

Selected Papers from Impact

# Capacidad Aeróbica y Anaeróbica en Estudiantes Varones Según Edad y Etapa Puberal

## Aerobic and Anaerobic Capacity of Male Students According to Age and Pubertal Stage

José Fernando Vila Nova de Moraes<sup>1</sup>, Priscila Leopoldina Oliveira Batista<sup>1</sup>, Maria Auricelia Ferreira Marques da Silva<sup>1</sup>, Edna Ferreira Pinto<sup>1</sup>, Leidjane Pereira Siqueira<sup>1</sup>, Camila Maria Menezes Almeida<sup>1</sup>, Filipe Pitágoras Rodrigues Magalhães<sup>1</sup>, Francinete Deyse dos Santos<sup>1</sup>, Jéssica Thayani Santos Brandão<sup>1</sup>, Equinaldo Vinícius de Carvalho Lima<sup>1</sup> y Ferdinando Oliveira Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Educação Física/Universidade Federal de Vale do São Francisco, Petrolina, Brasil

### RESUMEN

El propósito de este estudio fue investigar la influencia de la etapa puberal en la capacidad aeróbica y anaeróbica de los estudiantes varones. Para ello, 36 sujetos ( $47,88 \pm 10,63$  kg;  $1,61 \pm 0,11$  m;  $18,3 \pm 2,86$  kg•m<sup>-2</sup>;  $12,64 \pm 0,93$  años) realizaron dos tests: (a) Yo-Yo Test de Resistencia Nivel 1; y (b) Test de Sprint Anaeróbico Basado en la Carrera (RAST). Además, se midió la masa corporal y la estatura de los sujetos, se calculó el índice de masa corporal (IMC) y se auto-refirió su etapa puberal. Se realizó un análisis descriptivo de los datos (media  $\pm$  desviación estándar) y un ANOVA unidireccional con post hoc de Bonferroni para la comparación de los tests entre las etapas puberales y las edades. El nivel de significación adoptado fue de  $P \leq 0,05$  y el software utilizado fue el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS), versión 15.0. Los hallazgos indican que los sujetos mayores en las Etapas puberales 4 y 5 fueron más rápidos y presentaron una mayor velocidad, potencia y fuerza en comparación con los sujetos más jóvenes. Por lo tanto, las etapas puberales influyen en los niveles de capacidad aeróbica y anaeróbica en los individuos en edad escolar.

**Palabras Clave:** Capacidad Aeróbica, Capacidad Anaeróbica, Etapa Puberal, Estudiantes

### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the influence of pubertal stage on aerobic and anaerobic capacity of male students. In order to do so, 36 subjects ( $47.88 [+ \text{ or } -] 10.63$  kg;  $1.61 [+ \text{ or } -] 0.11$  m;  $18.33 [+ \text{ or } -] 2.86$  kg\*[m.sup.-2];  $12.64 [+ \text{ or } -] 0.93$  yrs) performed two tests: (a) Yo-Yo Endurance Test Level 1; and (b) Running-Based Anaerobic Sprint Test (RAST). In addition, the subjects had their body mass and stature measured, body mass index (BMI) calculated, and self-referred their pubertal stage. Descriptive data analysis (mean [+ or -] standard deviation) and One-Way ANOVA with Bonferroni's post hoc were performed for comparison of the tests between pubertal stages and ages. The significance level adopted was  $P[\text{less than or equal to}]0.05$  and the software used was the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS),

version 15.0. The findings indicate that the older subjects in the pubertal Stages 4 and 5 were faster and presented higher speed, power, and force when compared to the younger subjects. Thus, pubertal stages influence levels of aerobic and anaerobic capacity in school children.

**Keywords:** Aerobic Capacity, Anaerobic Capacity, Pubertal Stage, Students

## INTRODUCCIÓN

---

En niños y adolescentes, la edad cronológica no siempre corresponde a la edad biológica. Por lo tanto, para analizar las respuestas físicas a ciertos tipos de ejercicio, es importante considerar las diferentes etapas puberales (17). De acuerdo con Rauch et al. (16), una edad prematura de la velocidad pico de altura puede influir positivamente en la participación de actividades físicas debido al aumento de la fuerza y la masa muscular. Además, cuando la actividad física y los deportes se realizan regularmente, pueden aumentar significativamente la densidad ósea, el sistema cardiovascular, la fuerza muscular y la salud psicológica de los atletas (5).

La aptitud física y el entrenamiento, por lo tanto, pueden influir en el proceso o crecimiento y maduración en niños y adolescentes. Durante la adolescencia, el período posterior al inicio de la pubertad durante el cual un joven se desarrolla de un niño a un adulto, el joven adulto es sensible a la influencia de los factores ambientales y de comportamiento. Esta es la razón por la cual la evaluación de los índices de aptitud física con respecto al rendimiento físico y atlético puede ayudar a promover la actividad física durante esta etapa de la vida y en el futuro (9).

La evaluación de la aptitud física ha sido objeto de investigación durante décadas, especialmente en relación con el desarrollo de tests específicos con el objetivo de medir la condición física de las personas. Como ejemplo, el Yo-Yo Test de Resistencia ha sido considerado una excelente herramienta para monitorear las adaptaciones que ocurren debido al entrenamiento deportivo (15). Este test se usa para evaluar la capacidad de los jugadores para realizar repetidamente ejercicios de alta intensidad (4), y se ha utilizado ampliamente debido a su especificidad y practicidad (11).

Por otro lado, el Test de Sprint Anaeróbico Basado en la Carrera (RAST) se ha utilizado para evaluar la capacidad anaeróbica. De acuerdo con Zagatto et al. (18), es un test simple que es muy confiable para determinar el rendimiento anaeróbico en los corredores (dado que la ejecución se asemeja a los movimientos realizados en el test en sí) (6). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue investigar la influencia de la edad y la etapa puberal en los parámetros de capacidad aeróbica y anaeróbica de los estudiantes varones.

## MÉTODOS

---

### Sujetos

Los participantes fueron 36 estudiantes varones de la ciudad de Juazeiro, Bahía, Brasil, que tenían entre 11 y 14 años de edad. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Federal de Vale do São Francisco bajo el protocolo número 0006/220115 CEDEP/UNIVASF.

### Procedimientos

Los sujetos realizaron dos tests: (a) Yo-Yo Test de Resistencia Nivel 1; y (b) Test de Sprint Anaeróbico Basado en la Carrera (RAST). El Yo-Yo Test de Resistencia Nivel 1 consiste en correr hacia adelante y hacia atrás en una distancia previamente marcada de 20 m, mientras se intenta seguir el sonido (pitidos) que reproduce un sistema de sonido. A medida que el test continúa, los intervalos entre los pitidos se acortan, haciendo que el sujeto corra más rápido. El test finaliza cuando los sujetos ya no pueden seguir el ritmo de los pitidos. Todos los resultados fueron registrados en una hoja específica. La capacidad aeróbica de cada sujeto (en mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) se calculó de acuerdo con la bibliografía (3,4). Durante el RAST, los sujetos realizaron seis sprints de 35 m con un intervalo de 10 segundos entre cada sprint. La duración de cada sprint fue registrada. Luego, la velocidad, la aceleración, la fuerza y la potencia se calcularon más tarde (7).

### Análisis Estadísticos

Los datos fueron analizados usando estadística descriptiva (media ± desviación estándar). Posteriormente, se realizó un

ANOVA unidireccional para comparar las variables según la edad y la etapa puberal. El nivel de significación estadística adoptado fue  $P < 0,05$ , y el software utilizado para analizar los datos fue la versión 15.0 de SPSS.

## RESULTADOS

Treinta y seis estudiantes varones de 11 a 14 años de edad participaron en este estudio. Sus principales características se muestran en la Tabla 1. Cinco de los sujetos (13,9%) estaban en la Etapa puberal 2, 14 (38,9%) estaban en la Etapa 3, 13 (36,1%) estaban en la Etapa 4, y 4 (11,1%) estaban en la Etapa 5.

**Tabla 1.** Principales Características de los Participantes (N = 36).

Variable	Media $\pm$ Desviación Estándar
Edad (años)	12,64 $\pm$ 0,93
Masa Corporal (kg)	47,88 $\pm$ 10,63
Altura (m)	1,61 $\pm$ 0,11
Índice de Masa Corporal ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )	18,33 $\pm$ 2,86

La Tabla 2 presenta los resultados de los tests de capacidad aeróbica y anaeróbica según la edad de cada sujeto. Los resultados mostraron que los sujetos que tenían 14 años de edad presentaban valores de potencia y fuerza significativamente más altos que los sujetos de 11 y 12 años. Los estudiantes de 13 años mostraron mayor potencia y fuerza en comparación con los estudiantes de 11 años.

**Tabla 2.** Valores de la Capacidad Aeróbica y Anaeróbica Según Edad (Media  $\pm$  DE).

Edad (años)	$\text{VO}_2\text{máx}$ ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )	Duración (seg)	Velocidad ( $\text{m}\cdot\text{seg}^{-1}$ )	Potencia (W)	Fuerza (N)	Aceleración ( $\text{m}\cdot\text{seg}^{-2}$ )
11 años (n=6)	33,33 $\pm$ 7,85	7,16 $\pm$ 0,69	4,93 $\pm$ 0,48	25,35 $\pm$ 5,00	5,09 $\pm$ 0,61	0,14 $\pm$ 0,01
12 años (n=6)	32,72 $\pm$ 7,67	7,49 $\pm$ 0,86	4,74 $\pm$ 0,54	29,81 $\pm$ 7,06	6,22 $\pm$ 1,29	0,14 $\pm$ 0,02
13 años (n=19)	37,97 $\pm$ 6,88	6,69 $\pm$ 0,78	5,31 $\pm$ 0,55	40,11 $\pm$ 10,60*	7,46 $\pm$ 1,48*	0,15 $\pm$ 0,02
14 años (n=5)	37,30 $\pm$ 4,22	6,33 $\pm$ 0,46	5,56 $\pm$ 0,39	51,61 $\pm$ 11,29*†	9,21 $\pm$ 1,78*†	0,16 $\pm$ 0,01

\* $P < 0,05$  a 11 años de edad; † $P < 0,05$  a 12 años de edad

La Tabla 3 muestra los resultados de los tests de capacidad aeróbica y anaeróbica de acuerdo con la etapa puberal de cada sujeto. Los hallazgos indican que los sujetos en la Etapa 5 fueron más rápidos y realizaron la carrera de 35 m en menos tiempo que los sujetos en la Etapa 2. Respecto a la fuerza y la potencia, los sujetos en las Etapas 4 y 5 presentaron valores significativamente más altos que los sujetos en la Etapa puberal 2 y 3. Los sujetos en las Etapas 4 y 5 presentaron una aceleración significativamente mayor en comparación con los sujetos en la Etapa 2.

**Tabla 3.** Capacidad Aeróbica y Anaeróbica Según Etapa Puberal (Media ± DE).

<b>Etapa Puberal</b>	<b>VO<sub>2</sub>máx (mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)</b>	<b>Duración (seg)</b>	<b>Velocidad (m·seg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Fuerza (N)</b>	<b>Aceleración (m·seg<sup>-2</sup>)</b>
<b>Etapa 2 (n=5)</b>	29,96±6,11	7,62±0,72	4,64±0,42	21,94±4,13	4,70±0,60	0,13±0,01
<b>Etapa 3 (n=14)</b>	35,98±6,10	6,94±0,61	5,10±0,42	32,33±5,96	6,30±0,97	0,15±0,01
<b>Etapa 4 (n=13)</b>	38,15±8,04	6,65±0,94	5,36±0,65	44,63±9,72*†	8,24±1,09*†	0,15±0,02*
<b>Etapa 5 (n=4)</b>	38,65±3,40	6,22±0,40*	5,66±0,34*	53,29±11,47*†	9,39±2,03*†	0,16±0,01*

\*P<0,05 a Etapa puberal 2; †P<0,05 a la Etapa puberal 3

## DISCUSIÓN

El presente estudio mostró que los sujetos mayores (de 13 y 14 años) presentaban una potencia y fuerza significativamente mayores en comparación con los sujetos que tenían 11 años de edad. Además, los sujetos en una etapa puberal más avanzada, Etapas 4 y 5, fueron más rápidos y produjeron más potencia y fuerza que los sujetos en una etapa puberal inferior.

De acuerdo con la bibliografía, el crecimiento produce cambios físicos, como el aumento de la altura, la masa corporal, la masa corporal magra y el ensanchamiento de los hombros; todo lo que aumenta la figura del cuerpo (8). Además del crecimiento en sí mismo, los factores sociales, económicos y culturales tienen un papel importante en el crecimiento, los cambios físicos y la capacidad atlética de una persona joven (1).

Otros estudios han informado resultados similares a los hallazgos presentados en este estudio. Kobal et al. (10), por ejemplo, analizaron jugadores de rugby de cuatro categorías diferentes (sub 15, sub 17, sub 19 y profesionales). Se informó un aumento en la fuerza y la agilidad con un aumento de la edad, lo que apoya el "factor edad" en la adaptación de los sujetos al entrenamiento específico y a los procesos biológicos relacionados con la pubertad (14).

Con respecto a la etapa puberal, se sabe que durante la pubertad hay incrementos en la velocidad y la fuerza. Sin embargo, todo el proceso de crecimiento parece influir en el desarrollo de la velocidad máxima (13). Por lo tanto, existe la hipótesis de que antes del crecimiento acelerado algunas habilidades se reducen, lo que lleva a un patrón de crecimiento diferente. Sin embargo, un programa de entrenamiento específico y bien planificado puede disminuir estas diferencias. Es extremadamente importante tener en cuenta las etapas puberales al prescribir actividad física en niños y adolescentes (13), especialmente en términos de expectativa de su progreso y permanencia en el programa deportivo. Aunque los tests utilizados en el presente estudio son indirectos y estiman las variables a través de varias ecuaciones, están bien documentados en la bibliografía y son de fácil aplicación (4,6).

### Limitaciones de Este Estudio

La principal limitación en este estudio es el bajo número de sujetos (n = 36). Además, el hecho de que solo se evaluaron varones jóvenes nos lleva a la pregunta de si es probable que las mujeres jóvenes respondan de la misma manera. Este punto es importante y, por lo tanto, los hallazgos actuales deben interpretarse con cautela, ya que no representan a la población femenina de estudiantes escolares.

## CONCLUSIONES

---

Los hallazgos indican que los sujetos mayores en las Etapas puberales 4 y 5 fueron más rápidos y presentaron una mayor velocidad, potencia y fuerza en comparación con los sujetos más jóvenes. Por lo tanto, las etapas puberales influyen en los niveles de capacidad aeróbica y anaeróbica en los estudiantes escolares.

**Dirección de correo:** José Fernando Vila Nova de Moraes, PhD, College of Physical Education, Federal University of Vale do São Francisco, Av. José de Sá Maniçoba, s/n, Centro, ZIP CODE: 56304-205, Petrolina - PE, Brazil. Email: josefernando.moraes@univasf.edu.br

## REFERENCIAS

---

1. Bacil, EDA, Mazzardo OJ, Rech CR, et al. (2015). Atividade física e maturação biológica: Uma revisão sistemática. *Rev Paul Pediatr.* 2015;33(1):114-121.
2. Bangsbo J. Yo-Yo Tests. (1996). HO+Storm, Copenhagen, Denmark and Tocano Music A/S, Smorum, Denmark.
3. Bangsbo J. (1994). Fitness Training in Football: A Scientific Approach. *August Krogh Inst., University of Copenhagen.*
4. Bangsbo J, Iaia FM, Krstrup P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med.* 2008;38(1):37-51.
5. Cheng LA, Mendonca G, Farias Junior JC de. (2014). Physical activity in adolescents: Analysis of social influence of parents and friend. *J Pediatría.* 2014;90(1):35-41.
6. Costa Junior EF da, Souza LM. (2015). Relação entre potência aeróbia e anaeróbia de atletas praticantes de corridas de fundo. *Corpus et Scientia.* 2015;11(2):79-87.
7. Draper N, Whyte G. (1997). Here's a new running based test of anaerobic performance for which you need only a stopwatch and a calculator. *Peak Perform.* 1997;96:3-5.
8. Erlandson MC, Sherar LB, Mosewich AD, Kowalski KC, Bailey DA, Baxter-Jones AD. (2011). Does controlling for biological maturity improve physical activity tracking? *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43:800-807.
9. Guedes DP. (2011). Crescimento e desenvolvimento aplicado à Educação Física e ao Esporte. *Revista brasileira de Educação Física e Esporte.* 2011;25:127-140.
10. Kobal R, Nakamura FY, Moraes JE, et al. (2016). Physical performance of Brazilian rugby players from different age categories and competitive levels. *J Strength Cond Res.* 2016;30(9):2433-2439.
11. Krstrup P, et al. (2003). The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(4):697-705.
12. Marshall WA, Tanner JM. (1970). Variations In the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child.* 1970;45:13-23.
13. Meyers RW, Oliver JL, Hughes M, et al. (2016). The influence of maturation on sprint performance in boys over a 21-month period. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;2555-2562.
14. Meylan CMP, Cronin JB, Oliver JL, et al. (2014). The effect of maturation on adaptations to strength training and detraining in 11-15-years-olds. *Scand J Med Sci Sports.* 2014; 24:156-164.
15. Rampinini E, Sassi A, Assalin A, et al. (2010). Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. *Europ J Appl Physiol.* 2010;108:401-409.
16. Rauch F, Bailey DA, Baxter-Jones A, Mirwald R, et al. (2004). The 'muscle-bone unit' during the pubertal growth spurt. *Bone.* 2004;34:771.
17. Soares NMM, Silva RJS, Melo EV, Oliveira ACC. (2014). Influência da maturação sexual na aptidão cardiorrespiratória em escolares. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano.* 2014;16(2):223-232.
18. Zagatto AM, et al. (2009). Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance. *J Strength Cond Res.* 2009;23(6):182-187.

### Cita Original

Moraes JFVN, Batista PLO, Silva MAFM, Pinto EF, Siqueira LP, Almeida CMM, Magalhaes FPR, Santos FD, Brandao JTS, Lima EVC, Carvalho FO. Aerobic and Anaerobic Capacity of Male Students According to Age and Pubertal Stage. *JEPonline* 2018; 21(2):84-89.