

Grado de relación entre la masa muscular y grasa con la capacidad aeróbica en varones de 10 a 16 años de un centro educativo particular

Level of relationship between muscular mass and fat with aerobic capacity in children between 10-16 years old from a private school

Jamee Guerra¹, Katherine Alfaro²

¹Licenciado en Nutrición

E-mail: jamee.guerra.valencia@gmail.com ; k_thy89@hotmail.com

Capacidades adquiridas: Al finalizar el artículo, los lectores podrán:

- Describir las características de la masa muscular, mediante antropometría, de los varones de 10 a 16 años de un Centro Educativo Particular
- Identificar la masa grasa, mediante antropometría, de los varones de 10 a 16 años de un Centro Educativo Particular.
- Valorar capacidad aeróbica, mediante un test físico, de los varones de 10 a 16 años de un Centro Educativo Particular

Conocer el grado de relación entre la masa muscular y grasa con la capacidad aeróbica en varones de 10 a 16 años de un Centro Educativo Particular.

Resumen

Introducción: La vida moderna viene generando un incremento significativo en la prevalencia del sedentarismo, así como también, alteraciones en los patrones dietéticos tanto de niños como adolescentes; lamentablemente, ambos factores son capaces de modificar la composición corporal y deteriorar la capacidad aeróbica, aspectos que se pueden traducir en el incremento en el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles y el consiguiente aumento de la morbimortalidad.

Objetivos. Determinar el grado de relación entre la masa muscular y grasa con la capacidad aeróbica en varones de 10 a 16 años de un Centro Educativo Particular en Lima año 2012.

Diseño: Estudio descriptivo de asociación cruzada, transversal y observacional.

Participantes. Ciento trece escolares de sexo masculino de 12 a 16 años de edad.

Intervenciones: Previo consentimiento informado, se determinó el porcentaje de masa muscular y grasa, mediante antropometría, y capacidad aeróbica a través del volumen máximo de oxígeno (VO₂máx.) utilizando un test físico.

Principales medidas de resultados: Porcentaje de masa muscular y grasa, y consumo de oxígeno máximo expresado en ml/kg/min.

Resultados: Los valores promedio para masa muscular y masa grasa, y capacidad aeróbica fueron de 41.44%, 20.59% y 45.47 ml/kg/m, respectivamente. Se obtuvo una correlación positiva y significativa ($p < 0.01$) entre el porcentaje de masa muscular y VO₂Máx ($r = 0,61$) y una correlación negativa y significativa ($p < 0.01$) entre el porcentaje de masa grasa y VO₂Máx ($r = - 0.57$) en el grupo estudiado (113 varones).

Conclusión. La relación de las variables masa muscular y masa grasa con la capacidad aeróbica en la

muestra tuvo una fuerza de asociación "Alta" siendo positiva para la masa muscular y negativa para la masa grasa y significativa en ambos casos.

Palabras claves: Masa muscular; masa grasa; capacidad aeróbica.

Abstract

Introduction. Modern life has generated a significant increase in the prevalence of sedentary lifestyles, as well as alterations in dietary patterns of both children and adolescents, unfortunately, both factors are able to modify body composition and impair aerobic capacity, both of which can be translated into an increase in the risk of chronic noncommunicable diseases and the consequent increase in morbidity and mortality.

Objective. To determine the degree of relationship between muscle mass and fat with aerobic capacity in men 10 to 16 years of educational Private School in Lima in 2012.

Design: Descriptive cross, transversal, prospective observational association.

Participants. One hundred and thirteen male students between 12 and 16 years old.

Interventions. When Informed consent was obtained, the percentage of muscle mass and fat by anthropometry and aerobic capacity was determined using the maximum volume of oxygen (VO₂máx.) using a physical test.

Main outcome measures. Percentage of muscle mass and fat, and maximum oxygen consumption expressed in ml/kg/m.

Results: The mean values for muscle mass and fat mass, and aerobic capacity were 41.44%, 20.59% and 45.47 ml/kg/m, respectively. A significant positive correlation ($p < 0.01$) was obtained between the percentage of muscle mass and VO₂max ($r = 0.61$) and a significant negative correlation ($p < 0.01$) between the percentage of fat mass and VO₂max ($r = -0.57$) in the study group (113 men).

Conclusion. The relationship of the variables body mass and fat mass and aerobic capacity in the sample had a strength of association "High", this was positive for muscle mass and was negative for fat mass, the relationship was significant in both cases.

Keywords. Muscle mass, fat mass, aerobic capacity.

1. Introducción

A lo largo de la vida, componentes corporales como la masa muscular esquelética y la masa grasa y componentes funcionales como la capacidad aeróbica experimentan cambios concordantes con las necesidades específicas de cada etapa de desarrollo. El entendimiento de cómo evolucionan estas variables a lo largo de los años, puede servir para reducir los riesgos de padecer enfermedades crónicas como la obesidad, la Diabetes Mellitus, el Cáncer u otras. En este sentido, la adolescencia es un periodo caracterizado por cambios significativos tanto en los componentes corporales como en los componentes funcionales.

En los varones, el crecimiento de la masa corporal en la etapa puberal se debe principalmente a ganancias en el tejido muscular esquelético, mientras que la masa grasa se mantiene relativamente estable. Antes de la adolescencia, los varones tienen una masa libre de grasa (incluye al tejido muscular esquelético) ligeramente mayor que las niñas; sin embargo, durante el estallido de crecimiento puberal la magnitud de la velocidad de cambio es mayor y más prolongada. Una de las consecuencias de este patrón de crecimiento es que cuando los varones alcanzan la adultez joven, tienen un 50% más de masa libre de grasa corporal que las mujeres (1). Si bien se pueden presentar diferencias sexuales en el tejido musculoesquelético durante la infancia y

la niñez, estas se hacen más pronunciadas durante la adolescencia. La masa libre de grasa sigue un patrón de crecimiento similar al de la talla y el peso, y las diferencias sexuales se vuelven claramente aparentes durante el estallido puberal.

El efecto de la pubertad sobre la capacidad aeróbica también es significativo. Cabe mencionar que la capacidad aeróbica medida a través del Volumen Máximo de Oxígeno (VO₂Máx) es considerada como el mejor índice de aptitud física para la salud, debido a lo cual, los estudios realizados no se han limitado solo a la población adulta sino que han sido extensivos en la población infanto-juvenil.

Los datos obtenidos en forma longitudinal son esenciales para identificar claramente las contribuciones relativas del crecimiento y maduración sobre el desarrollo de la capacidad aeróbica, sin embargo, la gran mayoría de estudios disponibles en esta población ha sido de diseño transversal y con una antigüedad considerable (2). La evaluación de los valores obtenidos año por año en estudios longitudinales en varones revela que el VO₂Máx expresado en Litros/min (valores absolutos) se incrementa con la edad y que se mantiene prácticamente estable cuando es expresado en términos relativos (ml/kg/min). Sin embargo, en modelos transversales los datos del VO₂Máx relativo a la masa corporal muestran una imagen que sugiere que los varones incrementan ligeramente su VO₂Máx relativo a la masa corporal con la edad (2).

Al relacionar el VO₂Máx absoluto (L/min) con la edad cronológica (2) en estudios transversales, se ha determinado que el consumo de oxígeno es similar en varones y mujeres hasta aproximadamente los 12 años. A los 14 años de edad, la diferencia del VO₂Máx entre varones y mujeres desentrenados es de aproximadamente un 25 por ciento. Alrededor de los 16 años, la diferencia excede el 50 por ciento. Las explicaciones más frecuente para este fenómeno son: (i) el desarrollo de una mayor masa muscular en los varones y (ii) las diferencias sexuales en el tiempo que pasan los niños realizando ejercicios vigorosos (3). Los valores de consumo de oxígeno máximo relativo (ml/kg/min) en función a la edad

cronológica para varones desentrenados, es casi constante (52.8 ml/kg/min a los 6 años y 53.5 ml/kg/min a los 16; sin embargo, para las niñas desentrenadas se presenta una tendencia marcadamente diferente con una relación negativa, que indica que el consumo máximo de oxígeno se reduce con la edad, comenzando con un valor de 52.0 ml/kg/min a los 6 años, reduciéndose a 40.5 ml/kg/min a los 16 años. Las explicaciones más comunes respecto de la discrepancia entre los valores medios para niños y niñas es la mayor acumulación de grasa subcutánea en las niñas (2).

Tal como se ha descrito, los procesos de crecimiento, desarrollo y maduración modulan intrínsecamente los cambios en la composición corporal y capacidad aeróbica de las personas; no obstante, factores tales como la alimentación, el nivel de actividad física y las condiciones ambientales podrían generar un efecto modificador adicional. Conviene señalar que los estilos de vida concordantes con la modernidad ponen de manifiesto un incremento en el sedentarismo (4), así como alteraciones en los patrones dietéticos de jóvenes y adolescentes, generando ambos alteraciones de la composición corporal y el deterioro de la capacidad aeróbica, todo lo cual se traduce en incrementos de riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles y en aumento de la morbimortalidad (5).

Se desprende de lo anterior que no solo es necesario valorar componentes estructurales, como la masa muscular y masa grasa, o funcionales como la capacidad aeróbica, sino también conocer la relación que existe entre ellos para lograr un equilibrio acorde con la salud. Se ha demostrado una relación inversa entre la capacidad aeróbica y el porcentaje de masa grasa, razón por la que diversos autores recomiendan el desarrollo de programas de valoración de la capacidad aeróbica y/o de índices relacionados con la cantidad de grasa corporal, sobre todo la localizada en la zona abdominal, durante la adolescencia como estrategias para identificar un futuro riesgo de salud cardiovascular u obesidad de los sujetos(6,7). Sin embargo son pocos los

estudios que han relacionado la masa muscular con el componente aeróbico.

Por todo expuesto, el objetivo del presente trabajo fue determinar el grado de relación entre la masa muscular y grasa con la capacidad aeróbica en varones de 10 a 16 años de un Centro Educativo Particular

2. Materiales y métodos

2.1 Diseño y población de estudio

El diseño del presente estudio fue descriptivo de asociación cruzada, de corte transversal y observacional. Las variables de estudio fueron: contenido de masa muscular corporal, contenido de masa grasa corporal y capacidad aeróbica.

La población de estudio estuvo conformada por 113 escolares de nivel secundario de sexo masculino de 12 a 16 años de edad, no deportistas y sin condición patológica alguna que impida o pueda generar alteración en los resultados; todos pertenecientes a un centro

educativo particular. La selección de la población se hizo por censo; no se encontraron adolescente varones de nivel secundario de entre 10 y 11 años.

2.2 Técnicas empleadas

a) Determinación de la masa muscular

La masa muscular fue definida como la cantidad de músculo esquelético corporal total presente en el sujeto (8); para su determinación se emplearon medidas antropométricas desarrolladas según lo establecido por el protocolo ISAK (International Society for Advanced Kinoantropometry) (9). Las medidas empleadas fueron peso, talla, pliegue tricípital, de muslo anterior, pantorrilla medial y perímetro relajado de brazo y muslo medial. Todas las medidas fueron tomadas en el hemi-cuerpo derecho.

Para la obtención de la masa muscular en Kg se utilizó la fórmula propuesta por Poortmans:

$$\text{Masa Muscular (Kg)} = \text{Talla} * [(0,0064 * \text{PBC}^2) + (0,0032 * \text{PMC}^2) + (0,0015 * \text{PGC}^2)] + (2,56 * \text{Sexo}) + (0,136 * \text{Edad}).$$

Donde PBC es Circunferencia del brazo corregido por el pliegue del tríceps, PMC es Circunferencia del muslo corregido por el pliegue del muslo anterior, PGC es Circunferencia de la pierna corregida por el pliegue de la pierna media, Sexo es Hombre=1; Mujer=0 (14)

Para la determinación del porcentaje de masa muscular se empleó la siguiente regla de tres simple:

$$\% \text{ de masa muscular} = (\text{Masa muscular (kg)} \times 100) / \text{Peso corporal (kg)}$$

b) Determinación de la masa grasa corporal

La masa grasa corporal fue definida como el contenido graso corporal total según el modelo hidrodensitométrico ajustado al agua corporal total y contenido de minerales (10); para su determinación se emplearon medidas antropométricas desarrolladas según lo establecido por el protocolo ISAK (International

Society for Advanced Kinoantropometry) (9). Las medidas empleadas fueron pliegue tricípital y de pantorrilla medial. Todas las medidas fueron tomadas en el hemi-cuerpo derecho.

Cabe resaltar que en cuanto a técnicas de marcación se emplearon las mismas de la determinación de masa muscular

Para la determinación del porcentaje de masa grasa se empleó la fórmula independiente de la madurez sexual propuesta por Slaughter et al (10)(12) para niños de 8 – 18 años de edad:

$$\% \text{ masa grasa} = 0.735(\text{pliegue de tríceps} + \text{pliegue de pierna medial}) + 1.0$$

c) Determinación de la capacidad aeróbica

La capacidad aeróbica fue definida como la capacidad para captar, transportar y utilizar oxígeno hacia los músculos activos para generar energía durante la actividad física cotidiana y depende de los componentes pulmonares, cardiovasculares y hematológicos (11); para su determinación se empleó el protocolo de Léger (Test de CourseNavette) (12). Según este protocolo, los sujetos debían desplazarse entre dos puntos con una separación entre ellos 20 metros. La marcha se

inició a trote lento (8km/h) y la velocidad se fue incrementando al ritmo marcado por una señal sonora previamente grabada que se emitía a intervalos más cortos cada vez. La prueba culminaba cuando el sujeto no podría seguir el ritmo del sonido emitido. Con la velocidad máxima alcanzada, por el evaluado antes de detenerse, se calculó el consumo de oxígeno máximo (VO₂Máx). Para estimar el consumo de oxígeno máximo (VO₂Máx), se utilizó la fórmula de Léger (12), para poblaciones infanto-juveniles:

$$\text{VO}_2\text{Máx (ml/kg/min)} = 31.025 + 3.238X - 3.248A + 0.1536AX$$

Donde "X" es la velocidad alcanzada y "A" la edad en años. El consumo máximo de oxígeno será expresado en ml/min/ Kg de peso corporal.

Para categorizar la capacidad aeróbica se empleó los puntos de corte establecidos por Cooper (tabla 1)(13).

Tabla 1.
Nivel de capacidad aeróbica

Nivel de capacidad aeróbica	Valores referenciales
Muy pobre	<35 ml/kg/min
Pobre	35.0 -38.3 ml/kg/min
Regular	38.4 -45.1 ml/kg/min
Bueno	45.2 -50.9 ml/kg/min
Excelente	51.0 -55.9 ml/kg/min
Superior	>56.0 ml/kg/min

Fuente: Referencia 13

2.3 Instrumentos

Para la realización de la evaluación antropométrica, determinación de masa muscular y grasa, se emplearon los siguientes instrumentos: Balanza digital marca SOEHNLE con precisión de 0,1kg; cinta antropométrica

metálica marca Rosscraft de anchura no mayor a 7 mm; plicómetro marca Slimguide, con capacidad de medida de hasta 85 mm y precisión de 1 mm, con una presión constante de 10 g/mm²; tallímetro, de madera validado por el Centro Nacional de Alimentación y

Nutrición (CENAN) de 0 a 200 cm y precisión de 1 mm para medir la talla máxima; ficha antropométrica en donde se registraron los datos personales y antropométricos necesarios para el estudio (Ver Anexo 1); lápiz demográfico marca M.M, para marcar los puntos anatómicos; lapiceros.

Para la medición de la capacidad aeróbica, a través de la prueba de campo, se emplearon conos de plásticos color naranja; cinta de marcación con grosor 2"; CD con banda sonora del protocolo de Leger; reproductor de audio marca Practika, plantilla para la evaluación de la capacidad aeróbica (Ver anexo 2)

2.4 Plan de procedimientos

Las mediciones antropométricas estuvieron a cargo de los tesisistas y el Licenciado en Educación Física por presentar certificación por la ISAK. Para estandarizar las mediciones antropométricas se realizó el método de estandarización de Habitch (26). La evaluación física estuvo a cargo del médico deportólogo, los tesisistas y el Licenciado en Educación Física.

Debido a que los métodos para la valoración antropométrica y aeróbica se encuentran validados por sus respectivos autores, se realizó una prueba piloto, que tuvo una duración de 1 semana, con la finalidad de ajustar las necesidades logísticas del equipo de trabajo. Asimismo, se realizó una prueba previa del test de capacidad aeróbica en el transcurso de dos semanas, durante las clases de educación física en horarios distintos de los alumnos, con el fin de que los sujetos evaluados se familiaricen con la misma y de esta manera evitar errores en la estimación del VO₂Máx, producto del desconocimiento de los niños ante el test.

La toma de medidas antropométricas y la evaluación de la capacidad aeróbica fueron realizadas durante las clases de educación física, tres veces a la semana en un periodo de tres meses.

Para la evaluación antropométrica se contó con un espacio apropiado que garantizó la privacidad y decoro de los evaluados. Además, la evaluación funcional se desarrolló en un

espacio apropiado que permitió la adecuada aplicación del método.

2.5 Análisis de datos

Los datos para la determinación de la masa muscular y masa grasa se procesaron en una plantilla de cálculo EXCEL, creada y publicada en el año 2008, por el Grupo Español en Cineantropometría (GREC) de la FEMEDE (Federación Española de Medicina del Deporte). Para el procesamiento de los datos de capacidad aeróbica se hizo uso de una hoja de cálculo creada por los autores.

Las variables en estudio presentaron una distribución normal ($p > 0.05$) según la prueba de Kolmogorov – Smirnov. Los análisis estadísticos descriptivos que se emplearon fueron el promedio como medida de tendencia central y la desviación estándar como medida de dispersión. Además, para la variable de la capacidad aeróbica se determinó la frecuencia relativa. Para todos los análisis anteriores se hizo uso del paquete estadístico SPSS versión 15.00.

Debido a que las variables presentaron distribución normal se hizo uso de la prueba de correlación de Pearson.

2.6 Consideraciones Éticas

Se coordinó una reunión con los padres de familia para informar el objetivo, importancia y beneficios del estudio, así como los procedimientos implicados en la evaluación de las medidas antropométricas y prueba física. Los padres interesados autorizaron la participación de los menores firmando un formato del consentimiento informado.

3. Resultados

En la tabla 2 se muestra el promedio y desviación estándar de 113 varones de 12 a 16 años de edad que formaron parte del grupo estudiado.

Tabla 2.
Características generales de adolescentes varones de 12 a 16 años de un centro educativo particular.

	N	Promedio \pm D.E.
Variables básicas		
Edad (años)	113	14,45 \pm 1,32
Peso (kg)	113	61,89 \pm 11,4
Talla (cm)	113	163,39 \pm 8,09
Composición corporal		
% de Masa grasa	113	20,59 \pm 8,31
% de Masa muscular	113	41,44 \pm 3,49
Capacidad aeróbica VO2 máx. (ml/kg/min)	113	45,47 \pm 6,29

El grupo de estudio fue analizado según edad cronológica, considerando amplitudes de edad de un año.

A medida que la edad progresaba, el porcentaje de masa muscular también se incrementaba, excepto en los adolescentes de 16 años; mientras que el porcentaje de masa

grasa tuvo un comportamiento más fluctuante, con tendencia a la baja, excepto en el grupo de 14 años (gráfico 1).

Con respecto al VO₂máx, los valores más altos los presentaron los adolescentes de 13 y 15 años (Gráfico 2).

Gráfico 1.

Promedio y desviación estándar del porcentaje de masa grasa y porcentaje de masa muscular de adolescentes varones de 12 a 16 años de un centro educativo particular, según edad cronológica. Lima. 2012.

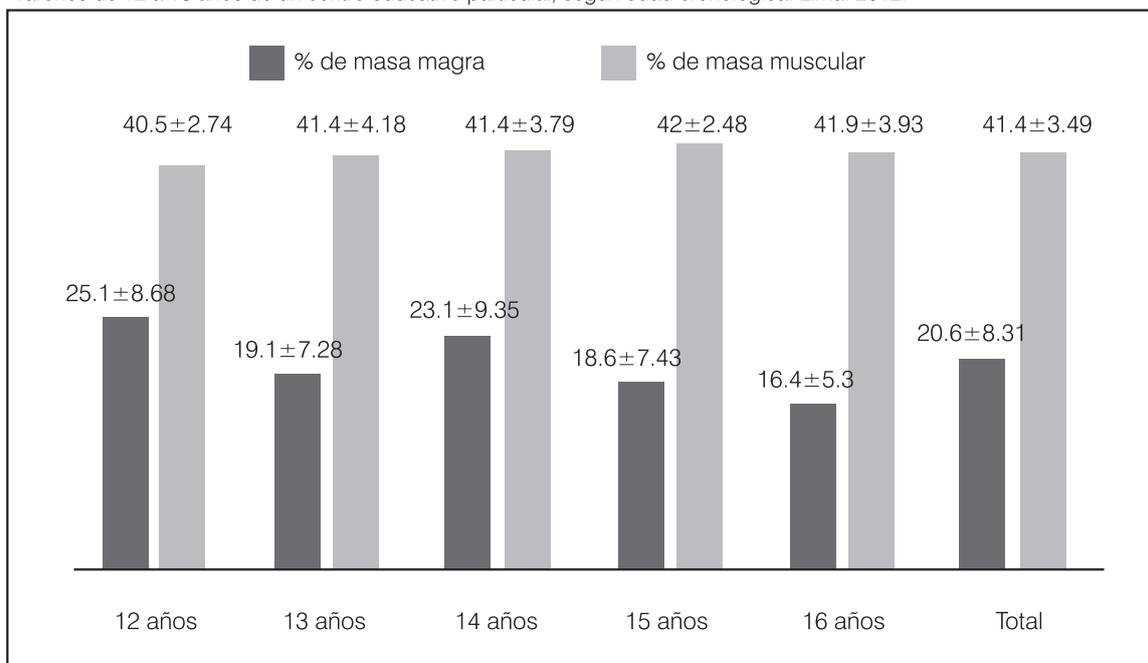
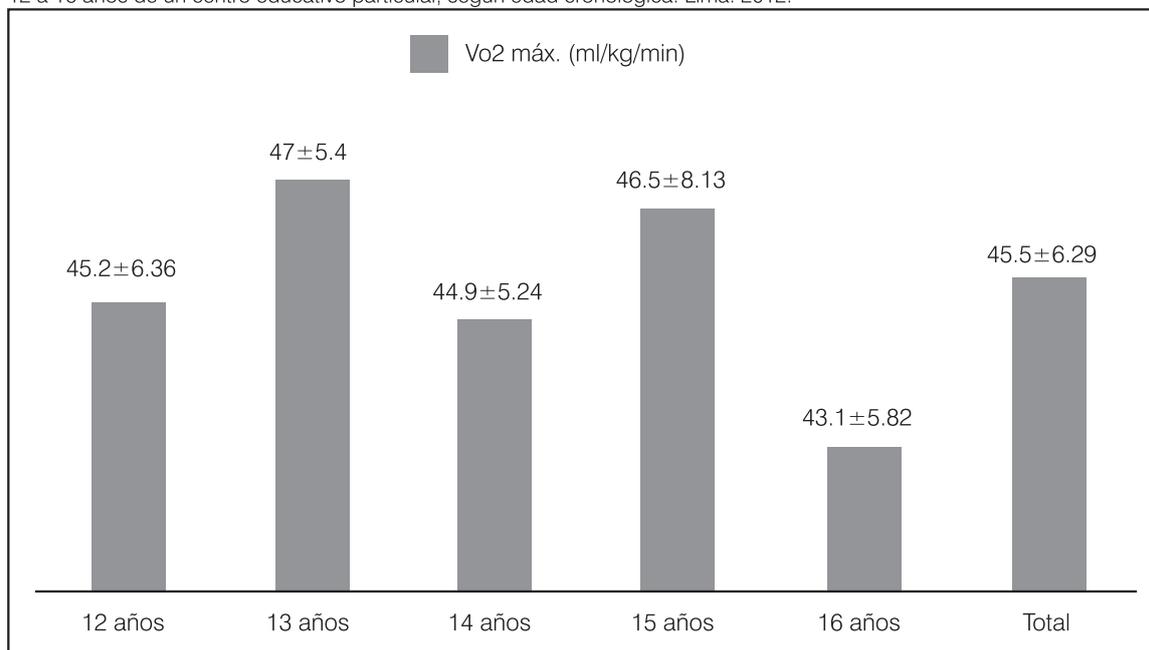


Gráfico 2.

Promedio y desviación estándar del VO2 máx, expresados en ml/kg/min, de los adolescentes varones de 12 a 16 años de un centro educativo particular, según edad cronológica. Lima. 2012.



Se categorizó a los adolescentes estudiados según su nivel de capacidad aeróbica, encontrándose que más de la mitad de la muestra estudiada (51.4%) presentó niveles de VO2Máx por debajo de la categoría "Bueno", mientras que casi una décima parte de la muestra se ubicó en la categoría "Muy pobre". Cabe señalar que la mayor parte de los evaluados (43,4%) se encontró en la categoría "Regular". (Tabla 3)

Se obtuvo una correlación positiva y significativa ($p < 0.01$) entre el porcentaje de masa muscular y VO2Máx ($r = 0,61$) y una correlación negativa y significativa ($p < 0.01$) entre el porcentaje de masa grasa y VO2Máx ($r = - 0.57$) en el grupo estudiado (113 varones) (Gráfico 3 y 4).

Tabla 3.
 Clasificación de la capacidad aeróbica de adolescentes varones de 12 a 16 años de un centro educativo particular. Lima. 2012.

Categoría	Punto de corte ml/kg/min	N	Porcentaje
Muy pobre	<35	8	7.1
Pobre	35.0 - 38.3	1	0.9
Regular	38.4 - 45.1	49	43.4
Bueno	45.2 - 50.9	32	28.3
Excelente	51.0 - 55.9	17	15.0
Superior	> 56.0	6	5.3
TOTAL		113	100

Gráfico 3.

Relación del porcentaje de masa muscular con el VO₂Máx. de adolescentes varones de 12 a 16 años de un centro educativo particular. Lima. 2012. (N=113).

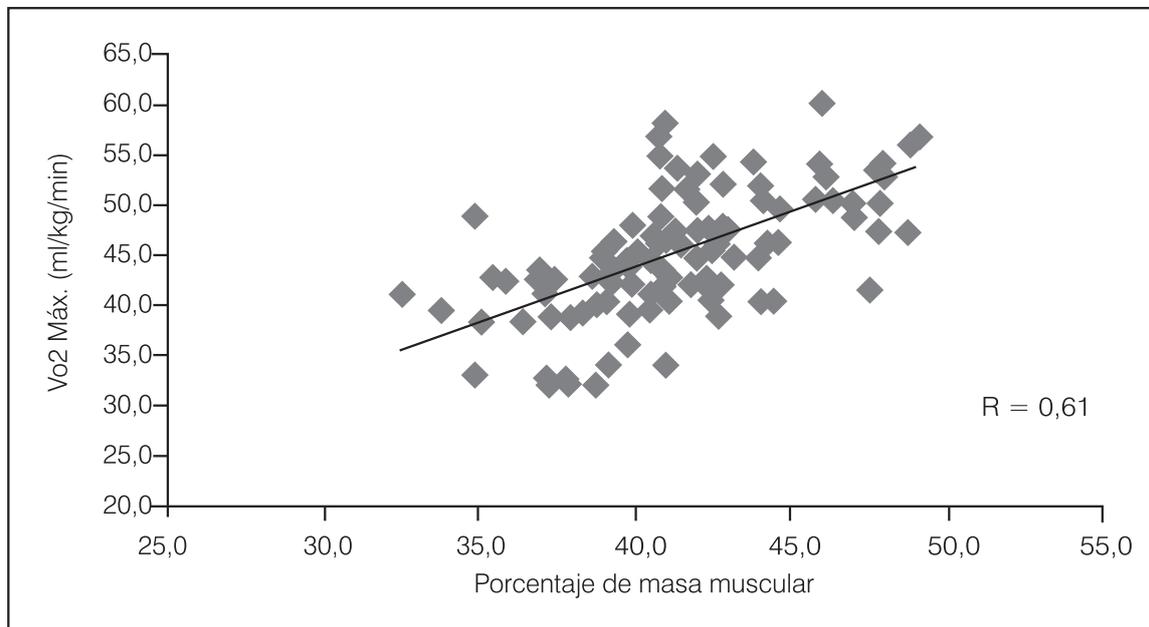
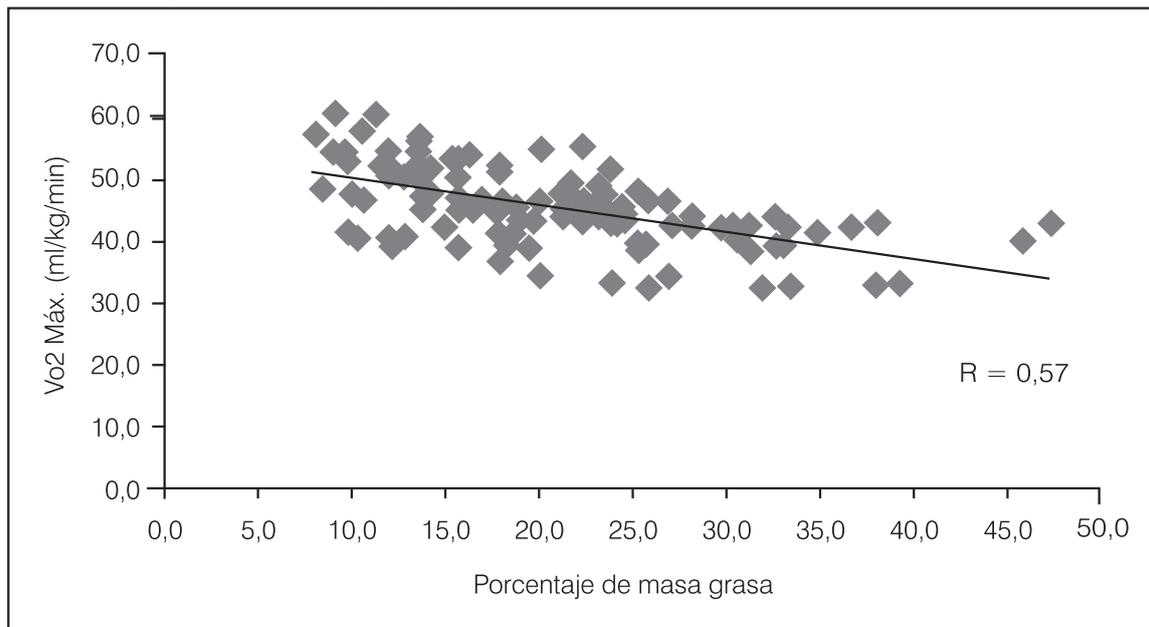


Gráfico 4.

Relación del porcentaje de la masa grasa con el VO₂Máx de adolescentes varones de 12 a 16 años de un centro educativo particular. Lima. 2012. (N=113).



Las correlaciones para las variables de composición corporal y capacidad aeróbica (VO₂Máx) presentaron una variación según la edad cronológica. La relación del porcentaje de masa grasa-VO₂Máx, si bien se mantuvo negativa, mostró una tendencia decreciente a medida que aumentaba la edad, excepto en el grupo de 16 años. Mientras que la relación del

porcentaje de masa muscular- VO₂ máx, se mantuvo positiva y mostró incrementos discretos a medida que la edad progresa. Todas las correlaciones mostradas en la Tabla 4 fueron significativas y variaron en fuerza de asociación desde “Moderada” hasta “Muy Alta” dependiendo de las variables relacionadas.

Tabla 4.
Coeficientes de correlación de Pearson de las relaciones porcentaje de masa grasa-VO₂Máx y porcentaje de masa muscular-VO₂Máx de adolescentes varones de 12 a 16 años según edad cronológica de un centro educativo particular. Lima. 2012

Edad cronológica	N	%MG - Vo2 Máx r	%MM - Vo2 Máx R
12	19	r=-0.88*	r=-0.62*
13	23	r=-0.75*	r=-0.72*
14	29	r=-0.53*	r=-0.65*
15	24	r=-0.48**	r=-0.68*
16	18	r=-0.61*	r=-0.66*

%MG = Porcentaje de masa grasa, %MM = Porcentaje de Masa Muscular
*Correlación es significativa p < 0,01. ** Correlación es significativa p < 0,05.

V. DISCUSIÓN

El promedio y desviación estándar del porcentaje de masa grasa del grupo estudiado fue de 20.59 ± 8.31 . Al comparar los resultados obtenidos con los de otras investigaciones, podemos observar que la media del porcentaje de masa grasa, evaluada con la fórmula de Slaughter (14,15) para poblaciones de adolescentes varones, varía entre 17,7% y 26.03%, por lo que los valores encontrados en el presente estudio se encuentran dentro del rango. Es notable destacar la gran variabilidad que existe entre diferentes poblaciones aun siendo evaluados con la misma fórmula. De hecho, los resultados obtenidos por el estudio español AVENA (15) son los que mayor similitud guardan con los obtenidos por nuestro trabajo.

El promedio obtenido del porcentaje de masa muscular en adolescentes fue de 41.44 ± 3.49 . En la literatura, son pocos los estudios que han valorado el componente muscular. Uno de ellos, es el de Ramírez-Lechuga (7), quien empleando la fórmula de Poortmans encontró un promedio de 47.11% de masa muscular para adolescentes varones, valor mucho mayor al hallado en la presente investigación.

Para evaluar la variación de la masa grasa y muscular en función de la edad, se dividió a los sujetos evaluados en cinco subgrupos. A medida que la edad aumentó, el porcentaje de masa grasa mostró una tendencia decreciente, lo cual es concordante con otros estudios (15,16). Sólo el grupo de 14 años exhibió un ligero incremento del porcentaje de masa grasa, siendo este grupo el que mayor desviación estándar presentó. Este fenómeno puede ser explicado, tentativamente, considerando que a la edad pico de crecimiento en talla (PHV), que en los varones se presenta en promedio a los 14 años (2) le sigue con un retraso de 2 a 5 meses un pico de crecimiento en peso (PWV), que si bien generaría un mayor incremento de la masa corporal total a expensas del componente muscular y óseo, podría también generar la mecanismos suficientes, como el incremento del apetito (17,18) y otros, que condicionen un depósito de grasa considerable si los nutrientes que son aportados en estas circunstancias temporales no guardan una relación o balance adecuado. Hay que recordar que la metodología del estudio no evaluó la madurez sexual por lo que no existe forma de precisar si los sujetos de este grupo ya habían alcanzado

el estallido puberal.

Con respecto al porcentaje de masa muscular, éste mostró un ligero incremento a medida que aumentaba la edad, tendencia que se observó de forma similar con los datos reportados por diversos autores (15, 19, 20).

La capacidad aeróbica expresada en términos relativos a la masa corporal (ml/kg/min) con respecto a la edad cronológica no mostró una tendencia uniforme. Estos hallazgos son similares a los observados en estudios transversales en donde el VO₂Máx presentó reducciones e incrementos cambiantes con respecto a la edad (21,22).

Por otro lado es relevante mencionar que cuando se evaluó la capacidad aeróbica del grupo estudiado considerando el promedio del VO₂Máx y la desviación estándar, el valor obtenido se encontró dentro de las categorías "Regular" y "Bueno", según las clasificaciones establecidas por Cooper (17), sin embargo, al obtener los porcentajes correspondientes a cada categoría de aptitud aeróbica, más de la mitad de los sujetos evaluados se encontraron por debajo de la categoría "Bueno". Estos resultados revelan la baja condición aeróbica del grupo evaluado, lo que constituye un problema considerando que la capacidad aeróbica es usada en la actualidad no solo para valorar la capacidad física sino también para predecir factores de riesgo como presión arterial sistólica, triglicéridos séricos, relación colesterol total/HDL y resistencia a la insulina en adolescentes, para lo que se han desarrollado puntos de corte utilizando el VO₂Máx, en donde el valor obtenido fue menor igual a 45mlO₂/kg/min (20,21).

Coincidentemente, este valor define los límites entre la categoría "Regular" y "Bueno" según la clasificación de Cooper(13), por lo que resultan aún más preocupantes los hallazgos ya que más del 50% de los evaluados se encontraría por debajo de este valor, que definiría un alto riesgo cardiovascular, siendo los adolescentes de 14 y 16 años los más afectados por esta situación.

Las diferentes investigaciones en la literatura muestran valores de VO₂Máx superiores (7,23) a los encontrados por nuestro trabajo, no

obstante, estos han sido expresados solo en términos de promedio aritmético y no como distribuciones porcentuales según nivel de capacidad aeróbica.

Aun cuando la relación entre la capacidad aeróbica y las masas corporales, muscular y grasa, sobre todo para ésta última, ha sido descrita con anterioridad (24,25), este es el primer trabajo que estudió mencionada relación en una población de adolescentes con características no deportivas en el Perú.

A priori esperábamos encontrar una relación inversa entre la masa grasa y capacidad aeróbica y directa entre la masa muscular y capacidad aeróbica. Estos supuestos fueron confirmados por nuestros hallazgos, mostrando en ambos casos relaciones significativas ($p < 0.05$) y con un grado de asociación "Alto" para el grupo de estudio en general, mientras que en los subgrupos según edad cronológica, la fuerza de asociación varió desde "Moderado" hasta "Muy Alto", según la categorización establecida por diversos autores (26,27).

Debido a la importancia de conocer si la relación de las variables en estudio cambiaba con la edad, se realizaron los análisis de correlación para cada subgrupo de edad. Los resultados mostraron que la correlación entre la masa grasa y capacidad aeróbica se mantuvo negativa, pero fue disminuyendo la fuerza de asociación a medida que la edad se incrementó, mientras que la correlación para las variables masa muscular y capacidad aeróbica, se mantuvo positiva y fue incrementándose de manera discreta entre cada grupo de edad. Una primera aproximación para explicar este comportamiento es que a medida que la edad progresa el componente graso se hace cada vez menos determinante (sin dejar de ser importante) para influenciar la capacidad aeróbica, mientras que la masa muscular va cobrando progresivamente una importancia mayor. No obstante, los hallazgos de la presente investigación muestran una notable reducción de la fuerza de asociación de la relación porcentaje de masa grasa-VO₂Max que fue más importante que el aumento de la fuerza de asociación de la relación porcentaje de masa muscular-VO₂Máx, lo que podría ser

explicado observando que los porcentajes de masa grasa disminuyeron mucho más de lo que aumentaron los de masa muscular entre subgrupos de edad. Aún si la masa muscular encontrada en los sujetos evaluados hubiese sido mayor, es probable que la fuerza de asociación para la relación porcentaje de masa muscular-VO₂Máx no hubiese sido significativamente mayor, considerando que, tal como ha sido ya descrito, son los factores centrales más que los periféricos los que limitan tanto en niños y adolescentes como en adultos el VO₂max (43) (44).

Por otro lado, la fuerza de asociación entre la capacidad aeróbica y masa grasa mostró magnitudes mayores cuando esta manifestó valores más altos y fue decreciendo en medida que la masa grasa decrecía. Estos hallazgos sugerirían que a) La correspondencia entre capacidad aeróbica y masa grasa se encuentra en la categoría de "Muy Alto" cuando los valores de grasa corporal son altos y que esta

asociación se hace cada vez menos fuerte (sin dejar de ser importante) a medida que estos valores decrecen y que; b) a edades más avanzadas, otros factores, como el aumento de las dimensiones cardíacas (28,29), explicarían mejor la relación con la capacidad aeróbica, que el incremento de la masa muscular.

En conclusión:

La relación de las variables masa muscular y masa grasa con la capacidad aeróbica en la muestra tuvo una fuerza de asociación "Alta" siendo positiva para la masa muscular y negativa para la masa grasa y significativa en ambos casos.

Recibido el 02 de Diciembre del 2013.

Aceptado para Publicación el 12 de Diciembre del 2013.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rupich, R. Gender and race differences in bone mass during infancy. *Calcif Tissue Int.* 1996; 58: 396.
2. Del Rosso S. Fisiología de la maduración y el crecimiento. Curso a distancia de entrenamiento en poblaciones infanto-juveniles. Primera edición. [Manual], Argentina: Grupo Sobreentrenamiento; 2010.
3. Krahenbuhl, G. S., Skinner, J. S. & Kohrt, W. M. Developmental aspects of maximal aerobic power in children. *Exerc Sport Sci Rev.* 1985; 13:503-38.
4. Ministerio de Salud. Un gordo problema: Sobrepeso y Obesidad en el Perú. Lima: MINSA; 2012.
5. Ministerio de Salud. Encuesta global de salud escolar. Resultados Perú -2010. Lima: MINSA, 2011.
6. Eisenmann JC, Welk GJ, Ihmels M, Dollman J. Fatness, fitness and cardiovascular disease risk factors in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39(8):1251-1256.
7. Ramírez-Lechuga J, Zabala DM, Sánchez-Muñoz C, García PL, Femia MP. Relación entre capacidad aeróbica e índices antropométricos y de composición corporal en adolescentes de granada capital. En: IV Congreso Internacional y XXV Nacional de Educación Física; 2, 3, 4 y 5 de abril del 2008. Palacio de Exposiciones y Congresos de Córdoba: Universidad de Córdoba; 2008.
8. Poortmans J, Boisseau N, Moraine J, Moreno-Reyes R, Goldman S. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37:316-2.
9. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. International Standards for Anthropometric Assessment. Australia: Secretary-General, School of Physical Education, Exercise and Sports Studies, 2001.
10. Slaughter M, Lohman T, Boileau R, Horswill C, Stillman R, Van Loan M, et al. Skinfold equation for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 1988; 60:709-23.
11. Armstrong, N, et al. Aerobic Fitness. In: Armstrong, N & Van Mechelen, W, editors. *Paediatric Exercise Science and Medicine*, 2nd ed. Oxford University Press. 2008.
12. Leger L., Mercier D., Gadoury C., Lambert J. The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sport Sciences.* 1988;6: 93-101.
13. Cooper, Kenneth. *The Aerobic Way*. New York: Batam Books, Inc; 1977.
14. Berral De la Rosa F. Estudio de la composición corporal en escolares de 10 a 14 años. *Revista Brasileira de Cineantropometria&Desempenho Humano.* 2001; 3(1):20-23.
15. Moreno LA, Mesana MI, González-Gross M, Gil CM, Fleta J, Wärnberg J, et al. Anthropometric body fat composition

- reference values in Spanish adolescents. The AVENA Study. *Eur J Clin Nutr*, 2006; 60, 191–196.
16. Cintra I, Luis de Moraes FG, de Sousa VA, Zanetti PM, Fisberg M, de Souza VM. Bodyfat percentiles of Brazilian adolescents according to age and sexual maturation: a cross-sectional study. *BMC Pediatr*, 2013; 13 (1): 96-104.
 17. Lloyd B, Ravi P, Mendes N, Klibanski A, Misra M. Peptide YY levels across pubertal stages and associations with growth hormone. *The Journal Of Clinical Endocrinology And Metabolism*, 2010; 95(6): 2957-2962.
 18. King N, Gibbons C, Martins C. Ghrelin and obestatin concentrations during puberty: relationships with adiposity, nutrition and physical activity. *Med Sport Sci*. 2010; 55, 69-81.
 19. McCarthy H, Samani-Radia D, Jebb S, Prentice A. Skeletal muscle mass reference curves for children and adolescents. *PediatrObes*, 2013.
 20. Wells J, Williams J, Chomtho S, Darch T, Grijalva-Eternod C, K y cols. Body-composition referencedatafor simple andreference techniques and a 4-component model: a new UK reference child. *Am J Clin Nutr*, 2012, 96(6): 1316-1326.
 21. Andersen, K. L., Seliger, V., Rutenfranz, J & Mocellin, R. Physical performance capacity of children in Norway. Part I. Population parameters in a rural inland community with regard to maximal aerobic power. *Eur J ApplPhysiolOccup Physiol*. 1974b, 33, 177-95.
 22. Spurr GB, Reina JC, Barac-Nieto M & Maksud MG. ;Maximum oxygen consumption of nutritionally normal White, mestizo and black Colombian boys 6-16 years of age. *Hum Biol*. 1982, 54, 553-74.
 23. Ortega F, Ruiz J, Hurtig-Wennlo H, Vicente-Rodríguez G, Rizzo N, Castillo J. Cardiovascular fitness modifies the associations between physical activity and abdominal adiposity in children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Br J SportsMed* 2010; 44: 256–262.
 24. Ramos N y Zubeldía G. Masa Muscular y Masa Grasa, y su relación con la Potencia Aeróbica y Anaeróbica en Futbolistas de 18 a 20 años de Edad. *PubliCE Standard*. [Revista en línea] 2003 [Consultado 10 Junio 2013]. Disponible en: <http://g-se.com/es/antropometria/articulos/masa-muscular-y-masa-grasa-y-su-relacion-con-la-potencia-aerobica-y-anaerobica-en-futbolistas-de-18-a-20-anos-de-edad-parte-i-171>
 25. Zubeldía G y Mazza O. Masa Muscular y su Relación con las Capacidades Funcionales en Futbolistas de 16 – 17 años pertenecientes a Racing Club. *PubliCE Standard*. [Revista en línea] 2005 [Consultado 10 Junio 2013]. Disponible en: <http://g-se.com/es/entrenamiento-en-futbol/articulos/masa-muscular-y-su-relacion-con-las-capacidades-funcionales-en-futbolistas-de-16-17-anos-pertenecientes-a-racing-club-517>
 26. Cohen, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. New Jersey: Lawrence Erlbaum; 1988.
 27. Hopkins, WG. *A new view of statistics*. [Monograph on the internet]. Internet Society for Sport Science; 2000 [cited 10 June 2013]. Available from: <http://www.sportsci.org/resource/stats/>.
 28. Malina RM and Bouchard C. *Growth, maturation and physical activity*. Human Kinetics Publishers, Champaign, IL 1991.
 29. Eisenmann JC, Katzmarzyk PT, Thériault G, Song TM, Malina RM, Bouchard C. Cardiac dimensions, physical activity, and submaximal working capacity in youth of the Québec Family Study. *Eur J ApplPhysiol*. 2000; 81(1-2):40-6.

Correspondencia:

Jamee Guerra Valencia
951295676

JR. Santa Nicerata 287 Urb Pando 3° etapa- Cercado de Lima