

ENTRENAMIENTO CALIDAD en corre

2ª parte

Umbral Anaeróbico

Continuamos esta mini-serie de artículos sobre el entrenamiento de las llamadas «series». De forma aplicada, mostramos entrenamientos efectivos para el desarrollo de aspectos concretos del entrenamiento. Siguiendo nuestra filosofía de entrenamiento por zonas metabólicas, nos centramos en este artículo en el desarrollo del Umbral Anaeróbico (UAN), uno de los factores entrenables clave para el rendimiento en resistencia.

Jonathan Esteve Lanao y Diego Moreno Pérez

Concepto de Umbral Anaeróbico
Fisiológicamente, el umbral anaeróbico es una zona de esfuerzo (no solo un «punto» o una pulsación) donde ocurre una transición metabólica. Básicamente ocurre que, debido a la fuerte demanda de energía por ser ya una intensidad elevada (algo que en velocidad o watos es relativo a las posibilidades de cada cual) es precisa una «inyección» brusca de energía de los hidratos de carbono de forma anaeróbica.

Hasta entonces (a ritmos inferiores), podíamos obtener energía predominantemente con grasas e hidratos de carbono en reacciones donde se involucra al oxígeno. Cierto es que, en lo que se conoce como «Umbral Aeróbico» ya hay un uso de los hidratos de carbono sin necesidad de oxígeno (anaeróbico), pero éste es pequeño. No es un cambio metabólico tan brusco, pues al igual que se genera lactato, éste se puede ir eliminando en la misma medida. Sin embargo, cuando sobrepasamos la intensidad del «Umbral Anaeróbico», el lactato ya no se logra evacuar en el mismo grado que se genera, y esto se asocia a las sensaciones de fatiga y la consiguiente limitación de tiempo de esfuerzo (Billat et al, 2003). Estas sensaciones de fatiga vienen en parte porque para tratar de eliminar el CO₂ generado por las reacciones del lac-

tato, empezamos a incrementar la respiración de forma muy evidente.

Explicado de forma más sencilla, hay veces que a uno le viene el pensamiento de que «a este ritmo me podría estar horas de lo bien que voy». Sin embargo, si el grupo incrementa el ritmo progresivamente, llegamos a un punto donde ese pensamiento cambia por el de «bueno, si tiran un pelín más, dejo de pensar lo de ese ritmo interminable. Aquí aguanto, pero tengo los minutos contados... mejor que se vayan». Uno puede continuar, pero la respiración ha pegado un cambio (hacia más profunda o agitada). Vamos «en el puntillo», y ahí mejor que no tiren más. Estamos hablando de ritmos entre el de 10km y el de media maratón, para situarnos, porque lógicamente parte de estos pensamientos pueden pasar en cualquier prueba...

¿Dónde está nuestro Umbral Anaeróbico?

Existen gran variedad de metodologías para determinar nuestro Umbral Anaeróbico. Las formas habituales en campo o en laboratorio son los test progresivos, ya sean sin pausa (protocolos incrementales) o con estadios de media duración (3-5') a velocidad constante (Beneke, 2003).

Los métodos más fiables utilizados en la actualidad para determinar esta zona metabólica se realizan por medición de Lactato en sangre capilar (una gota de sangre del dedo u oreja) o por Ergoespirometría (medición ergoespirométrica), ambos acompañados por mediciones de la frecuencia cardiaca y opcionalmente la percepción de esfuerzo.

En los test con lactato, se usa el concepto de Umbral Anaeróbico como «Máximo Es-

Cuando sobrepasamos la intensidad del Umbral Anaeróbico, el lactato ya no se logra evacuar en el mismo grado que se genera, y esto se asocia a las sensaciones de fatiga.

OS de dores



tado Estable de Lactato», siendo éste el más adecuado (Billat et al, 2003). Para su determinación, Beneke (2003) indicó que se debería realizar una primera prueba escalonada progresiva (tandas a ritmos crecientes) y otra posterior de confirmación con cargas constantes.

En la primera prueba podríamos determinar aquí umbrales aeróbico y anaeróbico por metodología OPLA y OBLA (umbral láctico ó 1^{er} umbral cuando se halla un incremento de +0,5 mMol/L respecto valores iniciales) y el 2^o umbral como inicio de incremento exponencial, con incremento de +1mMol/L. Se toman en ambos casos la carga de trabajo previa a dichos «saltos» de la concentración de lactato en sangre capilar (Billat et al, 2003). La figura 1 muestra un ejemplo.

Una vez que tengamos la carga del 2^o umbral, se realizaría un test posterior de confirmación durante al menos 30', donde la concentración de lactato al final de la prueba, desde una medición realizada a los 10' no debe exceder en más de 1mMol/L (Beneke, 2003). Estos conceptos de «estado estable del lactato» se limitan a esas duraciones de esfuerzo, por lo que, de cara a su aplicación al entrenamiento, hay que ser consciente de que, si se prolonga más el esfuerzo, puede que no

sea así (lo veremos más adelante), con lo que hay que aprender a entrenar a partir de ello.

Las pruebas incrementales mediante la Ergoespirometría, permiten obtener gran cantidad de valores útiles para determinar el perfil fisiológico del deportista. Este perfil fisiológico representa, para nuestro sistema de entrenamientos, la clave para individualizar el

trabajo. Por tanto, no se trata sólo de identificar zonas, sino también puntos fuertes y puntos débiles. Estas pruebas, complementarias a otros tests de campo (y hoy día también posibles en campo con analizadores portátiles), nos dan más información.

Entre ellos destacan la ventilación (VE), el consumo de oxígeno en cada carga (VO₂),

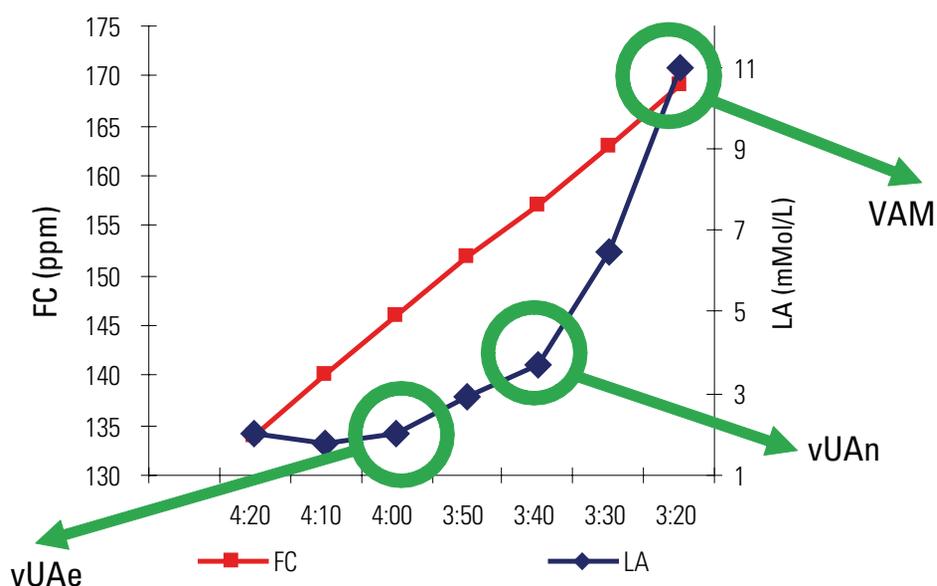


Figura 1. Representación gráfica de la identificación de umbrales por metodología de lactato. (FC: Frecuencia Cardíaca ; LA: Lactato; El eje X representa el ritmo por km en cada repetición a velocidad constante, por ejemplo de 3-5' u 800-1200 metros). La VAM, como se indicó en el artículo del número anterior de Sportraining, ronda los 8-9 mMoles y supone el 95-100% de la FC máxima en este tipo de esfuerzos.

Teoría del entrenamiento

el CO_2 (VCO_2)... y las variables asociadas a ellos. Como vimos en artículos anteriores estos valores nos permiten ver este perfil del que venimos hablando (economía de carrera en cada zona, VO_2max , Velocidad Aeróbica Máxima (VAM) de forma más precisa, % al que ocurren los umbrales respecto al VO_2max ...), que con el cálculo ahora de la Velocidad a Umbral Anaeróbico (VUAN) nos permitirá completarlo aun más.

Si nos fijamos en el valor de la VE observamos que durante la prueba incremental ésta sigue un modelo lineal trifásico con cambios de pendiente, es decir, somos capaces de observar dos puntos en los cuales se produce un aumento brusco de la ventilación. Este segundo aumento es donde estableceríamos el 2º umbral ventilatorio (UAN).

Además, si nos fijamos en equivalente de CO_2 (cociente VE/VCO_2) podemos determinar tam-

bién este 2º umbral en el punto más bajo a partir del cual se produce un incremento constante de este valor (Davis, 1985; Lucía et al, 2000).

Para aquellos entrenadores o atletas que no tengan estos medios, existen otros métodos menos precisos, pero que pueden ser una opción antes que entrenar por ritmos arbitrarios. Por ejemplo, si conocemos nuestra frecuencia cardíaca máxima (FCmáx) o por el contrario la calculamos a partir de la fórmula $207 - (0,7 \times \text{edad})$ (Gellish et al, 2007), sabemos que el UAN suele estar aproximadamente cerca del 90% de la FCmáx (Esteve-Lanao et al, 2005; Lucía et al, 2000). El principal problema es que sin realizar un test nunca vamos a saber en que % se encuentra nuestro umbral (cada persona es diferente). Tampoco sabremos nuestros puntos fuertes y puntos débiles, sabremos sólo a qué ritmos entrenar (y aún, porque dependerá, como veremos luego, del terreno y de nuestro grado de fatiga).

Otro método que puede servirnos para tener una idea de por dónde puede estar nuestro UAN, es atender a nuestra Frecuencia Respiratoria (FR), ya que existe un «punto» de inicio de la agitación en nuestra respiración. Es ese momento en el que «dejamos de hablar». Si tenemos en cuenta también la percepción del esfuerzo que estamos realizando, podemos establecer el umbral anaeróbico en un 7, en una escala de percepción 0 a 10 (RPE). Es mejor opción que aplicar cálculos estándares, y un referente a añadir a otras pruebas de campo como la de Conconi.

Como conclusión en este apartado, podemos decir que existen diferentes métodos que nos pueden aproximar a saber por dónde está nuestro UAN, como el cálculo de la FC respecto a nuestro máximo, FR o RPE, pero que debemos realizar uno o varios tests, preferiblemente con medición de VO_2 y/o lactato, si queremos determinarlo bien.

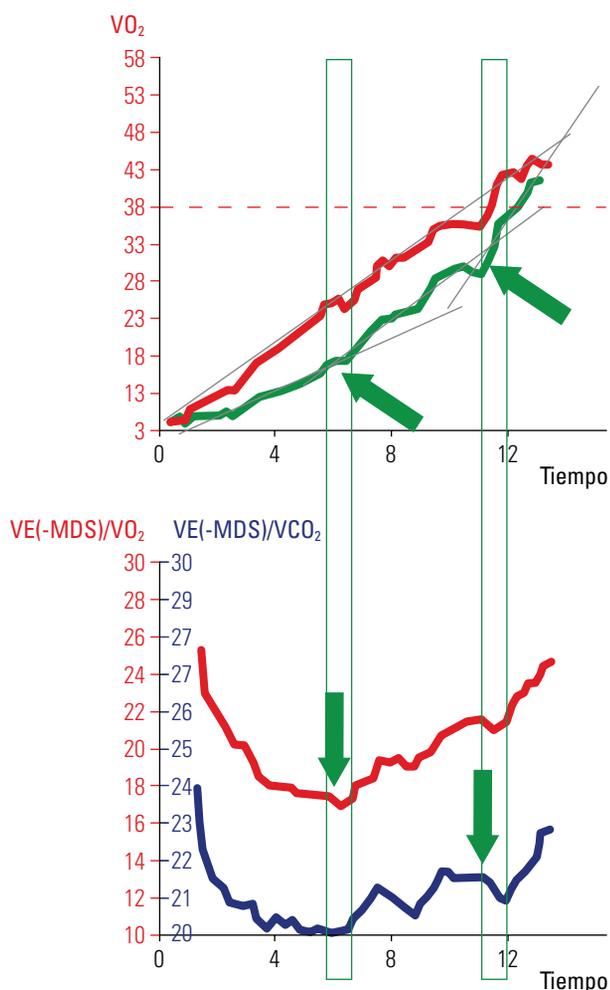
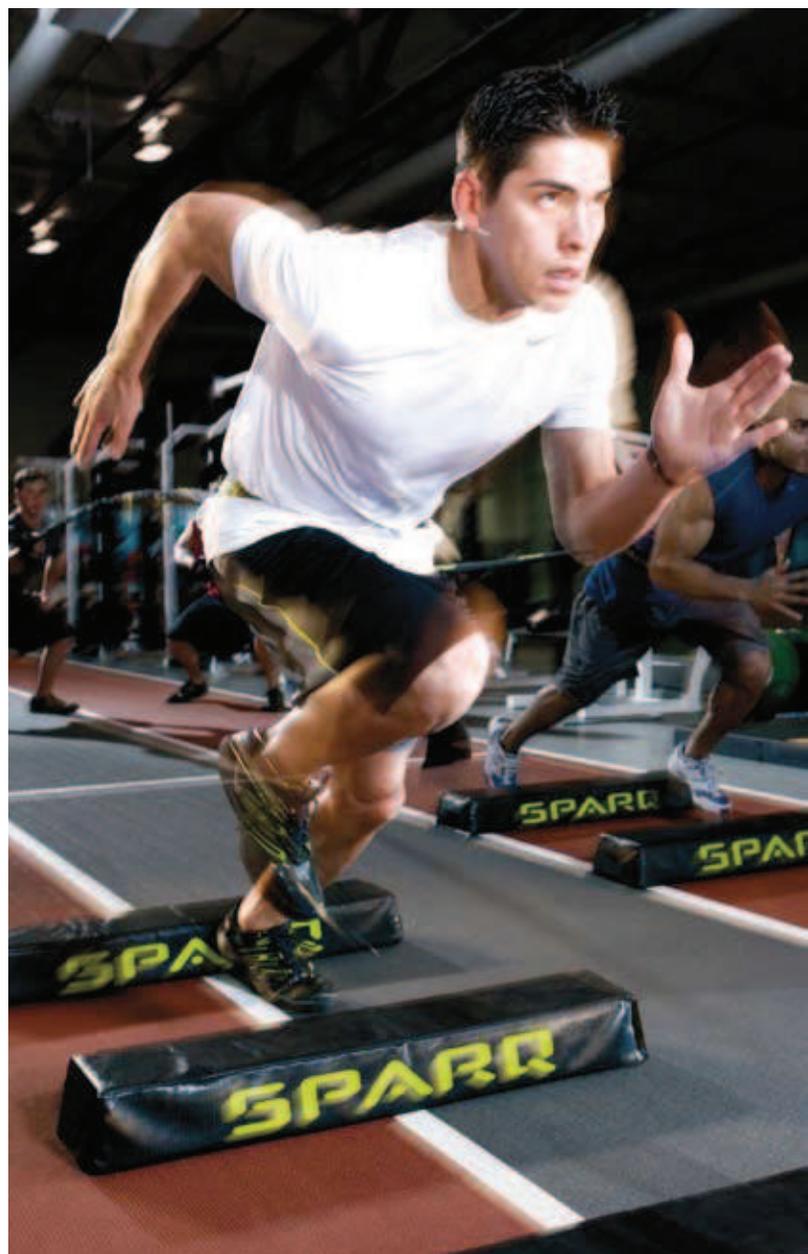


Figura 2. Representación gráfica de la identificación de umbrales por metodología ventilatoria (VT1 y VT2). Las líneas y flechas destacan las zonas de localización de los umbrales fisiológicos, donde observamos cómo coinciden los criterios de VE con los de los equivalentes de VO_2 y VCO_2 .



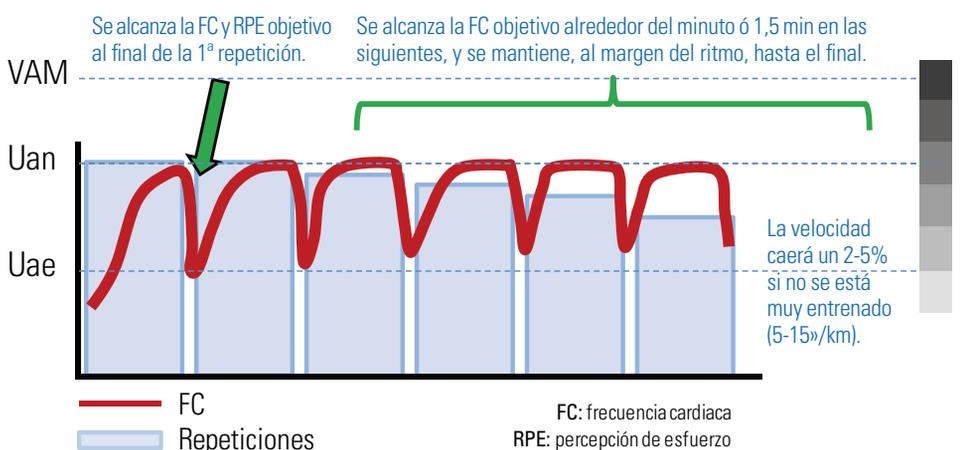
¿Cómo entrenar: por Fisiología o por Matemáticas?

Debemos saber que cuando establecemos una carga determinada en un test (km/h, vatios...) al UAN, no estamos estableciendo un punto fijo. Es una zona (digamos un margen de ± 5 segundos por kilómetro, ± 2 pulsaciones por minuto). Si la superficie del test era distinta a la de entrenamiento, añadimos error, especialmente para los ritmos, pues se sabe que el pulso será muy similar siempre y cuando el perfil sea similar.

Por otra parte, cuando entrenamos, la duración del esfuerzo y la fatiga previa acumulada hacen que si trabajamos a velocidad constante, la intensidad real para el organismo superará el umbral anaeróbico (estaremos más cerca de la Velocidad Aeróbica Máxima real de ese momento, debido a la fatiga). Podemos entender también que, cuando, por ejemplo, subimos una cuesta

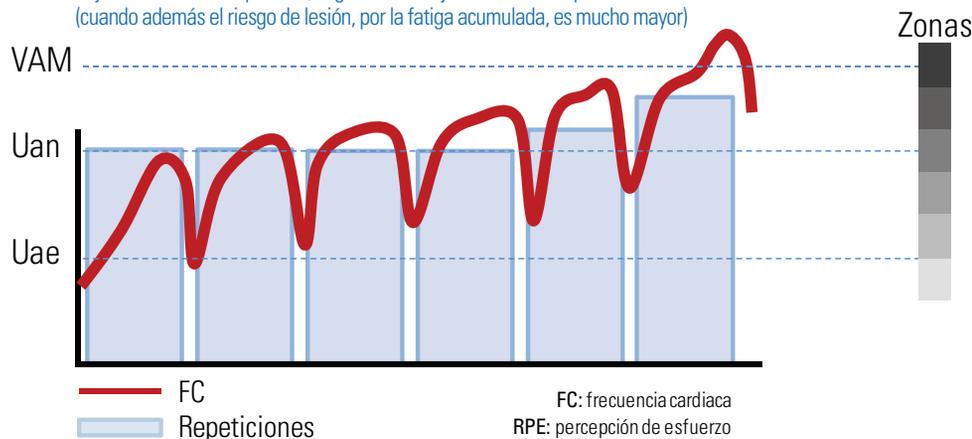
no necesitamos seguir a la misma velocidad que en llano para seguir trabajando a la misma intensidad fisiológica, y que el pulso subirá un poco al mover más los brazos, trabajar más con los gemelos y elevar más las rodillas.

Cuando empezamos un trabajo de series, debemos entender que en la primera repetición apenas alcanzarás la FC objetivo al final de la misma. De lo contrario, posiblemente estés trabajando demasiado intenso. En siguientes repeticiones, deberías alcanzar la FC de UAN alrededor del minuto (cuando ya has hecho varias sesiones de series) o a los 1,5-2 minutos (cuando apenas empiezas a entrenar). A partir de ahí, debes mantener el pulso y la percepción hasta el final de cada repetición. Conforme pasa el tiempo o las repeticiones, puede que debas disminuir ligeramente el ritmo. En algunos casos, mucho. Pero es mejor así.



3a: Ejemplo de control de la carga por medio de una intensidad fisiológica constante (FC y RPE) (recomendable).

Entrenamiento a velocidad constante y último esfuerzo a tope: Se sobrepasa la zona objetivo desde la 3ª repetición, llegando a trabajar hasta 2 zonas por encima en la última (cuando además el riesgo de lesión, por la fatiga acumulada, es mucho mayor)



3b: Ejemplo de entrenamiento donde se trata de mantener el ritmo constante en todas las repeticiones y terminar la última al máximo (no recomendable).

Figura 3. Cómo hacer las series a umbral anaeróbico.

Hasta bien avanzada la temporada debemos entrenar más por percepción y frecuencia cardíaca y no tanto por ritmos.

El mayor error es querer mantener los ritmos cueste lo que cueste, y, peor aún, entrenar sistemáticamente acabando la última repetición dándolo todo.

En caso de trabajar por ritmos constantes, cada día habremos trabajado varias zonas. Y si ese no era el objetivo, al margen de que algún día no podamos terminar los entrenamientos, con seguridad nuestro programa no tendrá variedad, puede llegar un punto que mejoremos menos (porque en el fondo hacíamos casi lo mismo siempre). La figura 3 sintetiza esto desde el punto de vista práctico.

Ahora bien, cuando nos acerquemos al período cercano de competición, debemos atender más al ritmo o potencia asociada a una zona metabólica.

Mejorar el UAN de un principiante

Consideramos nivel principiante las marcas establecidas para 10 km / media maratón / maratón establecidas en la figura 4.

Debemos entender en este nivel que para mejorar este umbral no necesitamos tocar intensidades superiores al UAN. Esto quiere decir que debemos progresar en un principio por métodos continuos medios (zona media entre el Umbral Aeróbico y el Umbral Anaeróbico), pasando por métodos continuos variables donde combinaremos ritmos a UAN y UAE (relación 1:1, 2:1) y por último llegaremos al método interválico extensivo donde realizaremos series a UAN sin sobrepasar los 25' de volumen total en esta intensidad.

En estos niveles debemos vigilar los días que realizamos entrenamientos de «intensidad», puesto que puede suponer un riesgo para nosotros si nos pasamos con estos entrenamientos. Podemos realizar estos tipos de entrenamiento entre 1 y 2 días a la semana, siguiendo la progresión citada, sin olvidar nunca de los entrenamientos a una intensidad menor. Hay otros métodos complementarios (circuit training de fuerza) donde trabajamos también alrededor de estas in-



CONTINUO MEDIO

- 20' al 50% entre UAE-UAN
- 25' al 50% entre UAE-UAN
- 30' al 50% entre UAE-UAN

(FC: zona de Frecuencia Cardiaca asociada a; UAE: Umbral Aeróbico; UAN: Umbral Anaeróbico).

CARRERA CONTINUA VARIABLE

- 15' (1'UAN+1' UAE) (repetiendo dicha secuencia durante ese tiempo).
- 15-20' tal que (2'UAN+1' UAE)

INTERVÁLICO EXTENSIVO

- 2x4x2' al Umbral Anaeróbico $r'=1'$; $R'=3'$
- 6x3' al Umbral Anaeróbico $r'=1'$
- 2x3x4' al Umbral Anaeróbico $r'=1'$; $R'=4'$
- 5x5' al Umbral Anaeróbico $r'=1'$
- 4x10' a 5ppm menos que el Umbral Anaeróbico

*Consideraremos nivel de Iniciación a:

- Mujeres con marcas de >50min en 10k, >1h55min en 1/2 Maratón, >4h en Maratón.
- Hombres con marcas de >45min en 10k, >1h 45min en 1/2 Maratón, >3h40min en Maratón.

Figura 4. Ejemplos de entrenamientos de Umbral Anaeróbico para corredores de INICIACIÓN. Estos entrenamientos se refieren solo a la parte principal de la sesión, previo a ello trote al 50% de la VAM + calentamiento dinámico, CORE o prehabilitación (ver números anteriores de Sportraining).

tensidades y que en estos niveles deberían «contar» como entrenamientos de UAN.

Es muy importante que tengamos en cuenta en qué distancia vamos a competir y a qué intensidad metabólica iremos en ésta. Para este nivel, por ejemplo, la intensidad del umbral anaeróbico, dado que no lo han entrenado apenas, suele ser superior a la intensidad media de una carrera de 10 km (Esteve-Lanao et al, 2010).

Mejorar el UAN en un nivel intermedio

Consideramos nivel intermedio los atletas con las marcas que aparecen en la figura 5.

En este nivel, al igual que en el anterior, debemos seguir siempre una progresión correcta

CONTINUO MEDIO

- 40' al 50% de la FC entre UAE-UAN
- 50' al 50% de la FC entre UAE-UAN
- 60' al 50% de la FC entre UAE-UAN

(FC: zona de Frecuencia Cardiaca asociada a; UAE: Umbral Aeróbico; UAN: Umbral Anaeróbico).

INTERVÁLICO EXTENSIVO LARGO

- 9x3' a FC UAN $r'=1'$
- 7x4' a FC UAN $r'=1'$
- 6x5' a FC UAN $r'=1'$
- 5x6' a FC UAN $r'=1'$
- 2x5x4' a FC UAN $r'=1'$ $R'=4'$
- 12-10-8' a FC UAN $r'=3'/2,5'/2'/1,5'$
- 2x15' a FC UAN $r'=2,5'$
- 4x10' a FC UAN $r'=3,5'$
- 20-12-8' a FC UAN $r'=3,5'/2'$

(En todos estos entrenamientos opcional realizarlo total o parcialmente con lastre en la cintura del 3-5% del peso corporal si tiene suficientes niveles de fuerza máxima en media sentadilla).

REPETICIONES SUB-UAN

- 5x8' a 3-5ppm menos que el UAN $r'=2'$
- 4x10' a 3-5ppm menos que el UAN $r'=2'$
- 4x12' a 3-5ppm menos que el UAN $r'=2'$
- 3x15' a 3-5ppm menos que el UAN $r'=2'$

INTERVÁLICO EXTENSIVO SUPRA-UAN

- 7-10x1000 a 3-5ppm >UAN $r'=2'$
- 3-4x2000 a 3-5ppm >UAN $r'=2,5'$
- 2-3x3000 a 3-5ppm >UAN $r'=3'$

*Consideraremos nivel Intermedio a:

- Mujeres con marcas de 40-50min en 10k, 1h25-2h en 1/2 Maratón, 3h10min-4h en Maratón.
- Hombres con marcas de 35-45min en 10k, 1h 18min-1:45h en 1/2 Maratón, 2h50min-3h40min en Maratón.

Figura 5. Ejemplos de entrenamientos de Umbral Anaeróbico para corredores de NIVEL INTERMEDIO. Estos entrenamientos se refieren solo a la parte principal de la sesión, previo a ello trote al 50% de la VAM + calentamiento dinámico, CORE o prehabilitación (ver números anteriores de Sportraining).

para mejorar nuestro Umbral Anaeróbico. Comenzaremos también con métodos continuos medios (cargas entre el UAE y el UAN).

Después pasaremos a entrenar con métodos interválicos extensivos, donde acumularemos un volumen total de trabajo a UAN mucho mayor (hasta 30'-40', dependiendo del estado de forma) (Stepto et al, 1999)

Por último, si bien este orden depende más de la distancia a preparar, entrenaremos por repeticiones sub-UAN, lo que nos permitirá acumular un gran volumen de trabajo de alta intensidad superior al método interválico extensivo por el que acabamos de pasar (hasta 50' a 3-5 ppm por debajo del UAN).

Estos entrenamientos de «intensidad» se realizarán con una media de 2 veces a la semana, ajustándonos siempre al momento de la temporada en el que nos encontremos, nuestros objetivos y características individuales.

INTERVÁLICO EXTENSIVO LARGO

- 2x4x5' a FC UAN $r'=1'$ $R'=5'$
- 2x(8-7-6' a FC UAN) $r'=1,5/1'$; $R'=6'$
- 12-10-8-6-4' a FC UAN $r'=3'/2,5'/2'/1,5'$
- 3x15' a FC UAN $r'=3,5'$
- 30+20' a FC UAN $r'=4,5'$

(FC: zona de Frecuencia Cardiaca asociada a; UAN: Umbral Anaeróbico).

(En todos estos entrenamientos opcional realizarlo total o parcialmente con lastre en la cintura del 3-5% del peso corporal si tiene suficientes niveles de fuerza máxima en media sentadilla).

REPETICIONES SUB-UAN

- 4x15' a 3-5ppm menos que el UAN $r'=2'$
- 3x20' a 3-5ppm menos que el UAN $r'=4'$
- 2x30' a 3-5ppm menos que el UAN $r'=4'$

INTERVÁLICO EXTENSIVO SUPRA-UAN

- 10x1000 a 3-5ppm >UAN $r'=1'$
- 3x3000 a 3-5ppm >UAN $r'=2'$
- 2x4000 a 3-5ppm >UAN $r'=4'$
- 12x1000 a 3-5ppm >UAN $r'=40''$
- 3x(5x1000 a 2-4ppm >UAN $r'=20''$) $R'=3'$

(*Opcional: realizarlo con lastre en la cintura del 3-5% del peso corporal según niveles de fuerza máxima en media sentadilla).

*Consideraremos nivel Avanzado a:

- Mujeres con marcas de <40min en 10k, <1h25min en 1/2 Maratón, <3h10min en Maratón.
- Hombres con marcas de <35min en 10k, <1h 18min 1/2 Maratón, <2h50min en Maratón.

Figura 6. Ejemplos de entrenamientos de Umbral Anaeróbico para corredores de NIVEL AVANZADO. Estos entrenamientos se refieren solo a la parte principal de la sesión, previo a ello trote al 50% de la VAM + calentamiento dinámico, CORE o prehabilitación (ver números anteriores de Sportraining).

Mejorar el UAN en un nivel avanzado

Establecemos el nivel avanzado los atletas con marcas para 10km / media maratón / maratón que aparecen en la figura 6.

En estos niveles es importante saber que para mejora el Umbral Anaeróbico no vale con progresar en los entrenamientos hasta llegar al UAN. Necesitamos tocar intensidades algo superiores para seguir mejorando.

Debemos comenzar con entrenamientos a UAN, modificando en cada uno de ellos la densidad entre el tiempo de trabajo y re-

cuperación (debemos aumentar el tiempo de trabajo a UAN o reducir la recuperación entre series). Con este método llegaremos a acumular un volumen total a UAN en cada entrenamiento de unos 40-50' (Seiler y T nnessen, 2009).

Después (aunque depende de la distancia a preparar), pasaremos a métodos que nos permitirán acumular un mayor tiempo de trabajo

a alta intensidad (hasta 60') por medio de repeticiones sub-UAN, hasta llegar a métodos interválicos extensivos supra-UAN donde se trabajará ligeramente por encima del Umbral Anaeróbico (Seiler y T nnessen, 2009).

Las recomendaciones para este nivel siguen siendo realizar 2 días a la semana este tipo de entrenamientos, y sólo esporádicamente añadir alguno más. ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

**En principiantes,
para mejorar
el Umbral Anaeróbico
no necesitamos
tocar intensidades
superiores a éste.**

BIBLIOGRAFÍA PRINCIPAL

- BILLAT, V.L., SIRVENT, P., y G., KORALSZTEIN, J.P., MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. *Sports Med.* 2003;33:407-426.
- BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. *Eur J Appl Physiol* 2003;89:95-99.
- DAVIS, J. Anaerobic threshold: a review of the concept and directions for future research. *Med Sci Sport Exerc* 1985; 17:6-18
- ESTEVE-LANAO, J., SAN JUAN, A.F., EARNEST, C.P., FOSTER, C., LUCÍA, A. (2005). How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Med Sci Sports Exerc* 37: 496-504.
- ESTEVE-LANAO, J., CEJUELA, R., MENÉNDEZ DE LUARCA, J. Entrenamiento de la Resistencia en Deportes Cíclicos. En: *Entrenamiento Deportivo: Fundamentos y aplicaciones en diferentes Deportes. Panamericana.* Madrid, 2010 (en prensa). Capítulo 12: 171 – 193
- GELLISH, R.L., GOSLIN, B.R., OLSON, R.E., McDONALD, A., RUSSI, G.D., MOUDGIL, V.K. (2007). Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc.* 39:822-829.
- LUCÍA, A., HOYOS, J., PEREZ, M., CHICHARRO, J.L. Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1777-1782.



ESCUELA DEL CORREDOR Y DEL TRIATLETA

de la Universidad Europea de Madrid

VEN A ENTRENAR O EVALUAR TU PERFIL FISIOLÓGICO CON NOSOTROS.

El Club Deportivo Universitario de la Universidad Europea de Madrid dispone de los medios e instalaciones de un centro de alto rendimiento al servicio del corredor y triatleta popular.

cdu@uem.es
www.uem.es
912115500

Escuela del Corredor
y del Triatleta



Laureate International Universities

