

INSTITUTO DE MEDICINA DEPORTIVA

El consumo de oxígeno al comienzo de la carga funcional en el período prepuberal

Por los Dres.:

RAUL MAZORRA ZAMORA CSc.* y ADAN SANCHEZ MARTINEZ**

Mazorra Zamora, R.; A., Sánchez Martínez. *El consumo de oxígeno al comienzo de la carga funcional en el período prepuberal*. Rev Cub Ped 54: 1, 1982.

Este estudio compara los valores en porcentaje, del consumo de oxígeno, lactato en sangre, "deuda" y déficit de oxígeno al comienzo de una carga de trabajo en niños prepuberales y jóvenes adultos. En los niños, el incremento del máximo consumo de oxígeno no fue muy rápido. El incremento del lactato en sangre, fue bajo y el déficit y "deuda" de oxígeno fueron bajos en comparación con el grupo de jóvenes adultos. Encontramos una alta correlación entre el porcentaje del incremento del consumo de oxígeno en los primeros 60 segundos de trabajo y el déficit inicial de oxígeno $r: -0,77$ y el lactato en sangre $r: 0,81$. La correlación entre el déficit inicial de oxígeno y el lactato en sangre fue $r: 0,69$.

* Jefe del Dpto. de fisiología del Instituto de Medicina Deportiva. (IMD).

** Especialista de I grado en Medicina Deportiva. IMD.

INTRODUCCION

El máximo poder aeróbico expresado en términos de los valores relativos del máximo consumo de oxígeno, son muy altos en niños durante el período prepuberal, comparándolo con los valores registrados en adultos. Los niveles de lactato en sangre son, sin embargo, significativamente más bajos como respuesta del trabajo de los niños a una carga maximal.¹⁻³ Hay varias hipótesis que tratan de explicar este fenómeno.

La primera plantea que el factor principal está en la acción limitante de la acción enzimática para la glicólisis.² La segunda hipótesis plantea la acción diferente en el ajuste del consumo de oxígeno al comienzo del ejercicio.^{4,5}

En el presente estudio comparamos un grupo de niños de edad prepuberal, con un grupo de adultos en los cuales estudiamos algunos parámetros que nos reflejan el mecanismo del suplemento energético al comienzo de la realización de una máxima carga de trabajo.

MATERIAL Y METODO

Estudiamos un grupo de 10 niños sanos en edades entre 10 y 11 años de edad y un grupo de 10 varones en edades entre 20 y 22 años de edad. Tanto los niños como los adultos estaban bajo la acción de un entrenamiento deportivo en forma sistemática.

El trabajo realizado en el ergómetro de bicicleta fue siguiendo la metodología del programa biológico internacional, aplicándose tres cargas submaximales de 1-51,5 — 2W/kg de peso corporal.

La determinación del consumo de oxígeno se realizó de forma continua utilizando el *Spirolit*. La frecuencia del pulso fue registrada continuamente por el electrocardiograma. La determinación del lactato se determinó utilizando la técnica del EPPendorf, tomando sangre del pulpejo del dedo.

El período de recuperación fue estudiado durante 30 minutos después de terminada la carga de trabajo.

Se estudió la relación entre el consumo de oxígeno durante los primeros 60 segundos de la carga de trabajo, expresado en el porcentaje del consumo máximo de oxígeno.

RESULTADOS

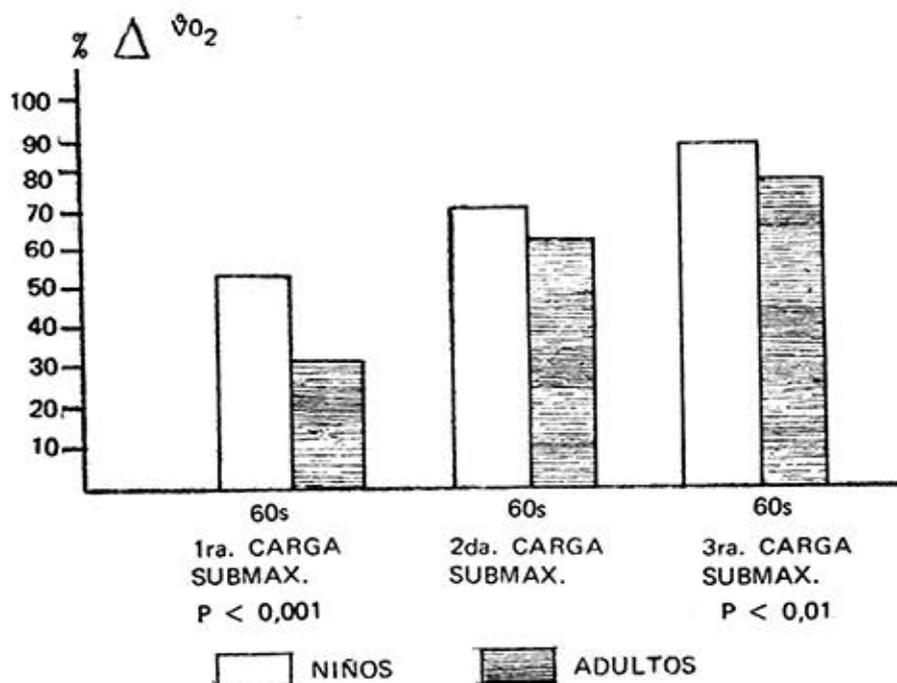
Las características de los sujetos estudiados están recogidas en el cuadro.

El consumo de oxígeno de los primeros 60 segundos de trabajo, expresados en el porcentaje del máximo consumo de oxígeno logrado al final de la carga, fue más alto en los niños (56,4% $S \pm 7$) comparándolo con el grupo de adultos (35,5% ± 7) y estadísticamente es significativo para $P < 0,001$ para la primera carga submaximal.

CUADRO
MUESTRA ESTUDIADA

	Niños 10		Adultos 10	
	\bar{x}	S	\bar{x}	S
Edad	10,5	0,6	21,2	0,5
Peso en Kg	31,3	8,4	79,3	6,0
Talla en cm	137,9	11,2	188,1	11,2
$\dot{V}O_2$ máx ml/min. Kg	52,8	7,8	59,0	7,5
Lactato mmol/L	6,9	0,9	10,3	1,0

Gráfico 1



Incremento del $\dot{V}O_2$ desde la primera hasta la tercera carga submaximal, estudiando los primeros 60 segundos de cada carga.

En la segunda carga submaximal los valores registrados en los niños fueron más altos que en los adultos, aunque no fueron estadísticamente significativos.

La tercera carga submaximal, el consumo de oxígeno en los primeros 60 segundos de trabajo, expresados en el porcentaje del máximo consumo de oxígeno, fue más alto en los niños (92,2% \pm 6) que el grupo de los

adultos $81,0 \pm 8$) siendo estadísticamente significativo para $p < 0,01$ (ver gráfico 1).

El déficit de oxígeno expresado en mililitros por kilogramo de peso corporal fue más bajo en los niños ($30,2 \pm 7,6$) que los adultos ($40,2 \pm 7,3$) siendo estadísticamente significativo para $p < 0,01$.

Las cifras de lactato después de la máxima carga fue más baja en los niños ($6,9 \pm 0,9$ mmol por litro) en comparación con los adultos ($10,3 \pm 1,0$ mmol por litro), siendo estadísticamente significativo para $p < 0,001$.

La "deuda" de oxígeno expresada en kilogramos de peso corporal fue más baja en los niños ($60,3 \pm 19,9$) que los adultos ($110,0 \pm 18,5$), siendo estadísticamente significativa para $p < 0,001$.

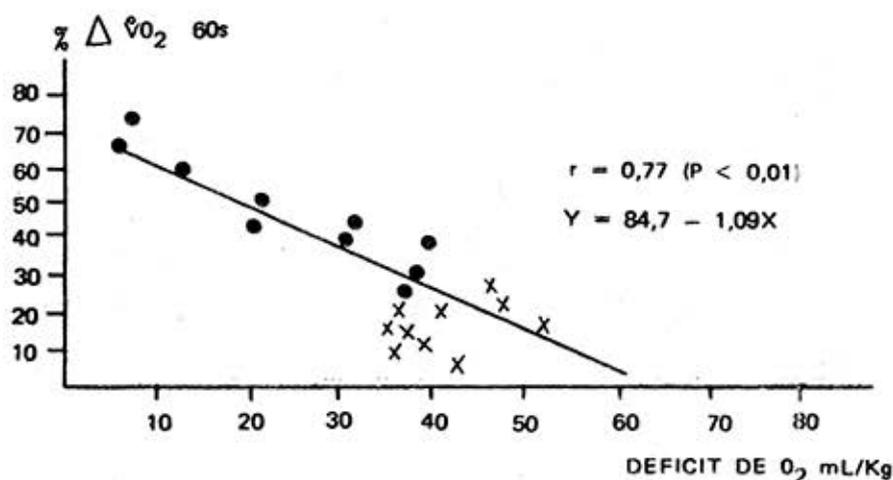
El incremento de la frecuencia del pulso durante la primera carga submaximal en relación con el pulso de reposo y expresado en porcentaje fue prácticamente el mismo ($74,7\% \pm 7,6$) en los niños y en los adultos el porcentaje durante la segunda submaximal fue igual que en la anterior ($73,6\% \pm 12,0$). En la tercera carga submaximal el incremento del pulso fue más alto en los niños ($98,6\% \pm 3,0$) que los adultos ($92,2\% \pm 6,9$), siendo este incremento estadísticamente significativo para $p < 0,05$.

El coeficiente de correlación y la ecuación de regresión lineal para todos los parámetros estudiados se presentan en los gráficos 2, 3, 4.

DISCUSION

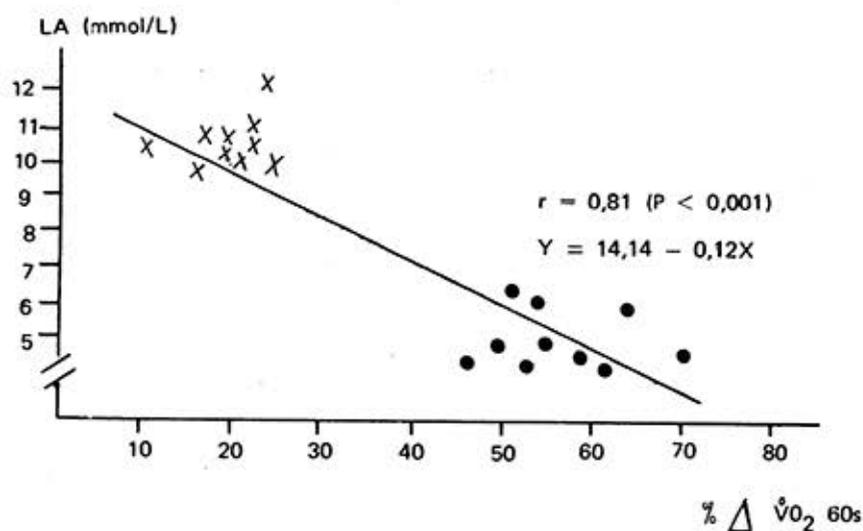
Di Prampero^o plantea que durante el tiempo de consumo de oxígeno en el inicio de la carga de trabajo es una exponencial en los primeros 30 se-

Gráfico 2



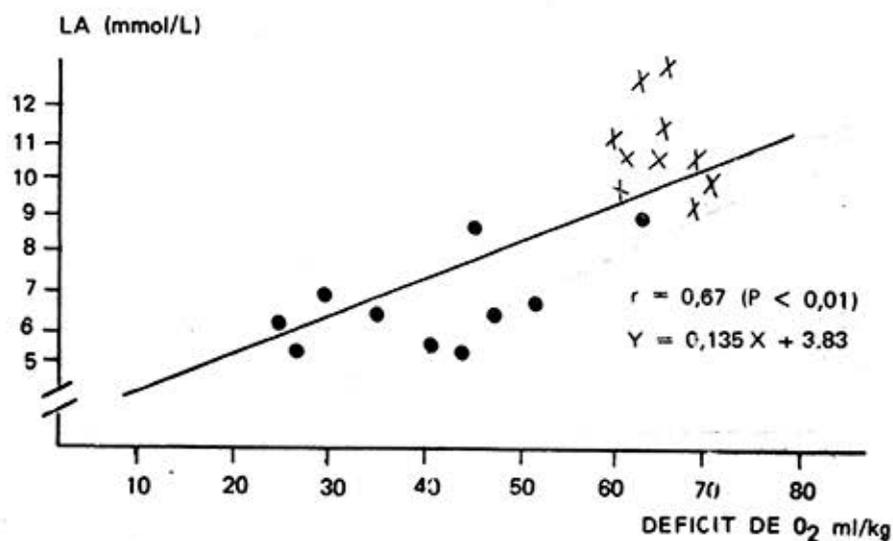
Relación entre el $\dot{V}O_2$ durante los primeros 60 segundos de la carga de trabajo expresado en el % del $\dot{V}O_{2\text{Máx}}$ ($\Delta \dot{V}O_2$ 60s) y el déficit de oxígeno en niños (●) y adultos (x).

Gráfico 3



Relación entre el lactato en sangre y el $\dot{V}O_2$ en los primeros 60s de carga de trabajo expresado en el % del $\dot{V}O_{2M\acute{a}x}$. En niños (●) y adultos (x)

Gráfico 4



Relación entre el lactato en sangre y el déficit de oxígeno en niños (●) y adultos (x).

gundos independientemente de la carga de trabajo. Otros autores^{6,7} señalan un mejor ajuste del consumo de oxígeno en los primeros segundos de trabajo en los sujetos con un buen entrenamiento.

Se observa un rápido incremento inicial del consumo de oxígeno en la pubertad.⁷

Hagberg⁵ señala que una rápida o lenta respuesta para el consumo de oxígeno facilita la explicación para una rápida o lenta acumulación de lactato en trabajos que excedan del 60% al 70% del máximo consumo de oxígeno en sujetos no entrenados o entrenados.

En nuestro estudio pudimos observar que el grupo de niños prepuberales mostraron una mayor disposición para incrementar el consumo de oxígeno que los adultos y por consiguiente el déficit de oxígeno conjuntamente con la "deuda" de oxígeno fue más pequeña y la lactacidemia fue menor.

El rápido incremento del consumo de oxígeno al comienzo de la carga de trabajo en los niños prepuberales nos indican algunas diferencias en el ajuste circulatorio y en la actividad enzimática de los músculos que están trabajando. Los cambios en la circulación periférica al inicio de la carga de trabajo en los niños no está todavía bien estudiado, aunque hay indicios de que el incremento del flujo sanguíneo en la musculatura periférica al inicio del trabajo físico es más rápida en los niños.⁹

Eriksson,¹⁰ señala que la principal diferencia que se observa en los parámetros de los niños y los adultos se debe a la actividad enzimática sobre todo el bajo nivel de fosfofructoquinasa en los niños.

Esto puede explicar el bajo nivel de glicólisis y de producción de lactato en los niños.^{11,12}

Los resultados de nuestro trabajo señalan que el mayor incremento que se observa en el máximo consumo de oxígeno en los niños con respecto a los adultos nos indica un mayor ajuste y rapidez para la utilización de la energía exodativa en ausencia de un verdadero ajuste de la circulación central.

El rápido incremento del consumo de oxígeno en los músculos que están trabajando en los niños, explican la baja acumulación de lactato.

Estudios posteriores deben realizarse para medir la diferencia arteriovenosa y lograr un mejor entendimiento del metabolismo celular en los niños y jóvenes, en los primeros segundos de ejecutar las cargas funcionales.

SUMMARY

Mazorra Zamora, R.; A. Sánchez Martínez. *Oxygen volume at prepubertal period when functional load starts.* Rev Cub Ped 54: 1, 1982.

In this study percentage values for oxygen volume, blood lactate, oxygen debt and deficit are compared on prepubertal children and young adults when a working load starts. In

children maximum oxygen volume increasing was not too fast. Increased blood lactate was low, so oxygen deficit and debt were low when compared to the group of young adults. We found a high correlation among percentage of increased oxygen volume during work first 60 seconds and initial oxygen deficit $r: -0,77$, and blood lactate $r: 0,81$. Correlation between initial oxygen deficit and blood lactate was $r: 0,69$.

RÉSUMÉ

Mazorra Zamora R.; A. Sánchez Martínez. *La consommation d'oxygène au début de la charge fonctionnelle dans la période prépubertaire*. Rev Cub Ped 54: 1, 1982.

Cette étude compare les valeurs en pourcentage de la consommation d'oxygène, de lactate dans le sang, "dette" et déficit d'oxygène au début d'une charge de travail chez des enfants prépubertaires et des jeunes adultes. Chez les enfants, l'accroissement de la consommation maximale d'oxygène n'a pas été très rapide. L'augmentation du lactate dans le sang a été faible, et le déficit et la "dette" d'oxygène ont été bas par rapport au groupe de jeunes adultes. Nous avons trouvé une haute corrélation entre le pourcentage de l'accroissement de la consommation d'oxygène pendant les premières 60 secondes de travail et le déficit initial d'oxygène $r: -0,77$ et le lactate dans le sang $r: 0,81$. La corrélation entre le déficit initial d'oxygène et le lactate dans le sang a été $r: 0,69$.

BIBLIOGRAFIA

1. Astrand, P. O. Experimental Studies of Physical Working Capacity in relation to sex and age. Munksgaard, Copenhagen, pp 48, 1952.
2. Eriksson, B. O. Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11 to 73 year old boys. Acta Physiol Scand (Suppl): 384, 1972.
3. Macke, M. Cardiopulmonary and metabolic changes during exercise in children 6 to 14 year old. J Appl Physiol 30: 202-207, 1971.
4. Macek, M. Oxygen uptake and heart rate at transition from rest to the maximal exercise in prepubertal boys. Proceedings of the Third European Congress of Sports Medicine. Pp. 609. Budapest, 1974.
5. Di Prampero, P. An analysis of the oxygen debt contracted in submaximal exercise. J Appl Physiol 29: 545-551, 1970.
6. Whipp, B. J. Oxygen uptake kinetics for various intensities of constant load work. P Appl Physiol 33: 351-356, 1972.
7. Hagberg, J. M. Transient O_2 uptake response at the onset of exercise. J Appl Physiol 44: 90-92, 1978.
8. Hickson, R. C. Faster adjustment of O_2 uptake to the energy requirement of exercise in the trained state. J Appl Physiol 44: 877-881, 1978.
9. Koch, G. Muscle blood flow in prepubertal boys, in Borms J., Hebbelinck M. ed.: Medicine and Sport. Pediatrics Work Physiology. Basel, Karger, Vol. 11, pp. 39-46, 1978.
10. Macek, M. The adjustment of oxygen uptake at the Onset of Exercise. Interm J Sports Med 1: 70-72, 1980.
11. Eriksson, B. O. Effect on physical training on the hemodynamic response during submaximal and maximal exercise in 11-13 year old boys. Acta Physiol Scand 87: 27-31, 1973.

12. *Mazorra, R.* Capacidad aeróbica máxima de trabajo en niños que practican polo acuático. Rev Cub Ped 48: 17-24, 1976.

Recibido: marzo 29, 1981.

Aprobado: abril 17, 1981.

Dr. *Raúl Mazorra Zamoras* CSc
Instituto de Medicina Deportiva-INDER
Santa Catalina 12453
La Habana 5, Cuba.