobatto, C. (2009). Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1820-1827.

Cardona Gómez, J. (2019).

Factores asociados a la potencia anaeróbica y capacidad cardiorrespiratoria en escolares de Medellín