

## RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DURANTE EL JUEGO DE BALONCESTO EN PRE-ADOLESCENTES Y ADOLESCENTES

### PHYSIOLOGICAL RESPONSES BETWEEN A PRE-ADOLESCENTS AND ADOLESCENTS DURING A BASKETBALL GAME

#### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue comparar las respuestas fisiológicas entre un grupo de pre-adolescentes (GPA) y otro de adolescentes (GA) durante el juego de baloncesto. La muestra estaba compuesta por dieciséis participantes divididos en dos grupos de ocho. Para determinar la intensidad del esfuerzo se utilizó la medida de la frecuencia cardiaca (FC) durante el juego y del umbral anaeróbico (UA) durante un test previo de esfuerzo máximo en el tapiz rodante. Para analizar los datos obtenidos se utilizó el porcentaje del máximo consumo de oxígeno en el momento del UA (%MVO<sub>2</sub> UA), así como la clasificación de los sujetos en las zonas relativas al UA durante el tiempo de juego. Para el tratamiento estadístico fué utilizado el test "t" de *student* para muestras independientes y el nivel de significación fue de  $p < 0,05$ . Con respecto a los resultados encontrados de las FCs medias durante el juego, GPA = 169 lpm y GA = 170 lpm, las diferencias no fueron significativas ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, el % MVO<sub>2</sub> UA, así como las zonas del UA durante el juego presentaron diferencias significativas. ( $p < 0,05$ ). Se observó que los sujetos pertenecientes al GPA alcanzaron el 89,6% del MVO<sub>2</sub> UA y el 81% del tiempo del juego con FCs inferiores a las correspondientes al UA. Por otra parte, el GA obtuvo un 77,3% del MVO<sub>2</sub> UA y 41% del tiempo del juego con FCs con valores iguales o superiores a la zona del UA. Los resultados permiten concluir que los sujetos del GPA utilizan más el sistema aeróbico y el sistema anaeróbico alactácido (ATP-CP) durante el juego de baloncesto, a diferencia del GA que utilizó más el sistema anaeróbico glicolítico. Estos resultados deben ser considerados para la elaboración del plan de entrenamiento en esos grupos etarios.

**Palabras clave:** Umbral anaeróbico. Sistema anaeróbico alactácido. Sistema anaeróbico glicolítico.

#### SUMMARY

The purpose of this study was to compare physiological responses between a pre-adolescents (GPA) and adolescents (GA), during a basketball game. The sample was composed by sixteen participants that were divided into two groups of eight. The heart rate (HR) during the game and the anaerobic threshold (AT) were used to access the intensity of this activity. The heart rate was measured by a heart monitor and the ventilatory threshold was determined by an incremental exercise on a treadmill. On analysis of the data, classification of the subjects AT zones during the game was used. A student's t-test for independent samples was used to compare the mean between the two groups and the statistical significance was chosen as  $p < 0,05$ . The results founded in relation to mean HR = 169bpm and HR = 170bpm, to GPA and GA, respectively, were not significant ( $p < 0,05$ ). However, a significant difference ( $p < 0,05$ ) in percentage of VO<sub>2</sub> max during the AT and the zones of the AT during the game was founded. Thus, it was observed that GPA's subjects obtained 89,6% of VO<sub>2</sub> max during the AT and 81% of the game time with HRs below AT. But the GA's subjects obtained 77,3% of VO<sub>2</sub> max at the AT. The GPA's also played 41% of the time on or above the AT zone. Concluding, the results of this study suggest that GPA's subjects use more aerobic and anaerobic alactic system (ATP-CP) during a basketball game, while the GA's subjects tend to use more of the anaerobic glycolytic system. These results must be considered when the training program for these ages is elaborated.

**Key words:** Anaerobic threshold. Anaerobic alactic system. Anaerobic glycolytic system.

José Blanco  
Herrera

José Carlos  
de Brito Vidal  
Filho

Universidade  
Católica  
de Brasília  
Brasil

#### CORRESPONDENCIA:

José Blanco Herrera. Universidad Católica de Brasília. Quadra 103. Lote 05. Apto. 202. Aguas Claras. Brasília. DF. Brasil. Cep:72030-100

**Aceptado:** 29-05-2003

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha observado un aumento acentuado de investigaciones en el área de fisiología del ejercicio en niños y adolescentes. De acuerdo con Robergs & Roberts<sup>1</sup>, en las décadas del 80 y 90 se han publicado cinco veces más artículos sobre actividad física en ese grupo de edades en revistas especializadas que todo lo escrito anteriormente sobre el tema.

La actividad normal del niño es jugar, por lo que resulta frecuente que realicen actividades físicas que les permitan satisfacer esa necesidad y una de ellas sería el juego de baloncesto, que, sin dudas, es uno de los deportes colectivos más practicados en el mundo, pudiendo constituir un medio de incrementar la actividad física de niños y jóvenes de una manera saludable.

Para poder alcanzar este objetivo, se hace necesario conocer las características energéticas de este deporte para dosificar las cargas de entrenamiento de forma adecuada en las diferentes categorías de edad. Cuando analizamos los aspectos relacionados con el tamaño de la cancha (28 x 15m) y el tiempo de juego (40 min.), se deduce que sería necesario combinar velocidad de movimientos unido a una buena capacidad aeróbica que permita jugar con eficiencia durante todo el periodo de tiempo. En este sentido, Del Monte<sup>2</sup> clasificó el baloncesto como un deporte mixto (aeróbico-anaeróbico) donde se alternan las tres vías de producción de energía: aeróbica, anaeróbica aláctica y anaeróbica láctica.

Existe controversia en la bibliografía sobre cuál sería la fuente energética predominante en el juego de baloncesto. Así, tenemos los trabajos de Bonafonte<sup>3</sup>, donde resalta la importancia del sistema aeróbico que permitiría una mejor eficiencia de la técnica durante más tiempo de juego. Por otra parte, Stone<sup>4</sup> destaca que la mayor parte de las acciones del baloncesto son anaeróbicas, por lo que recomienda trabajos intervalados de alta intensidad.

Infelizmente, existen pocas referencias bibliográficas que aborden este problema bioener-

gético relacionado a niños y adolescentes. La mayoría de los trabajos están limitados a atletas adultos y fundamentalmente del sexo femenino<sup>5</sup>. Siendo así, este trabajo tiene por finalidad comparar las respuestas fisiológicas en el juego de baloncesto entre un grupo de pre-adolescentes y adolescentes, utilizando como indicadores la frecuencia cardíaca y el umbral anaeróbico.

## MATERIAL Y MÉTODO

El presente estudio fue realizado con atletas de baloncesto pertenecientes al Club Social Vizinhança de la ciudad de Brasilia, con una muestra seleccionada por 16 participantes del sexo masculino, divididos en dos grupos: 8 sujetos en la categoría de 10 a 12 años (grupo de pre-adolescentes) y 8 sujetos en la categoría de 15 a 16 años (grupo de adolescentes). Los dos grupos entrenaban, de media, tres veces por semana durante una hora y 30 minutos.

Todos los integrantes de la muestra contaban con más de dos años de entrenamiento y un porcentaje de asistencia superior al 75% en los últimos 3 meses de entrenamiento. El grupo de pre-adolescentes se encontraba entre los niveles 1 y 2 de maduración y el grupo de adolescentes entre los niveles 4 y 5 según los criterios de Tanner<sup>6</sup>, donde son establecidos cinco niveles en función de los caracteres sexuales secundarios de vello pubiano y desarrollo de los testículos por comparación de un patrón fotográfico.

Para la caracterización de la muestra, se determinó para cada grupo la media y desviación standard de la edad, talla, peso y porcentaje de grasa corporal utilizando la ecuación de Lohman<sup>7</sup>.

El test para la determinación del máximo consumo de oxígeno (MVO<sub>2</sub>) fue realizado en tapiz rodante modelo Super ATL (Embramed, Porto Alegre, RS), utilizando un analizador de gases VO<sub>2</sub>000 acoplado a un sistema computerizado ERGOPC Elite versión 2.0 (Micromed, Brasilia, DF), que permite evaluar cada 20 segundos indicadores como consumo de oxígeno

(VO<sub>2</sub>), eliminación de dióxido de carbono (VCO<sub>2</sub>), ventilación pulmonar (VE), coeficiente respiratorio (CR) y equivalentes ventilatorios para el oxígeno (VE/VO<sub>2</sub>) y para el dióxido de carbono (VE/VCO<sub>2</sub>). La frecuencia cardiaca (FC) fue registrada de manera continua por medio del sistema ERGOPC Elite versión 2.0.

El protocolo utilizado para la determinación del UA<sup>8,9</sup> fue de cargas progresivas sin inclinación del tapiz, comenzando con velocidad inicial de 8,0 km/h durante los primeros 90 segundos y aumentando posteriormente 0,8 km/h cada 30 segundos hasta alcanzar el UA, determinado por un aumento brusco del VE/VO<sub>2</sub> sin un aumento correspondiente del VE/VCO<sub>2</sub><sup>10</sup> con cifras de CR siempre superiores a 0,85, continuando el test con los mismos aumentos de cargas hasta alcanzar el MVO<sub>2</sub>. Este criterio es ratificado por Wilmore y Costill<sup>11</sup>, que plantean que el UA puede ser determinado por la identificación del punto en el cual la ventilación pulmonar (VE) para el VO<sub>2</sub> muestra un aumento, mientras el VE/VCO<sub>2</sub> se mantiene relativamente estable. En el momento del UA fueron registrados los valores de FC y de VO<sub>2</sub> para comparar esos valores con la FC durante el juego simulado, así como para calcular el porcentaje del MVO<sub>2</sub> en el momento del UA (%MVO<sub>2</sub> UA).

El juego simulado tuvo una duración de 20 minutos dividido en dos periodos de 10 minutos, con un intervalo de descanso de un minuto entre cada periodo. Este fue el mismo tiempo que el utilizado por Naughton<sup>12</sup> en su estudio con pre-adolescentes. La FC de los atletas fue medida por medio de un pulsómetro Polar modelo Vantage NS, registrando la misma cada 5 segundos. El tipo de defensa seleccionada fue la defensa individual a medio campo, que es el tipo de defensa más utilizada en todas las categorías.

## RESULTADOS

Las características físicas de los grupos de pre-adolescentes y de adolescentes participantes en

este estudio pueden ser observadas en las Tablas 1 y 2. Para este trabajo fue importante determinar el nivel de maduración siguiendo los criterios de Tanner, encontrando diferencias marcadas entre los grupos, toda vez que el grupo de pre-adolescentes se encontraba en los niveles 1 y 2, mientras que el grupo de adolescentes tenía un nivel de maduración más avanzado, ubicándose en los niveles 4 y 5.

Variables	Media	D. E.	Rango
Edad (años)	11,7	1,6	11,2-12,1
Peso Corporal (kg)	46,8	6,4	39,1-57,3
Estatura (cm)	158,4	7,0	146,1-167
% Grasa	15,3	2,5	12-23
Nivel de maduración	1 y 2		

**TABLA 1.-**  
Características físicas del grupo de pre-adolescentes (n=8). Valores medios, D. E. y rango (valor mínimo-valor máximo)

Variables	Media	D. E.	Rango
Edad (años)	15,6	1,8	15,2-16,3
Peso Corporal (kg)	64,5	11,5	56,5-82,3
Estatura (cm)	178,2	8,6	161-197
% Grasa	14,2	2,9	13-21
Nivel de maduración	4 y 5		

**TABLA 2.-**  
Características físicas del grupo de adolescentes (n=8). Valores medios, D. E. y rango (valor mínimo-valor máximo)

Con relación a los resultados obtenidos del registro de la FC en el momento del UA y la FC durante el juego simulado (Tabla 3), fue determinada una FC de 192 lpm para el grupo de adolescentes y 180 lpm para el grupo de pre-adolescentes en el UA, lo cual representa una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). Durante el juego simulado los valores medios de la FC fueron de 169 lpm para el grupo de pre-adolescentes y 170 lpm para los adolescentes, no obteniendo diferencia significativa.

Variables	Media (GPA)	D.E.	Media (GA)	D.E.
FC en el UA	192 bpm	9,6	180 bpm	8,0
FC en el juego	169 bpm	7,5	170 bpm	6,6

**TABLA 3.-**  
Frecuencia cardiaca del umbral anaeróbico y del juego simulado en los grupos de pre-adolescentes y adolescentes

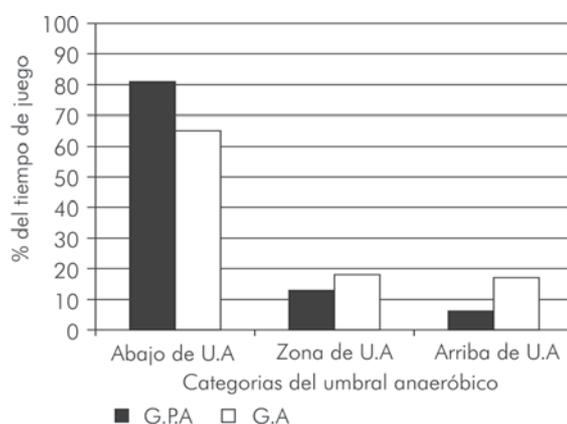
Cuando analizamos el VO<sub>2</sub> max. (Tabla 4), el grupo de pre-adolescentes obtuvo un resultado inferior (57,6 ml/kg/min) que el grupo de adolescentes (66,4ml/kg/min), siendo la diferencia significativa ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, el porcentaje del VO<sub>2</sub> max. en el momento del umbral anaeróbico fue significativamente superior

**TABLA 4.-**  
VO2 max. y  
porcentaje del VO2  
max. en el momento  
del umbral  
anaeróbico en  
los grupos de  
pre-adolescentes  
y adolescentes

Variables	Media (GPA)	D. E.	Media (GA)	D. E.
VO2 max.	57,6 ml/kg/min	3,6	66,4 ml/kg/min	2,8
%VO2max.(UA)	89,6%		77,3%	

( $p < 0,05$ ) en el grupo de pre-adolescentes (89,6%) al compararlo con el de los adolescentes (77,3%).

En la Figura 1 podemos observar la relación existente entre el umbral anaeróbico y el porcentaje del tiempo de juego en las dos categorías de edades, apreciando que ambos grupos trabajan durante la mayor parte del juego por debajo del umbral anaeróbico, pero el porcentaje es significativamente superior para el grupo de pre-adolescentes. Sin embargo, cuando se trata de tiempo de juego tanto en la zona del umbral como por encima de esa zona, el porcentaje favorece al grupo de adolescentes.



**FIGURA 1.-**  
Gráfico comparativo de la relación del umbral anaeróbico con el porcentaje del tiempo de juego entre pre-adolescentes y adolescentes

## DISCUSIÓN

En relación con la frecuencia cardiaca determinada durante el umbral anaeróbico (Tabla 3), podemos apreciar una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre los dos grupos, siendo significativamente superior la FC del grupo de pre-

adolescentes (192 lpm) al relacionarla con el grupo de adolescentes (180 lpm). Sin embargo, cuando comparamos estas frecuencias con la media de FC obtenida durante el juego simulado, comprobamos que estas últimas son significativamente inferiores que las correspondientes al umbral anaeróbico, por lo que podemos afirmar, que en media, las frecuencias cardiacas de ambos grupos representan una intensidad de trabajo con predominio aeróbico. Por otra parte, esta disminución es más acentuada en el grupo de pre-adolescentes (169 lpm) que en el de adolescentes (170 lpm). Es decir, el GPA disminuyó en media 23 lpm, mientras que el GA disminuyó solamente 10 lpm, lo que hace evidente que el GPA trabaja durante el juego, con una intensidad menor que el GA en relación al umbral anaeróbico. Esto se hace aún más evidente cuando analizamos la Figura 1, que relaciona el umbral anaeróbico con el porcentaje del tiempo de juego, encontrando que ambos grupos trabajan la mayor parte del tiempo de juego por debajo del umbral anaeróbico, por lo que podemos concluir que para ambos grupos el predominio durante el juego fue aeróbico. Sin embargo, el GA presenta un porcentaje del tiempo de juego significativamente superior ( $p < 0,05$ ) que el GPA para las zonas del umbral anaeróbico y por encima del umbral anaeróbico, lo que demuestra que el GA utiliza más el sistema anaeróbico durante el juego que el GA.

Al analizar el comportamiento del VO2 max. (Tabla 4) comprobamos que el GA presenta cifras significativamente superiores ( $p < 0,05$ ) de VO2 max. que el GPA, lo que sin duda representa una mayor potencia aeróbica. Sin embargo, el GPA consigue un porcentaje significativamente superior ( $p < 0,05$ ) del VO2 max. en el momento del umbral anaeróbico, lo que significa que ese grupo puede trabajar más próximo de su VO2 max. sin necesidad de incrementar su glicolisis anaerobia. En otras palabras, su capacidad de trabajo aeróbica es superior.

**B I B L I O G R A F I A**

1. **Robergs R, Roberts SO.** Exercise physiology: exercise, performance and clinical applications. *Mosby* 1997;581-8.
2. **Del Monte A, et al.** Evaluación funcional del jugador de baloncesto y balonmano. *Apunts* 1987;XXIV:243-51.
3. **Bonafonte LF.** Fisiología del baloncesto. *Archivos de Medicina del Deporte* 1998;XV:471-7.
4. **Stone WJ.** Year-Round conditioning for basketball. *Clinics in Sports Medicine* 1993;12:173-93.
5. **Macinnes SE, et al.** The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences* 1995;13:387-97.
6. **Tanner JM.** *Growth at adolescence.* Oxford, Blackwell: Scientific Publications, 1962.
7. **Lohman TG.** *Advances in body composition assessment.* Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1992.
8. **Blanco J.** Estudo comparativo do limiar anaeróbio antes e depois de um programa de treinamento em sedentários de 40 a 50 anos de idade. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento* 2001;9:53-6.
9. **Blanco J.** Determinación de las zonas de entrenamiento por dos métodos diferentes. *Archivos de Medicina del Deporte* 2002;XIX:445-8.
10. **Brooks GA.** Anaerobics threshold: review of the concept and directions for future research. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1985;17:22-31.
11. **Wilmore J, Costill D.** *Physiology of Sport and Exercise.* Human Kinetics, Champaign, 1994.
12. **Naughton G, Carlson J.** Intensity of sports participation in circumpubertal children. *Pediatric Exercise* 1990;2:57-64.