

CURSO DE MÉDICOS DE EQUIPOS

**Congreso Argentino de
Medicina del Deporte**

BUENOS AIRES

Noviembre 2004

**ÁREAS DE INTENSIDAD
DEL ENTRENAMIENTO EN EL
ALTO RENDIMIENTO.
IMPORTANCIA DEL UMBRAL
ANAERÓBICO.**

Prof. Dr. Armando Enrique Pancorbo Sandoval

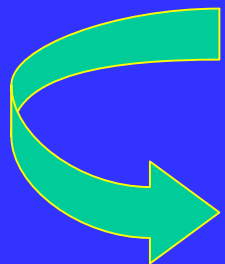
Cuba

apancor@hotmail.com

armando.pancorbo@infomed.sld.cu

Control de Intensidad del Entrenamiento

- % de intensidad del mejor tiempo (m/seg, km/min) o complejidad de las cargas. Evaluación del gesto deportivo.
- bpm :% FC Máx. o %VO2 Máx.(Reserva de FC Max.)
- Producción de: lactato, urea, proteinuria
- Ergoespirometria
- Percepción de esfuerzo



**NECESIDAD DE INTEGRAR LA
INFORMACIÓN !!!**

Fórmulas más utilizadas en las áreas de intensidad

➤ **FC Máx = (220 – Edad de la persona) OMS – Karvonen .**

- Frecuencia cardiaca / min . durante entrenamiento para el deporte y la población:

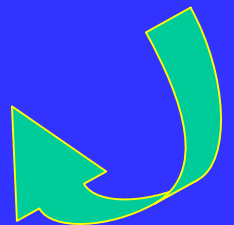
$$\text{FCT} = \% \text{ Intensidade} \times \text{FC Máx.} / 100 \%$$

➤ **% VO2 Máximo o FC Reserva = (FC Máx T– FC reposo).**
Karvonen

- Frecuencia cardiaca / min. del entrenamiento:

$$\text{FCT} = \text{FC r} + \% \text{ Intensidad} (\text{FC Máx. entrenamiento} - \text{FC r})$$

Existen diferencias en los ppm !!!



Áreas de Intensidad del Entrenamiento en la Alta Competición

(década 70 : Volkov, Mader, Shephard, Astrand, Costill, Hollman)

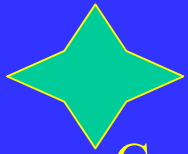
- **Área 1** : Resistencia Regenerativa o Recuperación.
- **Área 2** : Umbral Aeróbico o Endurance o Aeróbico Leve.
- **Área 3** : Umbral Anaeróbico (UA), Aeróbico Moderado, Capacidad Aeróbica o Aeróbico Mixto.
- **Área 4** : Potencia Aeróbica, Aeróbico Intenso, VO 2 Máx o Aeróbico - Anaeróbico.
- **Área 5** : Potencia Anaeróbica (Láctica e Aláctica)
- **Área 6** : Máximo o Competitivo.

Áreas de Intensidad del Entrenamiento en Disciplinas Deportivas de Combate; Juego con pelota; Fuerza Rápida y Velocidad; Artes Competitivas. (Pancorbo, 2002)

A	Denominación Fisiológica del Ejercicio	Rango de BPM	% F C Máx	% V O 2 Máx o Reserva F C Máx	Lactato Mmol/l	% de Intensidad del Mejor Tiempo	Grado de Percepción del Esfuerzo Escala Borg	Clasif. de Percepción de Esfuerzo
1	Resist. Regenerativa	115-140	60-70	50-65	< 2	<= 65 %	< 11	Muy Leve
2	Umbral Aeróbico	130-170	70-85	65-74	2-3	65-75 %	12-13	Leve
3	Umbral Anaeróbico	160-180	85-90	75-85	3-4	75-85	14-15	Moderado
4	Potencia Aeróbica	170-190	90-93	85-89	>= 5	85-90	16-17	Intenso
5	Potencia Anaeróbica	>= 190	94-98	90-97	>=7	90-97	18-19	Muy Intenso
6	Máximo o Competitivo	>= 190	100	100	>=8	>=100 <	20	En extremo Intenso

En las áreas 2, 3, 4, es un poco más intenso para las disciplinas de resistencia,

Umbrales Ventilatorios



Una información importante !!?

Cuando la intensidad del ejercicio de esfuerzo máximo aumenta con aumento de carga, observamos modificaciones como:

- El VO_2 aumenta linealmente hasta alcanzar un valor máximo donde se mantiene ($VO_{2M\acute{a}x.}$), en forma de meseta
- El VE y VCO_2 aumentan linealmente hasta un punto crítico (área de transición) a partir de ahí el aumento es mayor que el VO_2 .
- El Eq. $O_2(VE/VO_2)$ y la presión de O_2 del aire final de la expiración ($P_{ET} O_2$) disminuyen en las primeras cargas para aumentar progresivamente.
- El aumento de la producción de CO_2 y por tanto de VE , está clasicamente descrito como los fundamentos bioquímicos de los cambios gaseosos observados en los tests de esfuerzo (Wassermann, 1973).

Umbrales Respiratorios

(Davis, 1985).

Umbral Aeróbico:

Ergoespirometria

- Primer aumento no lineal de la ventilación respiratoria (VE)
- Aumento VE/VO₂ sin un simultáneo aumento del VE/VCO₂.
- Elevación del PET O₂ sin una caída recíproca PET CO₂

Lactato 1.5-2.9 mmol/L

Umbral Anaeróbico (UA)

Ergoespirometria

- Segundo cambio desproporcional no lineal de la ventilación
- Aumento no lineal VE/VO_2 con aumento simultáneo de VE/VCO_2 .
- Elevación de PET O_2 con disminución recíproca de PET CO_2 .

Otro elemento a considerar, es el coeficiente respiratorio (R) = CO_2 Producido / O_2 consumido.

Lactato 3-4 mmol/L

Principales criterios para la definición de los umbrales durante Ergoespirometria Máxima

Protocolo de Estera : Pancorbo – Camassola 2003

- Cambio de estadio cada 1 minuto con 1 % de inclinación constante durante toda la prueba
- Calentamiento : 4 km/h
- 1º estadio : 6 km/h
- 2º estadio: 8 Km/ h
- 3º estadio y próximos : 1 km/h en cada nuevo estadio , hasta criterio de finalización de la prueba
- Lectura de los gases en la Ergoespirometria : Registro cada 1 minuto en cada estadio (no cada 15 , 20 o 30 segundos)

Variables consideradas

- VE, FC, VO₂, VCO₂, VE / VO₂, VE / CO₂, R, P, VO₂ Máx./kg, FC Máx., % FC Máx, % VO₂ Máx y Escala de Borg alcanzado en cada posible umbral.
- Km/h alcanzado en: VO₂Máx./kg, UA, U.Aerob.
- En algunas situaciones dosificar lactato después del test, al 3^o y 5^o minuto de la recuperación.

- Necesario considerar:

Disciplina deportiva, características individuales del atleta, edad, rendimiento y gesto deportivo, etapa del entrenamiento, tests anteriores, así como la correlación con tests de campo.

Respuestas Fisiológicas del Umbral Anaeróbico

- **Acidosis metabólica (\downarrow p H)**
- **Aceleración de la utilización de glucógeno y de la regeneración anaeróbica de ATP (deplección de las reservas de glucógeno y acumulación de Acido Láctico)**
- **Reducción de la extracción de O₂, retardo en el steady-state del VO₂ y aumento de la producción de CO₂**
- **Aumento del Volumen Expiratorio (VE)**
- **Aumento de las catecolaminas y del doble producto cardiovascular**
- **Hemoconcentración (se debe al aumento de líquido intracelular)**
- **Fatiga muscular o fatiga global cuando el esfuerzo y la acumulación de lactato es superior a la posibilidad de continuar un trabajo muy intenso.**

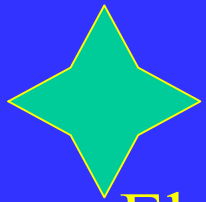
Eficiencia del Umbral Aeróbico y Anaeróbico en Grupos Deportivos Olímpicos y su Clasificación

Grupos Deportivos	Eficiencia de los Umbrales con respecto al VO ₂ Máx en el Alto Rendimiento.	
	Umbral Aeróbico 2-3 Mmol/L	Umbral Anaeróbico (LA) 3-4 Mmol/L
Disciplinas Comprendidas en los Grupos Metodológicos de:		
Deportes de Combate; de Conjunto - Pelota; de Fuerza Rápida y Velocidad ; de Coordinación y Artes Competitivas	65-74 %	75-85 %
Disciplinas de Resistencia y Resistencia con Fuerza	65- 85 %	85-90 %
Deportistas élites de Disciplinas de Resistencia, entre ellas:		
Atletismo Fondo, Natación 800-1500 m, Ciclismo de Estrada y Triatlón.	65-89 %	> 90 %

Aspecto Importante en el Alto Rendimiento: El “Umbral Anaeróbico” (UA)



- A costas de la mejor eficiencia del Umbral Anaeróbico, se permiten mayores esfuerzos con VO_2 Máx más alto sin elevación del Lactato
- El mayor VO_2 Máx, posible alcanzado en el deporte de Alto Rendimiento, para atletas seniors, se manifiesta entre los 18 y 20 meses de intenso acondicionamiento de resistencia. Se puede mantener una mejor eficiencia de VO_2 Máx, por muchos años más.



Otros aspectos de interés

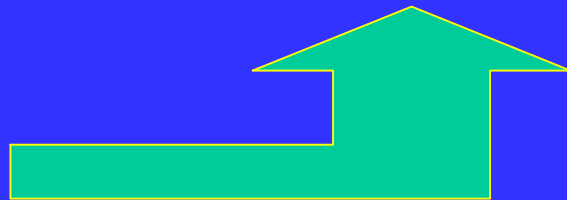
- El aumento del UA , se obtiene con entrenamiento individualizado que produce efectos favorables como : mayor capacidad de eliminación de Lactato producido en los músculos y aumento de las enzimas músculo-esqueléticas. El resultado principal es una caída de la producción de Lactato en la misma intensidad del esfuerzo, sin que se produzca fatiga.
- En las disciplinas de resistencia el atleta en UA puede alcanzar el estado estable.

Consideraciones sobre los Umbrales Aeróbico y Anaeróbico:

- Existe un comportamiento similar para ambos sexos
- La eficiencia del VO₂ Máx, para ambos Umbrales se obtiene , transitando de la Etapa Preparatoria Básica, Preparatoria Especial hasta la Etapa Competitiva
- Cuando encontramos un valor inferior del rango de cada umbral, es necesario superarlo aplicando los Métodos de Resistencia.

Otras consideraciones

Si, por lo contrario, se detectan valores superiores, particularmente en los deportes de Resistencia y Resistencia con Fuerza, es preciso revisar el entrenamiento y conocer los valores de producción de Lactato para las áreas de intensidad 4, 5 e 6, ya que pueden existir errores importantes en el entrenamiento. Sin embargo, si la producción de Lactato es adecuada, estamos entonces en presencia de un atleta con capacidad de eficiencia de excelencia para su disciplina.



Eficiencia del Umbral Anaeróbico

Atleta masculino de Ciclismo de Carretera, que al iniciar el entrenamiento de Alto Rendimiento, con 18 años, alcanzó valores de 58 ml/kg/min de VO₂ Máx/kg. El atleta alcanza su valor más alto de VO₂ Máx, dos años después, de 76 ml/kg/min. A partir de ahí, no obtiene mayores aumentos, mas si, una mayor eficiencia en su trabajo.

Edad	VO ₂ Máx/kg	Eficiencia UA	VO ₂ Máx/kg/ UA Eficiencia
18	58 ml/kg/min	80 %	46.4 ml O ₂ /kg
20	76	87 %	66.1
21	76	91 %	69.5

Eficiencia del Umbral Anaeróbico

Las alteraciones de la calidad del UA con relación al VO₂ Máx, permiten el aumento del Rendimiento Deportivo, con un tiempo mejor, para distancias iguales y para diferentes temporadas, ya que permiten, pedalear rápido en la prueba, en Estado Estable.

Esto permite finalmente, disponer de reservas energéticas y de un estado fisiológico apropiado para sustentar un sprint final, con el mejor tiempo.

Natación 1500 libre. Relación entre UA e Performance

Evento 1500 m de Natación	Nadador A	Nadador B
Mejor cron. a inicio de la temporada	14: 59.20	14.58.12
*VO2 Máx./Kg	78 ml O2/ Kg/min	83 ml O2/ Kg/min
* Umbral Anaeróbico	93% VO2 Máx.	85 %VO2 Máx.
* % VO2 Máx. en el LA	72,5 ml/kg/min	70,5ml/kg/min
El Nadador A, nadó los primeros 100 m en 59", y los 12 siguientes 100 m en 1' cada uno, o 14° 100 m en 58" y los últimos 100 en 57". El Nadador B no puede mantener el ritmo de A a partir de 11° 100 m.		
Estado estable – eficiencia	XXXX	X
- Mantiene el ritmo para rematar al final	Si	No
- Cron. final (IV Macro ciclo)	14:54 (RP)	14:59.47
- Lugar	Primero	Segundo

Último Test de Ergoespirometria de la temporada 2 meses antes de la competencia final de la temporada. Los tests de campo coinciden

Importancia de los Tests de Campo para Evaluación de las Áreas de Intensidad

- Guardan relación la intensidad, la calidad del entrenamiento y las respuestas biológicas como: FC, lactato y urea.
- Se realiza en el entrenamiento, durante la sesión dedicada a la evaluación de un área de intensidad, con el objetivo de verificar el cumplimiento de la calidad del mismo.
- Se realiza durante el entrenamiento para realizar la evaluación de las principales áreas funcionales de intensidad.

Los tests de campo se correlacionan con test de ergoespirometria y con test de prevención de fatiga crónica

Test Progresivo de Lactato

Distancia de 500 m . Kayak 7 x 500 m

Área de Intensidad	Repeticiones	Intensidad de Tiempo	Pausa entre Repeticiones	*Pausa entre Área	Obtención de Lactato posterior a carga
2	2	81-83 %	30''	3'	Directo posterior a 2da repetición
3	2	85-87 %	30''	5'	Directo posterior a 2da repetición
4	1	90-91 %	-	15'	1'-3'
5	1	94-95 %	-	20'	3'-5'
6	1	100 %	-	-	3'-5'

***FC ≤ 100 ppm de recuperación para alcanzar la próxima área de intensidad**

Resistencia Regenerativa (Área 1)

- Energía: predominio de lípidos
- Fisiología : recuperación activa o regenerativa
- Tipo de entrenamiento: Continuo de 30-60' o como parte final de un entrenamiento 10-15'.
- Disciplinas de resistencia : 7-15% volumen total del Macro ciclo
- Tener cuidado con exceso en las disciplinas de velocidad y fuerza
- FC 115-140 ppm ($\leq 70\%$ FRC Máx) Lactato < 2 Mmol/L
- Percepción do esfuerzo : Muy leve (< 11 segun escala Borg)

Umbral Aeróbico (Área 2)

- Energía: predominio HC aeróbico , también lípidos en baja intensidad (70-75% FC Máx)
- Fisiología: Base de capacidad aeróbica
- Ejemplo de entrenamiento : Continuo 20-90'/sesión
- Disciplinas de resistencia: 50-70% del volume total del macrociclo. Para otras disciplinas: <50%
- Lactato: 2-3
- Percepción de esfuerzo: Leve (12-13)

Umbral Aeróbico

Disciplinas	BPM	%FC Máx.	%VO2Máx	% de Intensidad del mejor tiempo
Resistencia	130-170	70-92	65-89	65-89
Resistencia con Fuerza	130-170	70-90	65-85	65-79
No Resistencia	130-170	70-85	65-74	65-75

Umbral Anaeróbico (Área 3)

- **Energía: Predominio HC aeróbico**
- **Fisiología : Capacidad Aeróbica . Economiza y potencializa VO₂ Máx/kg**
- **Muy importante para las disciplinas de resistencia.**
- **Ejemplos de entrenamiento :**
 - a) Continuo 20-30' até 90'**
 - b) Fraccionado - Interválico : duración de las repeticiones entre 4-20'. Recuperación entre cada repetición ≤ 90"-2' o FC ≤ 120 bpm. Máxima duración del trabajo incluida recuperación 90'.**
- **Cuidado, la intensidad elevada del entrenamiento puede afectar Área 4.**
- **Disciplinas de resistencia : 15-20% volumen total**
- **Lactato: 3-4 Mmol /L .**
- **Percepción de esfuerzo: Moderado (14-15)**

Umbral Anaeróbico

Disciplinas	BPM	% FC Máx.	%VO2Máx	% Intensidad del mejor tiempo
Resistencia	165-185	93-95	90-93	90-93
Resistencia con Fuerza	165-180	90-93	85-90	85-90
No Resistencia	160-180	85-90	75-85	75-85

Potencia Aeróbica (Área 4)

- **Energía: predominio HC aeróbico y anaeróbico**
- **Fisiología: Potencia Aeróbica e incremento VO₂ Máximo. Importante en el Rendimiento**
- **Ejemplo de Tipo de entrenamiento: Fraccionado - Interválico**
Duración de cada repetición de 3-6'
- **Repeticiones máximas: 4 .**
- **Recuperación debe ser $\frac{1}{2}$ o $\frac{3}{4}$ del tiempo de cada repetición o FC ≤ 120**
- **Duración total del entrenamiento incluida la recuperación: 25-35'**
- **Disciplina de resistencia 6-9 % volumen total**
- **Cuidado, la intensidad elevada puede afectar Área 5.**
- **Lactato: > 5 (7-9)**
- **Percepción : Intenso (16-17)**

Potencia Aeróbica

Disciplinas	BPM	%FC Máx.	%VO2Máx	% Intensidad del mejor tiempo
Resistencia	175-190	92-97	91-96	91-96
Resistencia con Fuerza	172-190	92-95	88-93	88-93
No Resistencia	170-190	90-93	85-89	85-89

Potencia Anaeróbica (Área 5)

- **Capacidad o Resistencia Anaeróbica Láctica**
- **Potencia o Tolerancia Anaeróbica Láctica.**
- **Potencia Anaeróbica Aláctica**

Percepción de esfuerzo: muy intenso (18-19)

Potencia Anaeróbica

Disciplinas	BPM	%FCMáx.	%VO2Máx	% Intensidad del mejor tiempo
Resistencia	≥ 190	94-98	93-98	93-98
Resistencia con Fuerza	≥ 190	95-98	92-97	92-97
No Resistencia	≥ 190	94-98	90-97	90-97

Capacidad Anaeróbica Láctica

- Energía: HC anaeróbico
- Fisiología : Capacidad y Resistencia Láctica
- Ejemplo de Tipo de Entrenam.: Fraccionado - Interválico con duración entre 45''-2'30'', y a una intensidad de 95-97%. Recuperación entre cada repetición igual que el tiempo de repetición o $FC \leq 120$.
- No deben ser más de 4 repeticiones.
- Disciplina de resistencia 1-2% del volumen
- FC de cada repetición generalmente ≥ 190 . Lactato 9-12
- El exceso puede ser peligroso para el desarrollo de los atletas

Potência Anaeróbica Láctica

- Energia predominio: HC anaeróbico
- Fisiologia : Potencia y Tolerancia Láctica
- Ejemplo de Tipo de Entrenamiento: Fraccionado - Repetición con duración entre 30''-2', a una intensidad de 97-99 %. Relación entreno – descanso de 1 a 10, o sea la repetición es de 1'20'', la recuperación debe ser de 12' y/ o $FC \leq 100$.
- No deben ser más de 4 repeticiones.
- Duración total oscila entre 25'-45', incluida la recuperación. Si la recuperación no es buena, lo ideal será trabajar en la Resistencia Láctica..
- Disciplina de resistencia 0.5-1 % del volumen
- FC de cada repetición generalmente ≥ 190 . Lactato > 12
- El exceso es peligroso para el desarrollo de los atletas

Potencia Anaeróbica Aláctica

- Energía Predominio: CrP
- Fisiología : Potencia Aláctica. Producción y recuperación de CrP.
- Ejemplo de Tipo de Entrenam.: Fraccionado - Repetición con duración entre 8"-12", a una intensidad de 99-100 %. Recuperación entre cada repetición, de 2' o FC \leq 100, para garantizar la recuperación del CrP.
- Repeticiones: 6 - 8
- Disciplina de resistencia 1-2 % del volumen
- FC \leq 160, generalmente \leq 130. Lactato $<$ 3
- Débil recuperación hace entrenar en el área láctica

Máximo o Competitivo (Área 6)

- 100% de ejecución de la disciplina : 50-1500 m natación, 100 m - maratón atletismo, kayak, fútbol, voleibol, judo, ginnástica, halterofilia, etc.
- Participan las fuentes de energía necesarias para la realización del gesto deportivo a una máxima intensidad según la disciplina.
- $FC \geq 190$ $Lactato \geq 8$ (12-20 ou >)
- Percepción de esfuerzo: Extremadamente intenso (20) en los deportes continuos. Se manifiesta también en ocasiones en los deportes acíclicos.

Relación de las Cargas con las Áreas de Intensidad y las Capacidades Funcionales

- La Resistencia Regenerativa (RR) y el Umbral Aeróbico pueden ser trabajados en todas las sesiones.
- No se debe abusar en las disciplinas que no son de resistencia.
- Después del entrenamiento , si no existe otra planificación sería adecuado hacer 10 – 15 minutos de RR.
- También se puede hacer posterior a los juegos como parte de la recuperación activa o regenerativa.
- Umbral Anaeróbico cada 24 o 48 horas (dependiendo de la duración del treno anterior y de sus objetivos)
- Potencia Aeróbica (VO₂ Máx.) cada 48 horas

Otras consideraciones:

- Capacidad Anaeróbica Láctica y Potencia Anaeróbica Láctica cada 72 horas*.
- Potencia Anaeróbica Aláctica (Velocidad) cada 24 horas Cuando es realizada bien.
- Fuerza Muscular cada 48 horas. Debe trabajar 2 o 3 veces por semana dependiendo del microciclo. Debe ser en días alternos, y como última sesión del entrenamiento del día.

Felicidades a los organizadores

Muchas Gracias