

# VALIDEZ DE LA PENDIENTE DE EFICIENCIA DEL CONSUMO DE OXÍGENO EN HIPOXIA MODERADA

## VALIDITY OF THE OXIGEN UPTAKE EFFICIENCY SLOPE IN MIDDLE HYPOXIA

### RESUMEN

El consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx) y el umbral anaeróbico son los parámetros más utilizados para valorar la capacidad aeróbica y la reserva funcional cardiorrespiratoria. Como alternativa a los mismos nos planteamos analizar la validez de la *pendiente de eficiencia del consumo de oxígeno* (OUES), y su comportamiento en diferentes condiciones ambientales. Para ello un grupo de 21 estudiantes de Educación Física fueron evaluados en normoxia (N) e hipoxia hipobárica aguda (H). Se realizó un test incremental máximo en N (690m) e H (2320 m) para determinar  $VO_2$ , umbrales ventilatorios, velocidad pico y otros parámetros de eficiencia ventilatoria. El OUES, obtenido a partir de la relación logarítmica  $VO_2$ -ventilación (VE), se determinó a diferentes intensidades de trabajo fijas y en función de los umbrales aeróbico (VT1) y anaeróbico (VT2) individuales. El análisis comparativo de los datos mostró cambios significativos ( $p < 0,001$ ) en los equivalentes máximos del  $O_2$  ( $35,8 \pm 3,4$  vs  $42,9 \pm 2,7$  en N e H respectivamente) y del  $CO_2$  ( $28,4 \pm 2,0$  vs  $35,0 \pm 2,3$ , N e H respectivamente). Sin embargo no aparecieron diferencias en el comportamiento del OUES en N y en H en ninguno de los rangos analizados ( $58,5 \pm 5,9$  vs  $63,5 \pm 7,0$  al 100%;  $60,2 \pm 8,8$  vs  $64,2 \pm 6,3$  en VT1;  $61,5 \pm 6,2$  vs  $65,8 \pm 6,6$  en VT2;  $44,9 \pm 14,1$  vs  $48,6 \pm 9,4$  después del VT2 para N e H respectivamente;  $p > 0,05$ ). En ambas condiciones los valores después del VT2 fueron significativamente menores. El  $VO_2$  máx mostró buena correlación con el OUES en N y en H, mientras que los equivalentes máximos solo mostraron relación con el OUES en H después del VT2 ( $p < 0,05$ ). En resumen podemos concluir que el OUES es un buen indicador de la capacidad aeróbica máxima en poblaciones jóvenes activas sanas. Sin embargo, las diferencias observadas en su comportamiento en H respecto a los equivalentes ventilatorios, sugiere que no es un indicador suficientemente sensible para poner de manifiesto los cambios ventilatorios inducidos por la altura moderada.

**Palabras clave:** Eficiencia ventilatoria. Hipoxia. Entrenamiento en altura. Pendiente de eficiencia del consumo de oxígeno.

### SUMMARY

The maximum oxygen uptake ( $VO_2$  max.) and the anaerobic threshold are the parameters used to estimate aerobic capacity and cardiopulmonary functional reserve. In this paper we sought to evaluate the use of the oxygen uptake efficiency slope (OUES) as an alternative to those, and to analyze their behaviour in different environmental conditions. A group of 21 physical education students were evaluated in normoxia (N) and in acute hypobaric hypoxia (H). We conducted a maximum incremental test on N (690m) and H (2320 m) to determine  $VO_2$ , ventilatory threshold, peak velocity and other parameters of ventilatory efficiency. The OUES was calculated as the slope of the logarithmic relationship  $VO_2$ -ventilation (VE), and it was determined at different fixed intensities of work and depending on the individual aerobic (VT1) and anaerobic thresholds (VT2). The analysis of the data showed significant changes ( $p < 0.001$ ) in the maximum equivalent of  $O_2$  ( $35.8 \pm 3.4$  vs  $42.9 \pm 2.7$  in N e H respectively) and  $CO_2$  ( $28.4 \pm 2.0$  vs  $35.0 \pm 2.3$ , N e H respectively). We didn't see differences in the behaviour of OUES in N and H in any of the intensities analyzed ( $58.5 \pm 5.9$  vs  $63.5 \pm 7.0$  at 100%;  $60.2 \pm 8.8$  vs  $64.2 \pm 6.3$  at VT1;  $61.5 \pm 6.2$  vs  $65.8 \pm 6.6$  at VT2;  $44.9 \pm 14.1$  vs  $48.6 \pm 9.4$  after VT2 for N and H respectively,  $p > 0.05$ ). Nevertheless the OUES after VT2 was significantly lower in both conditions, N and H. The  $VO_2$  max. showed good correlation with the OUES, while the maximum equivalents only correlated with the OUES after VT2 in H ( $p < 0.05$ ). In summary, we can conclude that OUES is a good parameter of the maximum aerobic capacity in active and healthy young people. However, its different behaviour in relation to the ventilatory equivalents in hypoxia, suggests that it is not a sensitive enough parameter to show the ventilatory changes of middle hypoxia.

**Key words:** Ventilatory efficiency. Hypoxia. Training at altitude. Oxygen uptake efficiency slope.

Carmen Calderón Soto<sup>1</sup>

Belén Feriche Fernández-Castany<sup>2</sup>

Ignacio Chiroso Ríos<sup>2</sup>

Manuel Delgado Fernández<sup>2</sup>

José M. Fernández Fernández<sup>3</sup>

Oscar Lisbona Roldán<sup>2</sup>

Julián Álvarez García<sup>4</sup>

<sup>1</sup>CAR de Sierra Nevada Granada  
<sup>2</sup>Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte Universidad de Granada  
<sup>3</sup>Facultad de Medicina Universidad de Granada  
<sup>4</sup>Profesor de Medicina Deportiva Universidad Miguel Hernández de Alicante

### CORRESPONDENCIA:

Carmen Calderón Soto  
CAR Sierra Nevada. Monachil, 18196 Granada. E-mail: carmen.calderon@csd.gob.es  
**Aceptado:** 24-06-2008 / Original nº 551  
**Aceptado:** 29.09.2008 / Original nº 553