

# Control del entrenamiento y fisiología del ejercicio. La controversia del umbral anaeróbico

Iñaki Arratibel

*Tolosa Kirol Medikuntza. Departamento de Educación Física y Deportiva. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. EHU-UPV.*

---

La Medicina del Deporte se encuentra en la actualidad ante grandes retos científicos, como son la genética, la información bioquímica, las alteraciones electrocardiográficas unidas a la muerte súbita, entre otros. Sin embargo, en el camino hemos ido dejando, no sólo de lado sino incluso en manos de otras especialidades del ámbito del entrenamiento, conocimientos fundamentales para el control de las intensidades de esfuerzo y consecuentemente de la mejora de la capacidad de rendimiento. Muchas veces, los cada día más amplios conocimientos en fisiología del ejercicio así como la evolución tecnológica, no nos permiten analizar conceptos sencillos y fáciles de utilizar en el día a día del control del rendimiento deportivo, que por otra parte son una de las esencias del control médico deportivo y fisiológico, tanto del rendimiento deportivo como de la actividad física en diversos ámbitos de la salud.

Entre los diferentes sistemas para el control del entrenamiento se encuentra la determinación de los cambios metabólicos que se producen durante el ejercicio físico, sobre todo cuando se pretende conocer a qué intensidades se obtiene un mayor beneficio del entrenamiento<sup>1</sup>. Es decir, el objetivo debe ser la determinación de los distintos límites en los que el entrenamiento afectará a los diferentes procesos fisiológicos implicados en las adaptaciones orgánicas necesarias en la mejora de la forma física, en lo que se conoce como la "determinación de los umbrales"<sup>2</sup>.

Desde que en 1930 Owles definió el denominado "punto Owles", como la intensidad de esfuerzo a partir de la cual se produce una elevación progresiva de la concentración de lactato sanguíneo, su diagnóstico ha estado en el centro de la actividad de la Medicina del Deporte. Muchos han sido los intentos por definir un cambio metabólico que, por su significación biológica, es la base por la que se obtienen los cambios fisiológicos producidos por la actividad física, suponiendo la razón de las adaptaciones orgánicas que se obtienen con la misma<sup>3,4</sup>. Sin embargo, a la vista de los diversos métodos publicados sobre la determinación de las intensidades para el entrenamiento<sup>5</sup>, y a pesar de la importancia que tiene su correcta definición, queda la duda de si en el día a día se entiende lo que supone indicar unos ritmos u otros, independientemente de la denominación que se utilice. Asimismo,

genera la controversia sobre si los conceptos fisiológicos se entienden en su debida dimensión.

En la literatura internacional se pone en duda la utilización del término Umbral, por lo que implica de límite o frontera en un proceso fisiológico cambiante y progresivo<sup>6</sup>. Sin embargo, el hecho de utilizar un término tan cerrado como el de Umbral no debe significar un desconocimiento de la realidad fisiológica que tiene lugar. Es verdad que debe entenderse más como una zona de transición (aeróbico-anaeróbica) que como una puerta o frontera, pero no es menos cierto que su determinación, cuando se realiza con todos los conocimientos fisiológicos correctos, sí implica determinar una intensidad en la que se cumple el principio que Owles vislumbró en los primeros años de la fisiología del ejercicio, y que en la actualidad se conoce como Máximo Estado Estable de Lactato (MLSS). La determinación directa de este MLSS, sin conocer previamente la zona de la transición aeróbico-anaeróbica de un individuo, es poco útil en el día a día del control de los deportistas, porque para su determinación se precisa de un esfuerzo continuado durante 30 minutos cada intensidad de esfuerzo<sup>7</sup>, con intensidades diferentes, lo que supondría una duración excesiva, imposible de ser repetida con la frecuencia necesaria para un control correcto del entrenamiento, bien por la fatiga resultante bien por la no aceptación que tendría por parte de deportistas y entrenadores.

Por ello surgieron los test escalonados, que intentan determinar ese MLSS de manera indirecta, con escalones de duración mucho más breve en el tiempo. Pero su utilización supone un cálculo que depende de los protocolos, del polinomio utilizado para trazar la curva y de la fórmula matemática utilizada para ello. Dicha forma indirecta es lo que se ha denominado Umbral Anaeróbico (UAN), que en la historia ha recibido numerosos nombres, y no pocas veces ha supuesto una gran confusión, ya que se ha confundido Umbral Aeróbico con Anaeróbico, se ha utilizado un umbral a un valor fijo de lactato sanguíneo frente a un umbral individual en función del estado de forma de cada atleta, que se ha denominado Umbral Anaeróbico Individual (IAT). Por ello, y debido por un lado a la confusión que la terminología existente provoca, pero por otro lado, a causa de una incorrecta utilización de los

conceptos fisiológicos, la Medicina del Deporte parece haber dejado de lado un sistema de trabajo, que otros profesionales de la actividad física sí lo quieren utilizar.

Tras años en la enseñanza universitaria y en el trabajo a pie de pista, y después de haber analizado la existencia de diferentes métodos para el cálculo del UAn, así como el uso que muchos entrenadores siguen haciendo del valor fijo de 4 mmol/l para indicar los ritmos de entrenamiento, nos propusimos analizar si los diferentes métodos miden lo mismo y si concuerdan con el concepto metabólico que llevó en su momento a propugnar el MLSS<sup>8,9</sup>. El objetivo fundamental fue estudiar si, a estas alturas, un umbral fijo tiene sentido para el control del entrenamiento. Aunque dicha discusión parece superada, no lo es así en algunos ámbitos de la enseñanza de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, lo que puede llevar a perdurar un error de concepto.

Tras analizar 12 métodos, incluido el umbral fijo de 4 mmol/l u OBLA, y realizar la comparación entre ellos y con el MLSS, para determinar si existen diferencias entre métodos y, sobre todo, para ver cuál de los métodos coincide con el objetivo fisiológico de determinar la intensidad de esfuerzo en el MLSS, tanto en ciclo ergómetro como en tapiz rodante, se concluyó que el umbral fijo de 4 mmol/l u OBLA sobreestima la intensidad de esfuerzo<sup>5</sup>, con lo que esto implica a la hora de instaurar los ritmos de entrenamiento en deportistas en general, pero sobre todo en sujetos altamente entrenados, en los que un cálculo exacto de la intensidad de esfuerzo es fundamental.

Estos estudios nos han llevado a plantear que la utilización de dicho umbral fijo de 4 mmol/l u OBLA para el control del entrenamiento es inadecuada a la hora del diagnóstico del rendimiento, tanto por el error

que implica como porque no refleja realmente el hecho de la individualidad en las distintas situaciones de forma física, y consecuentemente metabólicas. La Fisiología del Ejercicio ha precisado de muchos años de investigación, con mucha gente dedicada a ello, como para que se deje de lado la utilización de los conceptos reales, en aras de una simplificación de la metodología a emplear.

## Bibliografía

1. Coyle E, Coggan A, Hopper M, et al. Determinants of endurance in well-trained cyclists. *J Appl Physiol*. 1988;64(6):2622-30.
2. Foxdal P, Sjödin B, Sjödin A, et al. The validity and accuracy of blood lactate measurements for prediction of maximal endurance running capacity: dependency of analyzed blood media in combination with different designs of the exercise test. *Int J Sports Med*. 1994;15(2):89-95.
3. Hollmann W. 42 Years Ago-Development of the Concepts of Ventilatory and Lactate Threshold. *Sports Med. (Auckland, N.Z.)*. 2001;31(5):315-20.
4. Kindermann W, Keul J. *Anaerobe Energiebereitstellung im Hochleistungssport*. Hofmann Schorndorf Ed. 1977:118.
5. Arratibel I. Comparación de diferentes métodos para el cálculo del umbral anaeróbico individual y su equivalencia con el máximo estado estable. Tesis. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea. 2014. <https://www.educacion.gob.es/teseo/createpdf?origen=3&idFicha=116625>.
6. Faude O, Kindermann W, Meyer T. Lactate threshold concepts: how valid are they? *Sports Med. (Auckland, N.Z.)*. 2009;39(6):469-90.
7. Beneke R, von Duvillard S. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28(2):241-6.
8. Santos-Concejero J, Granados C, Irazusta J, et al. OBLA is a better predictor of performance than Dmax in long and middle-distance well-trained runners. *J Sports Med Phys Fitness*. 2014;54:553-8.
9. Sjödin B, Jacobs I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *J Sports Med*. 1981;2(1):23-6.