

# RELACIÓN ENTRE CONSUMO DE OXÍGENO, PORCENTAJE DE GRASA E ÍNDICE DE MASA CORPORAL EN UNIVERSITARIOS

Jennifer Alejandra Fernández Rodríguez\*

Harol Stic Ramos\*\*

Oscar Mauricio Santamaría\*\*\*

Santiago Ramos Bermúdez\*\*\*\*

Recibido en octubre 02 de 2017, aceptado en enero 30 de 2018

---

## Citar este artículo así:

Fernández J.A., Ramos H.S., Santamaría O., Ramos S. Relación entre consumo de oxígeno, porcentaje de grasa e índice de masa corporal en universitarios. *Hacia Promoc. Salud.* 2018; 23(2): 79-89. DOI: 10.17151/hpsal.2018.23.2.6

---


## Resumen


El  $VO_2$ max es indicador de capacidad de trabajo e integridad del sistema cardiovascular. **Objetivo:** Correlacionar  $VO_2$ max, porcentaje de grasa corporal, suma de pliegues cutáneos e IMC en estudiantes universitarios de Villavicencio, Colombia. **Materiales y métodos:** Estudio prospectivo, observacional, con alcance descriptivo y relacional, de corte transversal. Fue evaluada una muestra no probabilística, ni estratificada de 390 estudiantes (186 hombres, 204 mujeres) con edad media 21,34 D.E. 4,49 años, matriculados en cuatro universidades. El  $VO_2$ max fue calculado a partir del Queens College Step Test y sus resultados analizados con las tablas del ACSM, el porcentaje de grasa mediante adipometría siguió los procedimientos estandarizados por la ISAK. Con el programa SPSS se evaluó la normalidad de la distribución (KS) y fueron calculadas media, desviación típica y correlación. Los participantes firmaron un consentimiento informado según Resolución 8430 de 1994. **Resultados:** Para toda la población evaluada se encontraron correlaciones negativas débiles entre el  $VO_2$ max y la suma de pliegues de tríceps y subescapular ( $r=-0,198^{**}$ ,  $P=0,000$ ), porcentaje de grasa ( $r=-0,216^{**}$ ,  $P=0,000$ ). La correlación entre el  $VO_2$ max y el IMC no fue significativa ( $P > 0,05$ ). En hombres hubo correlaciones significativas negativas entre  $VO_2$ max y suma de pliegues de tríceps y subescapular ( $r=-0,264^{**}$ ,  $p=0,000$ ), tríceps y pierna media ( $r=-0,294$ ,  $p=0,000$ ), porcentaje de grasa ( $r=-0,286$ ,  $p=0,000$ ). En mujeres no se encontraron correlaciones significativas ( $p>0,05$ ) entre  $VO_2$ max y composición corporal. **Conclusiones:** Se encontraron correlaciones negativas débiles entre  $VO_2$ max, suma de pliegues cutáneos y porcentaje de grasa corporal solamente en hombres; no se halló relación entre  $VO_2$ max e IMC.


## Palabras clave


Antropometría, índice de masa corporal, ejercicio aeróbico, tejido adiposo, consumo de oxígeno (*fuentes: DeCS, BIREME*).

---

\* Licenciada en educación física. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Correo electrónico: alejandrafedz@gmail.com  
 [orcid.org/0000-0003-3335-721X](https://orcid.org/0000-0003-3335-721X)

\*\* Licenciado en educación física. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Correo electrónico: harolramosp\_25@hotmail.com  
 [orcid.org/0000-0001-8936-9290](https://orcid.org/0000-0001-8936-9290)

\*\*\* Licenciado en Cultura Física. Magister en Cultura Física Terapéutica, Docente de Licenciatura en Educación Física y Deportes- Universidad de los Llanos – Villavicencio – Meta. Grupo de Investigación Edullanos. Autor para correspondencia. Correo electrónico: osantamaria@unillanos.edu.co  [orcid.org/0000-0002-5502-0864](https://orcid.org/0000-0002-5502-0864).

\*\*\*\* Licenciado en Educación Física y Deportes. Magister en metodología del entrenamiento deportivo con mención en atletismo. Docente Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. Grupo Cumanday actividad física y deporte. Correo electrónico santiago.ramos@ucaldas.edu.co  
 [orcid.org/0000-0002-0004-6194](https://orcid.org/0000-0002-0004-6194).



## RELATIONSHIP BETWEEN OXYGEN CONSUMPTION, PERCENTAGE OF BODY FAT AND BODY MASS INDEX IN UNIVERSITY STUDENTS

### Abstract

VO<sub>2</sub>max is an indicator of work capacity and integrity of the cardiovascular system. **Objective:** To Correlate VO<sub>2</sub>max, body fat percentage, sum of skinfolds and BMI in university students of Villavicencio, Colombia. **Materials and methods:** Prospective, observational cross-sectional study, with a descriptive and relational scope. A non-probabilistic or stratified sample of 390 students (186 men, 204 women) with average age 21.34 D.E. 4.49 years, enrolled in four universities, was evaluated. The VO<sub>2</sub>max was calculated from the Queens College Step Test and its results were evaluated with the ACSM tables, the percentage of body fat by skinfold thickness measurement followed the procedures standardized by ISAK. The normality of the distribution (KS) was evaluated with the SPSS program and mean, standard deviation, and correlation were calculated. The participants signed an informed consent following Resolution 8430 of 1994. **Results.** Weak negative correlations were found between VO<sub>2</sub>max and the sum of triceps and subscapular folds ( $r = -0.198$  \*\*,  $P = 0.000$ ), body fat percentage ( $r = -0.216$  \*\*,  $P = 0.000$ ). The correlation between VO<sub>2</sub>max and BMI was not significant ( $P > 0.05$ ) for all the population evaluated. In men, there were significant negative correlations between VO<sub>2</sub>max and sum of triceps and subscapular folds ( $r = -0.264$  \*\*,  $p = 0.000$ ), triceps and middle leg ( $r = -0.294$ ,  $p = 0.000$ ), percentage of fat ( $r = -0.286$ ,  $p = 0.000$ ). In women, no significant correlations were found ( $p > 0.05$ ) between VO<sub>2</sub>max and body composition. **Conclusions:** Weak negative correlations were found between VO<sub>2</sub>max, sum of skinfolds and percentage of body fat only in men. No relationship was found between VO<sub>2</sub>max and BMI.

### Key words

Anthropometry, body mass index, aerobic exercise, adipose tissue, oxygen consumption. (source: MeSH, NLM).

## RELAÇÃO ENTRE CONSUMO DE OXÍGENO, PORCENTAGEM DE OBESIDADE CORPORAL E ÍNDICE DE MASSA CORPORAL EM UNIVERSITÁRIOS

### Resumo

O VO<sub>2</sub>max é indicador de capacidade de trabalho e integridade do sistema cardiovascular. **Objetivo:** Correlacionar VO<sub>2</sub>max, porcentagem de gordura corporal, soma de pregues cutâneos e IMC em estudantes universitários de Villavicencio, Colômbia. **Materiais e métodos:** Estudo prospectivo, observacional, com alcance descritivo e relacional, de corte transversal. Foi avaliada uma amostra não probabilística, nem estratificada de 390 estudantes (186 homens, 204 mulheres) com idade média 21,34 D.E. 4,49 anos, matriculados em quatro universidades. O VO<sub>2</sub>max foi calculado a partir do Queens College Step Test e seus resultados analisados com as tabelas do ACSM, a porcentagem de obesidade mediante adipometria seguiu os procedimentos estandardizados pela ISAK. Com o programa SPSS se avaliou a normalidade da distribuição (KS) e foram calculadas médias, desvio típico e correlação. Os participantes assinaram um consentimento informado segundo Resolução 8430 de 1994. **Resultados:** Para toda a população avaliada se encontraram correlações negativas fracas entre o VO<sub>2</sub>max e a soma de pregues de tríceps e subescapular ( $r = -0,198$  \*\*,  $P = 0,000$ ), porcentagem de obesidade ( $r = -0,216$  \*\*,  $P = 0,000$ ). A correlação entre o VO<sub>2</sub>max e o IMC não foi significativa ( $P > 0,05$ ). Em homens houve correlações significativas negativas entre VO<sub>2</sub>max e soma de pregues de tríceps e subescapular ( $r = -0,264$  \*\*,  $p = 0,000$ ), tríceps e perna meia ( $r = -0,294$ ,  $p = 0,000$ ), porcentagem de obesidade ( $r = -0,286$ ,  $p = 0,000$ ). Em mulheres não se encontraram correlações significativas ( $p > 0,05$ ) entre VO<sub>2</sub>max e composição corporal. **Conclusões:** Encontram se correlações negativas fracas entre VO<sub>2</sub>max, soma de pregues cutâneos e porcentagem de obesidade corporal somente em homens; não se encontrou relação entre VO<sub>2</sub>max e IMC.

### Palavras chave

Antropometria, índice de obesidade corporal, exercício aeróbico, tecido adiposo, consumo de oxigênio. (fonte: DeCS, BIREME).

## INTRODUCCIÓN

Según el Observatorio Global de la Salud (GHO por sus siglas en inglés) de la OMS (1), las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) tales como enfermedad cardíaca, apoplejía, cáncer, enfermedades respiratorias crónicas y diabetes causan la mayor cantidad de muertos en el mundo. Las muertes totales por ECNT fueron, en 2015, 40 de los 56 millones de muertes totales, 48% de las cuales ocurrieron en países de ingresos medios y bajos, acaecidas antes de los 70 años de edad. Factores de riesgo comunes y modificables subyacen a las principales ECNT, tales como tabaquismo, abuso del alcohol, dietas malsanas, actividad física insuficiente, sobrepeso/obesidad, tensión arterial elevada, glicemia sanguínea elevada y colesterol elevado. El 80% de enfermedad cardíaca, infartos cardíacos y diabetes pueden ser prevenidos mediante el ejercicio físico, llevando una vida físicamente activa (1).

Sin embargo, el factor protector no es solamente ser activo físicamente, sino que es necesario tener un buen *fitness* (aptitud física) o salud. El *fitness* es un conjunto de atributos físicos que están relacionados con la salud. En este se incluyen la composición corporal, la resistencia cardiovascular expresada a través del  $VO_2\text{max}$ , la fuerza muscular, la resistencia muscular y la flexibilidad, cuyo bajo desarrollo está relacionado con las ECNT (5) y con uno de los factores de mayor importancia en estas enfermedades: sobrepeso y obesidad.

Los componentes del *fitness* salud se pueden evaluar con pruebas específicas (2, 3). Un buen perfil de *fitness* permite a una persona satisfacer con éxito las exigencias físicas presentes y potenciales de la vida cotidiana (4), promover la salud y prevenir las enfermedades asociadas al sedentarismo.

La resistencia aeróbica o cardiovascular, expresada a través del  $VO_2\text{max}$  es la capacidad de

una persona de absorber, transportar y consumir  $O_2$  en los tejidos y órganos (5) para satisfacer la demanda de energía para la realización de diversas actividades físicas. Este se constituye en el mejor indicador de la capacidad física de trabajo y de la salud del sistema cardiovascular. El  $VO_2\text{max}$  constituye la característica más valiosa de la capacidad del sistema energético aeróbico. La evaluación de dicha capacidad en relación con el rendimiento atlético es una práctica valiosa y bien establecida (3, 6-9).

El  $VO_2\text{max}$  depende del peso, especialmente del peso magro: en algunos sujetos se ha encontrado que a mayor masa muscular se evidencian mayores niveles de  $VO_2\text{max}$  absoluto (L/min). En consecuencia, el grado de entrenamiento de fuerza, puede inducir aumentos sustanciales en el mismo (10). La relación entre el  $VO_2\text{max}$  y la salud ha sido ampliamente evaluada, en niños (11), universitarios (12-20) y deportistas (21-22), encontrándose que unos valores por debajo de ciertos límites se relacionan con una pobre salud cardiovascular.

La fuerza muscular está en la base de todos los movimientos, pues está implícita en la superación de la resistencia de la gravedad al desplazamiento del cuerpo, de la inercia de los segmentos corporales así como del manejo de objetos. Esta capacidad es clave en el mantenimiento de la autonomía e independencia en los adultos mayores, y su reserva debe construirse desde la juventud, razón por la cual es importante evaluar y mejorar en los universitarios (3).

La flexibilidad muscular es importante en la realización de los movimientos de la vida diaria, en las actividades recreativas, el ejercicio y el deporte. Las posturas mantenidas en muebles no ergonómicos, como suele ocurrir en los años de la vida universitaria, están asociadas a retracciones musculares, especialmente de la musculatura isquiotibial (12).

Es importante conocer la composición corporal (porción del peso o masa corporal que corresponde a grasa, músculo, piel, agua, huesos). Los porcentajes adecuados de estos componentes están relacionados con la salud, especialmente el porcentaje de grasa y músculo, que son los tejidos más sensibles a cambios derivados de la actividad física y la alimentación (14).

La población universitaria viene creciendo en la ciudad de Villavicencio, Colombia, en busca de mejores oportunidades de formación; sin embargo, faltan programas de actividad física atractivos que lleguen masivamente a esta población, lo cual sumado a las exigencias de la actividad académica (mayormente sedentaria) se constituye en factor de riesgo para la creación de condiciones que fomentan las ECNT.

La investigación tuvo por objetivo correlacionar el  $VO_2\text{max}$  con porcentaje de grasa corporal, suma de pliegues cutáneos e IMC, en una muestra intencional de estudiantes universitarios de Villavicencio, Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación, dentro del enfoque cuantitativo, fue prospectiva, observacional, con alcance descriptivo y correlacional, de corte transversal, ya que se hicieron la evaluación en un único momento. La población objeto fueron los estudiantes universitarios de pregrado de Villavicencio, Colombia, estimada en 23.500 al primer periodo académico de 2014 según el SIMA, Sistema de Alcaldías y Gobernaciones. La muestra fue de tipo no probabilístico, seleccionada por conveniencia, y estuvo integrada por 390 estudiantes de cuatro instituciones de educación superior.

Los criterios de exclusión fueron: problemas cardiorrespiratorios, metabólicos, o enfermedades que impliquen algún riesgo al ser sometidos a las pruebas de rendimiento físico o la imposibilidad o dificultad para realizar dichas pruebas.

En el muestreo polietápico inicialmente se seleccionaron cuatro universidades (tres privadas y una oficial o estatal). En segundo lugar, fue escogido al azar simple un programa académico de pregrado por cada universidad, y un semestre académico por cada programa tratando de guardar las proporciones de estudiantes evaluados por cada semestre dentro de la muestra total. De cada semestre y programa fue seleccionado un solo curso o grupo, en caso de que existieran dos o más, cada curso fue evaluado completamente, procurando la presencia del profesor durante la sesión de evaluación correspondiente.

La técnica empleada fue la observación directa de las dimensiones antropométricas, talla, masa corporal, pliegues de tríceps, subescapular y pierna media y perímetro de cintura, siguiendo los protocolos de la ISAK (14), para el cálculo de la grasa corporal se siguió lo propuesto por Slaughter, Lohmann, Boileau, Stillman, Van Loan y Bembem. Como puntos de corte a partir del IMC se utilizaron los propuestos por la OMS (25 a 29,9  $\text{kg}/\text{m}^2$  sobrepeso y 30 o más obesidad). Para el porcentaje de grasa por adipometría se emplearon los valores de Lohman (1997) para hombres y mujeres de 20 a 40 años de edad, exceso de grasa los porcentajes superiores al 20% en hombres y 30% en mujeres. Para el perímetro de cintura se utilizaron las cifras propuestas por Gallo et al. (30) (hasta 84 cm las mujeres y hasta 92 los hombres, para discriminar la presencia de resistencia a la insulina).

El  $VO_2\text{max}$  fue calculado mediante el QCST (15) que tiene una validez de 0,95 frente a la ergometría en banda (prueba de Bruce) considerada el *gold standard* para esta variable (9). Se registraron las variables sociodemográficas edad, sexo, semestre académico y tipo de universidad (oficial o privada).

Los equipos empleados para el QCST fueron: un cajón de 41,3 cm de altura, cronómetro, metrónomo Cherub WMT-555C para indicar las 24/22 subidas por minuto para hombres/mujeres

respectivamente, planilla de registro. Los equipos antropométricos fueron estadiómetro marca Seca con capacidad 220 cm y precisión de 1 mm, báscula Tanita PC554 capacidad 120 kg, precisión 100 gr, cinta métrica Mabis capacidad 150 cm, precisión 1 mm y adipómetro *Slim Guide*, capacidad 80 mm, precisión 0,5 mm.

La prueba del escalón QCST dura tres minutos seguidos. El participante debe subir y bajar el escalón a un ritmo de 22 ciclos/minuto de subida y bajada para las mujeres, 24 los hombres, debe extender completamente las rodillas en el momento de subir y no flexionar los codos. Al finalizar la prueba permanece de pie lo más quieto posible, y se toma la frecuencia cardiaca en la arteria carótida durante 15 segundos de forma manual, luego se multiplica por cuatro para convertir a FC/minuto. Para evaluar el  $VO_2$ max obtenido fue adoptada

la escala estándar propuesta por el ACSM (24), tomando como valor promedio para hombres 48 y para mujeres  $37 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ .

El estudio contó con el aval del Comité de Bioética de la Universidad de los Llanos, siguiendo la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM). Los estudiantes seleccionados participaron de manera voluntaria y firmaron un consentimiento informado. Igualmente, se tuvo presente la resolución N° 8430 de 1993 por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud en Colombia.

## RESULTADOS

La Tabla 1 resume las características de la población evaluada.

**Tabla 1.** Características de la muestra evaluada de estudiantes universitarios de Villavicencio.

Variable	Todos (n=390)	Hombres (n=186)	Mujeres (n=204)
Edad (años)	21,54±4,48	21,51±4,10	21,71±4,80
Carácter de la universidad			
Oficial	252	118	134
Privada	138	68	70
Muestra por semestres			
1° y 2°	229		
3° y 4°	8		
5° y 6°	26		
7° y 8°	110		
9° y más	17		

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de las variables antropométricas y del  $VO_2$ max se presentan en la Tabla 2. Los promedios hallados de las diferentes variables antropométricas se encuentran dentro de límites normales. A partir del IMC fueron identificados 100 estudiantes, 9% de estudiantes con peso bajo y 25,6% con exceso de peso, distribuidos así: 81 en sobrepeso (40 hombres, 41 mujeres), 19 en obesidad (10 hombres, 9 mujeres). Mediante la

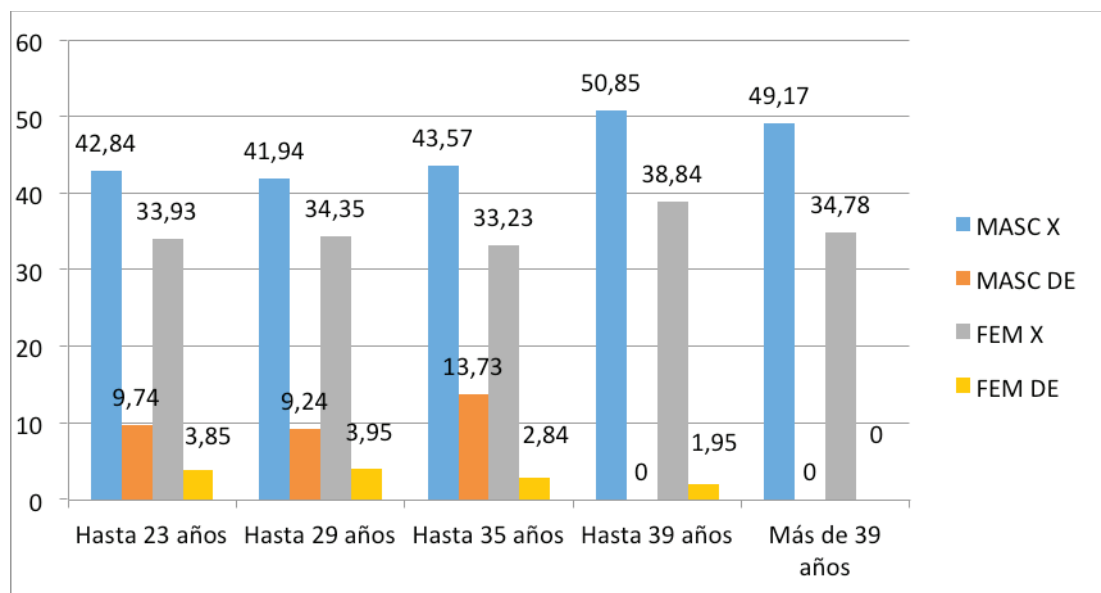
adipometría fueron identificados 134 (34,4%) casos de porcentaje de grasa con exceso (105 en hombres, 29 en mujeres correspondientes a 56,5% y 14,2%, respectivamente). A partir del perímetro de cintura se identificaron 19 hombres (10,2%) y 34 mujeres (16,8%) en riesgo de resistencia a la insulina. Los hombres tuvieron consumos relativo y absoluto de oxígeno superiores a las mujeres ( $P < 0,05$ ).



**Tabla 2.** Variables antropométricas y  $VO_2$ max en la muestra de estudiantes universitarios de Villavicencio (media y desviación estándar).

	Todos (n=390)		Masculino (n=186)		Femenino (n=204)	
Talla (cm)	165,34	9,043	171,43	7,268	159,55	6,374
Masa (kg)	62,766	12,990	67,695	12,813	58,084	11,344
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22,897	3,978	22,995	3,810	22,804	4,130
% grasa (%)	21,496	7,884	16,835	6,390	25,900	6,520
Perímetro cintura (cm)	75,938	10,301	78,726	10,075	73,290	9,826
$VO_2$ max rel. (ml*kg <sup>-1</sup> *min <sup>-1</sup> )	38,4	8,6	43	3,8	34	8,6
$VO_2$ max abs. (L*min <sup>-1</sup> )	2,40	,78	2,86	,78	1,94	,43

Fuente: elaboración propia.



El  $VO_2$ max relativo en los grupos etarios, agrupados así: hasta 23 años (118 hombres, 121 mujeres), de 24 a 29 (49 y 59), de 30 a 35 (16 y 16), de 36 a 40 (1 y 5) y más de 40 años (3 y 5 respectivamente) se ilustra en la Figura 1, donde no se evidencia tendencia alguna en función de la edad, recordando que la muestra no está estratificada por edad.

**Figura 1.**  $VO_2$ max relativo (ml\*kg<sup>-1</sup>\*min<sup>-1</sup>) por sexo y grupo etario en la muestra de estudiantes universitarios de Villavicencio (X, D.E), para ambos sexos.

Fuente: elaboración propia.

Al analizar por universidades, se encontraron los siguientes valores promedio (D.E.) del VO<sub>2</sub>max relativo, advirtiendo que por no ser una muestra representativa ni estratificada no se pueden inferir estos resultados a todos los estudiantes de dichas universidades: Universidad de los Llanos 43,34 (8,89) / 33,43 (3,15), Cooperativa 42,79 (14,40) / 37,07 (6,86), Minuto de Dios 38,40 (12,94) / 34,71 (3,38), Antonio Nariño 43,03 (9,46) / 36,78 (5,33) para hombres y mujeres, respectivamente.

Al utilizar las categorías del ACSM para la evaluación del VO<sub>2</sub>max a través del QCST, se encontraron los resultados que aparecen en la Tabla 3, donde se aprecia que en las categorías superiores se ubica casi la mitad de la población evaluada. En las categorías promedio y superiores se encuentran 299 evaluados (126 hombres, 173 mujeres) que equivalen al 76,7, 67,7 y 84,8 % respectivamente.

**Tabla 3.** Evaluación del VO<sub>2</sub>max de la muestra de estudiantes universitarios, a partir de las categorías del ACSM.

Categorías	Todos (n=354)		Hombres (n=176)		Mujeres (n=178)	
	n	%	n	%	n	%
Excelente	35	9,89	19	10,80	16	8,99
Bueno	137	38,70	40	22,73	97	54,49
Arriba del promedio	74	20,90	26	14,77	48	26,97
Promedio	53	14,97	41	23,30	12	6,74
Bajo el promedio	31	8,76	27	15,34	4	2,25
Deficiente	19	5,37	18	10,23	1	0,56
Muy malo	5	1,41	5	2,84	0	0,00

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 4 se presenta la matriz de correlaciones de Pearson entre las variables antropométricas y el VO<sub>2</sub>max, donde se destacan correlaciones negativas medias entre el VO<sub>2</sub>max y el porcentaje de grasa y la suma de pliegues y correlación baja con el perímetro de cintura. Las correlaciones fuertes entre IMC perímetro de cintura y grasa

(porcentaje y suma de pliegues) era de esperarse. Otras correlaciones encontradas fueron a mayor talla mayor VO<sub>2</sub>max (r=0,177; p=0,001), además la masa, el IMC y el perímetro de cintura aumentaron con la edad (r= 0,145; p= 0,004), (r= 0,184; p= 0,000) y (r= 0,272; p= 0,000) respectivamente.

**Tabla 4.** Matriz de correlaciones de Pearson entre el VO<sub>2</sub>max, la edad y las variables antropométricas en la muestra de estudiantes universitarios de Villavicencio.

	VO <sub>2</sub> max	IMC	%Grasa	Suma pliegues	Perímetro cintura
VO <sub>2</sub> max	1,00	-0,143	-0,307**	-0,315**	-0,185*
IMC		1,00	0,751**	0,792**	0,902**
%Grasa			1,00	0,989**	0,717**
Suma pliegues				1,00	0,789**
Perímetro cintura					1,00

\*Las correlaciones son significativas al 5%.

\*\*Las correlaciones son significativas al 1 %.

Fuente: elaboración propia.

## DISCUSIÓN

Con el objetivo de correlacionar el  $VO_2\text{max}$  con porcentaje de grasa corporal e IMC en estudiantes universitarios de Villavicencio, Colombia, se realizó un estudio prospectivo, observacional, con alcance descriptivo y relacional, de corte, en el cual fue evaluada una muestra no probabilística ni estratificada de 390 estudiantes universitarios (186 hombres y 204 mujeres).

Frente al estudio en universitarios bogotanos de una universidad privada (25) en el cual un 50% de los hombres y 63% de las mujeres tuvieron porcentajes de grasa elevados, 56,5% de los estudiantes villavicencenses hombres y 29,4% de las mujeres presentaron dicha condición. Llama la atención la diferencia entre las mujeres en los dos estudios, debido probablemente al punto de corte adoptado.

En una universidad oficial en Bogotá (26) se realizó otro estudio de composición corporal en estudiantes universitarios. La grasa fue medida por bioimpedancia eléctrica (BIE) dando como resultados en hombres promedio (DE) de 16,4 (4,2) % y en mujeres 25 (6,7) %, muy similares a los resultados en el presente estudio, de 16,83 (6,4) y 25,9 (6,5) % respectivamente.

En comparación con estudiantes universitarios de educación física, recreación y deporte, quienes por su formación profesional se mantienen más activos (27), se encontró un 21% con sobrepeso y 3,6% de obesidad a partir del IMC y 12,6% presentó exceso de grasa corporal por BIE, cifras cercanas a las del estudio presente, de 20,8 % en sobrepeso y 4,9 en obesidad, pero el porcentaje de grasa muy diferente, aunque en el presente estudio fue por adipometría, técnica que difiere notablemente de la BIE.

Al comparar los resultados del presente estudio con el realizado en universitarios chilenos (28), en el cual el  $VO_2\text{max}$  tanto de hombres como mujeres alcanzó valores aceptables del 40% y 44,3% respectivamente, la muestra de universitarios de Villavicencio presentó en los hombres el mayor

porcentaje en las categorías bueno (12,73%) y promedio (23,3%), y en las mujeres el mayor porcentaje se encontró en la categoría bueno (54,5%).

Otro estudio latinoamericano, realizado en México (29), encontró una media de 22,6% de grasa por BIE, técnica que no es directamente comparable con la adipometría,

Frente al trabajo realizado en universitarios de Shiraz, Irán (30), donde encontraron en hombres una media del  $VO_2\text{max}$  de 42,80 ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ), los hombres estudiantes de Villavicencio obtuvieron una media prácticamente igual de 43,0 ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

Un estudio con jóvenes y adultos universitarios en India (31), donde la media de  $VO_2\text{max}$  ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) en hombres y mujeres en condiciones normales de peso fue  $54,85\pm 7,44$  y  $42,17\pm 2,33$ , respectivamente; marcadamente superior a los hombres y mujeres estudiantes de Villavicencio con  $43\pm 3,8$  y  $34\pm 8,6$  respectivamente.

Respecto a la investigación realizada en universitarios gallegos (32), donde los hombres obtuvieron  $VO_2\text{max}$  de  $47,33\pm 16,04$  y las mujeres  $36,49\pm 12,87$  ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ); en comparación los hombres y mujeres estudiantes de Villavicencio obtuvieron medias de  $43\pm 3,8$  y  $34\pm 8,6$  ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) respectivamente, levemente inferiores.

Con el estudio de los universitarios de Villavicencio coincide un estudio en estudiantes universitarios de educación física de la India (33) en el cual no se encontró una relación significativa entre el  $VO_2\text{max}$  y el IMC, pero no lo hace con un estudio en población serbia (36) en la cual encontraron una correlación negativa entre IMC y  $VO_2\text{max}$ , sugiriendo la posibilidad de un efecto de la grasa corporal en la función cardiorrespiratoria.

Un estudio (34) en atletas mujeres de 17 a 22 años de edad, encontró correlación negativa entre  $VO_2\text{max}$  y porcentaje de grasa, pero no diferencias significativas entre atletas y no atletas.



Finalmente, una investigación (35) en estudiantes preuniversitarios de una tribu en el sur de la India encontró coeficientes de correlación negativo significativos ( $r = -0,32$ ) entre IMC y  $VO_2\text{max}$ .

En resumen, los estudiantes de Villavicencio presentaron consumos de oxígeno inferiores a la mayoría de muestras universitarias evaluadas en otros países, y se ubicaron en las categorías por debajo de la media, por lo que puede afirmarse que su condición aeróbica en promedio es deficiente. Contrario a la literatura, los mayores consumos de oxígeno del presente estudio se encontraron en los hombres y las mujeres de 36 a 39 años, lo cual puede deberse a que en dicho grupo etario había algunos estudiantes deportistas o físicamente muy activos, sumado a que dicho grupo etario fue muy pequeño (1 hombre y 5 mujeres).

Esta deficiencia en la condición aeróbica probablemente obedece a la escasa oferta de programas de actividad física orientados a las comunidades universitarias en su conjunto, pues frecuentemente las ofertas se limitan a las selecciones deportivas de representación institucional, lo cual unido a los hábitos inadecuados de actividad física y una elevada exigencia académica hacia actividades intelectuales hace que prevalezca el sedentarismo.

El estudio tiene la limitación de no ser el resultado de haber evaluado una muestra probabilística y representativa, lo cual no permite inferir los hallazgos a toda la población universitaria de Villavicencio.

Se espera que los resultados del presente estudio se utilicen para que las universidades de Villavicencio promuevan la práctica de actividades físicas para sus estudiantes, como medio para la promoción de la salud y prevención de las ECNT.

## CONCLUSIONES

Se encontraron correlaciones negativas medias entre el  $VO_2\text{max}$  y el porcentaje de grasa y la suma

de pliegues cutáneos, y correlación baja con el perímetro de cintura.

Como era de esperarse, se encontraron correlaciones fuertes entre IMC, perímetro de cintura y grasa corporal (porcentaje y suma de pliegues).

Igualmente se hallaron correlaciones positivas entre talla y  $VO_2\text{max}$ , así como entre masa, IMC, perímetro de cintura y edad.

Los hombres tuvieron consumos de oxígeno relativo y absoluto mayores que las mujeres.

Los valores medios del  $VO_2\text{max}$  tanto de hombres como mujeres se encuentran en la categoría promedio, es decir, alcanzan un valor aceptable en términos de salud.

Los mayores  $VO_2\text{max}$  se encontraron en los hombres y las mujeres de 36 a 39 años, mientras los más bajos se encontraron en los hombres de 30 a 35 años y las mujeres de 24 a 29.

No se encontró una tendencia de los valores del  $VO_2\text{max}$  en función del aumento de la edad.

Las universidades que mejor resultado promedio obtuvieron en el  $VO_2\text{max}$  fueron la Unillanos en el sexo masculino y la Cooperativa en el femenino, mientras los más bajos desempeños fueron en la Uniminuto en el sexo masculino y la de los Unillanos en el femenino.

Más hombres que mujeres se ubicaron en las categorías media y superior del  $VO_2\text{max}$ .

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de los Llanos por el financiamiento del estudio.

A las universidades y estudiantes participantes en el estudio.

A Haney Aguirre de la Universidad Católica de Pereira por sus correcciones al artículo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OMS. Observatorio Global de la Salud. Enfermedades no transmisibles. Centro de Prensa. Nota descriptiva Junio 2017. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/es/>
2. Miller T. Guía de pruebas y evaluaciones de la NSCA. Barcelona. Paidotribo. 2016.
3. Isidro F, Heredia JR, Pinsach P, Costa, MR. Manual del entrenador personal. Del fitness al wellness. Barcelona. Paidotribo. 2010.
4. de la Cruz E. & Pino J. Condición física y salud. Murcia: Universidad de Murcia. 2015.
5. López Chicharro JL. & Fernández Vaquero A. Fisiología del ejercicio. Madrid: Panamericana. 2008.
6. ACSM (American College of Sports Medicine). Manual ACSM para la valoración del fitness relacionado con la salud. Cuarta Edición. Traducido por Bruna Anzures y Aquiles Cantarell. Barcelona: Wolters Kluwer Health, S.A, 2014.
7. García, M., Ramos S., Aguirre O.D. Calidad científica de las pruebas de campo para el cálculo del  $VO_{2max}$ . Revisión sistemática. *Rev Ciencias de la Salud*. 2016; 14(2): 247-60.
8. Heyward V. Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio. 5ª Ed. Madrid: Médica Panamericana; 2008.
9. Niño H. Estimación del consumo máximo de oxígeno mediante pruebas de ejercicio maximales y submaximales. Bogotá: Universidad Iberoamericana. 2012.
10. Cofré-Bolados C, Sánchez-Aguilera P, Zafra-Santos E, Espinoza-Salinas A. Entrenamiento aeróbico de alta intensidad: Historia y fisiología clínica del ejercicio. *Revista Salud UIS*. 2016; 48(3): 275-284. DOI: <http://dx.doi.org/10.18273/revsal.v48n3-2016001>.
11. Caamaño F, Delgado P, Jerez D, Osorio A. Low levels of physical performance,  $VO_{2MAX}$  and high prevalence of obesity among school children from 9 to 14 years of age. *Nutrición Hospitalaria*. 2016; 33(5). <http://dx.doi.org/10.20960/nh.565>.
12. Ríos Saldaña MR. Estilo de vida y obesidad en estudiantes universitarios: una mirada con perspectiva de género. México: *Revista Alternativas en Psicología*. UNAM. 2015; 18(1):87-100
13. Bandyopadhyay A. Queen's College Step Test as an alternative of Harvard step test in young Indian women. *International Journal of Sport and Health Science*, 2008; 6(1):15-20.
14. Ferreira S, Freitas IF, Alvarenga AM, Fonseca SA, Virtuoso JS, Ferreira T. Prevalence and factors associated with leisure-time physical activity: survey repeated in university students. *Rev Bras Cineantropom Hum*. 2016; 18(5):577-590.
15. Beebe L. Predicting  $VO_{2max}$  Using the Queen's College Step Test in College Aged Men. EE.UU. University of Rhode Island. 2009.
16. Ramos S, Alzate DA, Ayala JE, Franco AM, Sánchez J. Perfil fitness de los estudiantes de la Universidad de Caldas. *Rev Hacia la Promoción de la Salud*. 2009; 14(1):23-34.
17. Pérez Y, Nonzoque D, Sandoval C. Perfil fitness en un grupo de estudiantes universitarios. Bucaramanga: *Revista de la Universidad de Santander*. 2014.
18. Quiñones E. & Sterling G. Condición física, actividad física y dificultades para su realización en estudiantes de medicina. Cali: Universidad ICESI; 2011.
19. Martínez L. Condición física y nivel de actividad física en estudiantes universitarios. Bogotá D.C.: *Revista Teoría y Praxis Investigativa*, 2008. 3:21-28.
20. Guevara W. & Barrera R. Perfil, fitness de la comunidad de la Universidad de los Llanos. Determinación del estado de la resistencia aeróbica en la comunidad de la Universidad de los Llanos. Villavicencio: Universidad de los Llanos; 2010.

21. 14. Garrido R. & González M. Índice de masa corporal y composición corporal. Un estudio antropométrico de 2500 deportistas de alto nivel. Buenos Aires: *Efdeportes*; 2006.
22. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, De Ridder H. Protocolo internacional para la valoración antropométrica. ISAK. 2011.
23. Gallo JA, Ochoa JE, Balparda JK, Aristizábal D. Puntos de corte del perímetro de cintura para identificar sujetos con Resistencia a la insulina en una población colombiana. *Acta Médica Colombiana*. 2013. 38(3): 118-126.
24. ACSM (American College of Sports Medicine). Manual ACSM para la valoración del fitness relacionado con la salud. Cuarta Edición. Traducido por Bruna Anzures y Aquiles Cantarell. Barcelona: Wolters Kluwer Health, S.A, 2014.
25. Zea AC, León HH, Botero DA, Afanador HD, Pinzón LA. Factores de riesgo cardiovascular y su relación con la composición corporal en estudiantes universitarios. *Salud Pública*, 2014. 16(4): 505-515.
26. Cardozo LA. Cuervo YA, Murcia JA. Porcentaje de grasa corporal y prevalencia de sobrepeso – obesidad en estudiantes universitarios de rendimiento deportivo de Bogotá, Colombia. *Nutrición Clínica*. 2016. 36(3): 68-75.
27. Rangel LG, Rojas Sánchez LZ, Gamboa EM. Actividad física y composición corporal en estudiantes universitarios de cultura física, deporte y recreación. *Rev Univ Industrial de Santander*. 2015. 47(3):281-290.
28. Aránguiz H, García V, Rojas S, Salas C, Martínez R, Mac M. Estudio descriptivo, comparativo y correlacional del estado nutricional y condición cardiorrespiratoria en estudiantes universitarios de Chile. *Rev Chil Nutr*. 2010; 37:70-8.
29. Del Campo JM, González L, Gámez A. Relación entre el índice de masa corporal, el porcentaje de grasa y la circunferencia de cintura en universitarios. *Investigación y Ciencia*. 2015. 23(65): 26-32.
30. Zar A, Khosravi PK, Mohammad AA. Prevalence of obesity and overweight among female students of Shiraz University of Medical Sciences and its association with physical fitness factors. *Community Health*. 2017. 4(2): 79-89.
31. Chouhan S, Trigotra S, Dashora LS, Mangat EK. An assessment of cardio-respiratory fitness in normal weight, overweight and obese young adults. *International Journal of Applied Physiology Basic*. 2014; 3(1):24-29.
32. García J & Alonso D. Valoración de la condición física saludable en universitarios gallegos. España. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 2011; 11(44):781-790.
33. Dhara S & Chateterjee K. A Study of VO<sub>2</sub> max in Relation with Body Mass Index (BMI) of Physical Education Students. *Research Journal of Physical Education Sciences*; 2015 (June). 3(6):9-12,
34. Shete AN, Bute SS, Deshmukh PR. A Study of VO<sub>2</sub> Max and Body Fat Percentage in Female Athletes. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014 Dec; Vol-8(12): BC01-BC03.
35. Mirza M, Aparna A, Sreemala P. Correlation between Fitness Index and BMI among 1st MBBS Students of a Tribal District Teaching Hospital of India. *J Cont Med A Dent* May- 2014 Aug; 2(2):55-57.