

# **INDIVIDUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO EN EL DEPORTE CREATIVO**

**Alexander Kormanovski**

*Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional (México)*

## **RESUMEN**

En el deporte recreativo el efecto tanto psicológico como metabólico del ejercicio depende del programa del entrenamiento: si es adecuado o no a las capacidades individuales de la persona. Existen métodos no invasivos (% de frecuencia cardíaca máxima o velocidad máxima) e invasivos (medición de lactato en plasma durante prueba escalonada) para individualizar los rangos de intensidad en deportes cíclicos de alto rendimiento. En esta ponencia se presenta el resumen de la larga experiencia de usar los resultados de la medición de la respuesta de lactato y frecuencia cardíaca durante prueba escalonada con los corredores del deporte recreativo para misma tarea. De esta manera intentamos disminuir posibilidad de lesiones y abandono del ejercicio en este deporte. Umbral anaerobio (o umbral de lactato) es el parámetro principal en esta tecnología. Se discuten varios aspectos prácticos de la aplicación de este método invasivo en el deporte recreativo.

## **PALABRAS CLAVE**

Lactato, umbral anaerobio, entrenamiento, deporte recreativo

## **INDIVIDUALIZATION TRAINING PROGRAM IN SPORT RECREATION**

## **ABSTRACT**

The psychological and metabolic effect of amateurish sports depends on the adequacy of the training program for the individual in question. In high performance sports the methods of measurement for individualizing the intensity of training can be categorized as invasive (determination of lactate in plasma) and non-invasive (maximum heart beat maximum velocity). I will present a summary of many years of the use of heart beat and the lactate response during scale test to individualize the intensity of training with the aim of reducing injuries and/or abandonment of the amateurish sport. The principal parameter is the anaerobic threshold (lactate threshold). Various practical aspects of the application of this method will be discussed.

## **KEY WORDS**

Lactate, anaerobic threshold, training, amateurish sports

## **INTRODUCCIÓN**

Efectos psicológicos y de todo otro índole sobre la persona en el deporte recreativo dependen en el mayor grado del programa de entrenamiento: si es adecuada o no a las capacidades individuales de la persona. La situación real en el deporte recreativo en México, es que hay pocos entrenadores capacidad de trabajar en este deporte mientras mayoría de los entrenadores son anteriormente atletas de alto rendimiento sin la preparación necesaria. El exceso de la intensidad en el entrenamiento es muy común, provocando cansancio y lesiones de todo tipo que alcanzan hasta 80% en personas que comienzan el entrenamiento.

El entrenamiento es un proceso de adaptación del organismo al ejercicio. Hay dos formas de alcanzar la adaptación fisiológica a las cargas: a través del sufrimiento o con las cargas que corresponden a las capacidades individuales de la persona. La primera forma es común en el deporte de elite pero con frecuencia sucede y en el deporte recreativo. Es obvio que el programa de entrenamiento debe contener ejercicio en rangos diferentes de intensidad y diferente proporción entre volumen en cada rango. Pero también es obvio que no es posible transferir en el deporte recreativo copia del programa de alto rendimiento solo reducida en la cantidad de ejercicio.

En los últimos años aparecieron varias publicaciones sobre el entrenamiento en deporte recreativo, sobre todo en la carrera (Costill, 1986; Piper, 1996) incluyendo (Dolgener, 1998), donde hay detallados aspectos metodológicos de la preparación para el maratón de las personas del deporte recreativo. En la mayoría de estas publicaciones recomiendan usar porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima (FCm) o de la velocidad máxima en un tramo (5-10km) para calcular rangos de la velocidad de carrera. Estos métodos no son invasivos, son sencillos y hay que usarlos. Pero tienen sus limitaciones: nuestra experiencia muestra que cerca del 40% de las personas en la altura de la ciudad de México, DF (2200m) no responden según estos cálculos. Esto sucede porque los parámetros mencionados dependen de la inmensa multitud de factores sobre todo en el deporte recreativo.

En algunos libros se menciona el uso de medición de lactato durante la prueba escalonada en deporte de elite (Virus A & Virus M, 2001) pero no se presenta el modo de aplicación de este método en el deporte recreativo. Percepción común es que en el deporte de alto rendimiento debe usarse todo el conocimiento y metodología posible, mientras en el deporte recreativo se propone usar lo más sencillo como para algo que no tiene mucha importancia.

Durante una prueba con el aumento gradual de intensidad de ejercicio nuestro organismo en intensidades bajas recibe energía por vía aeróbica, quemando todo incluyendo carbohidratos hasta productos no tóxicos como bióxido de carbono y agua, mientras el nivel de lactato (producto final de glucólisis anaerobio) se mantiene en el nivel mínimo (alrededor de 2 mmol/l). Pero a partir de cierta velocidad la demanda de energía rebasa la capacidad de la vía aeróbica y se prende glucólisis anaerobio con la producción elevada de lactato en músculo y consecuentemente en sangre. La acumulación de lactato limita nuestra capacidad para continuar el ejercicio de intensidad alta.

Cuando comienza a aumentarse exponencialmente el lactato en sangre (umbral anaerobio UA o umbral de lactato) correlaciona positivamente con el rendimiento de la persona en el deporte de resistencia (Sjodin & Jacobs, 1981; Mader, 1991). A lo largo del entrenamiento UA aumenta y por eso saberlo permite resolver tres problemas: 1) calcular los rangos individuales de la velocidad de la carrera durante entrenamiento; 2) controlar la respuesta al programa; 3) evaluar el rendimiento para planear el ritmo de carrera adecuado en la competencia. En este estudio presentaremos nuestra experiencia en el planeamiento y seguimiento individual del entrenamiento en la carrera recreativa en base de la medición del UA durante prueba escalonada.

## METODO

Durante 15 años hemos realizado prueba escalonada en la carrera en más de 500 personas del deporte recreativo con medición de lactato y frecuencia cardiaca (FC) y por lo menos 200 de ellas estuvieron en seguimiento bioquímico durante 1 año y más. Hemos usado en el campo test 5x1000m para los corredores novatos y 5x2000m para los experimentados. La ventaja de hacer prueba en campo es triple: 1) es el lugar de entrenamiento; 2) duración de cada escala de prueba es larga y permite alcanzar estabilidad del nivel de lactato ("lactate steady state") en sangre; 3) es posible durante 2 horas realizar prueba por lo menos con 10 corredores.

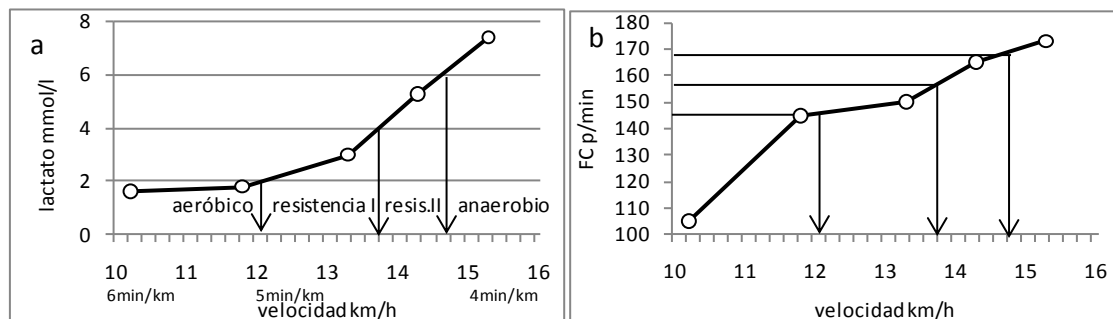
La muestra de sangre se toma del lóbulo de la oreja. La toma de sangre se realiza en cada escala de prueba igual como medición de FC. El volumen de muestra es 20-40  $\mu\text{l}$ , las muestras se mantienen sobre hielo y se centrifugan dentro de media hora. Se separa el suero y se guarda sobre hielo. El lactato se mide en suero con fotómetro Microlab 300 usando procedimiento RANDOX. También la medición de lactato de una gota de sangre puede medirse con el aparato del tamaño de la palma de mano (ACUSPORT) y el único obstáculo usarlo tiene carácter más psicológico que de dificultad o del costo.

Como esta tecnología permite evaluar directamente el estado del metabolismo energético en el nivel celular esto permite con más precisión individualizar las cargas del entrenamiento y consecuentemente prevenir cansancio fuerte y lesiones, evitando el abandono del ejercicio. En la literatura la información es dispersa y puede ser consultada en el libro (Virus A. y Virus M, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Cálculo de las cargas

Presentamos como se divide el espectro de velocidades de la carrera en cuatro rangos en base de resultados de prueba escalonada con la medición de lactato y FC. En la Fig.1a podemos ver la curva de lactato de un corredor de categoría "masters" en la prueba 5x2000m. Calculamos UA como la velocidad que corresponde al 4 mmol/l de lactato en caso si el corredor con  $\text{FC} > 170$  p/min alcanza la concentración de lactato máximo 7-8 mmol/l. Cuando el corredor no rebasa 6 mmol/l de lactato máximo usamos como criterio de UA velocidad que corresponde a 3 mmol/l de lactato. En caso de Fig.1a UA es 13.8 km/h. Hemos dividido las velocidades de prueba en cuatro rangos: aeróbico (lactato menor de 2 mmol/l), resistencia I (RI, lactato entre 2 y 4 mmol/l), resistencia II (RII, lactato entre 4 y 6 mmol/l) y anaerobio (lactato mayor de 6 mmol/l).



**Figura 1.** La respuesta de lactato (a) y FC (b) durante prueba escalonada 5x2000m en un corredor de 48 años de la categoría "masters"

En la Fig. 1b se presenta la respuesta de FC durante la prueba al respecto de los rangos de lactato. Se ve que límites de los rangos corresponden a 145, 155 y 170 p/min. Entonces tenemos dos criterios de los rangos de intensidad: velocidad o ritmo de carrera y rangos de pulso que permite a la persona controlar carrera dentro del rango preestablecido.

Segunda tarea de la programación es distribuir kilometraje semanal (microciclo) en diferentes rangos de la velocidad de la carrera. Según la metodología deportiva en este caso del corredor de 48 años de categoría masters en inicio de la preparación general puede hacer 50% del kilometraje semanal en la zona aeróbica ( $>5$  min/km), 30% en la zona RI (promedio 4min 30 seg/km), 15% en la zona RII (promedio de 4min 20 seg/km) y 5 % en la zona anaerobia ( $<4$  min/km). A lo largo de la preparación general las velocidades promedios de rangos se acercan a su límite superior. En la preparación precompetitiva disminuye el volumen de trabajo aeróbico y aumenta en otras zonas de intensidad.

En caso de las personas novatas por lo menos la tercera parte de tiempo durante el microciclo, deben ocuparlo ejercicios diferentes para desarrollar el mínimo nivel necesario de la fuerza en todos los grupos musculares para evitar lesiones en esta etapa. En proporción de las cargas entre intensidades diferentes cambia a favor del trabajo aeróbico (entre 70 y 100%) dependiendo de edad, peso y salud del corredor. Por ejemplo una persona después de 50 años con el sobrepeso y sin preparación durante los últimos años debe comensar a caminar con diferente velocidad y trotar como ejercicio en la zona RII. Durante medio año (o más rápido) aumenta gradualmente la cantidad y duración de trote hasta que el corredor puede aguantar la sesión de entrenamiento trotando. Después se hace una prueba con la medición de lactato y comienza la carrera con diferentes intensidades que las da esta prueba individual.

### Seguimiento del entrenamiento

En la Fig. 3 se presenta el comportamiento de lactato contra velocidad (Fig.2a) y FC contra velocidad (Fig.3b) con diferencia de 6 meses en un corredor de 29 años que entrenó anteriormente 5 años. Después de la primera prueba se ajustaron los rangos de velocidad y cómo podemos ver UA aumento más de 2 km/h, se alcanzó mayor velocidad máxima. También se disminuyó FC en aproximadamente 20 p/min evidenciando decremento en el costo cardiovascular del ejercicio (Fig.2b).

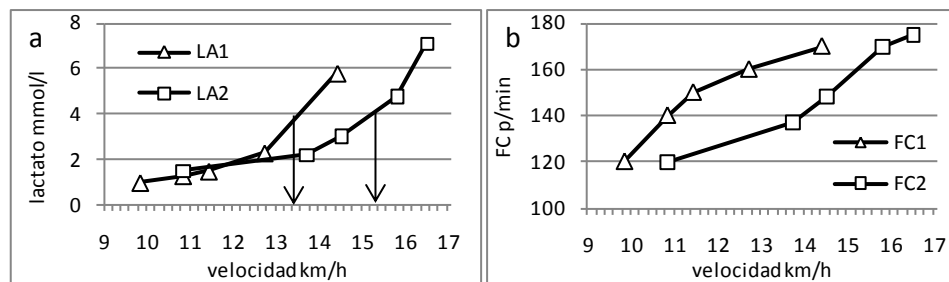


Figura 2. Respuesta de lactato (a) y FC (b) en la prueba 5x2000m con diferencia 6 meses en el corredor de 29 años

Dentro de nuestra experiencia, en la mayoría absoluta de corredores hemos observado mejoramiento del umbral y decremento de FC durante un año por lo menos. El grado del aumento de UA estuvo entre 1 km/h hasta 3 km/h. Normalmente hemos realizado pruebas mínimo cada 6 meses con ajuste de los rangos de intensidad y aumento paulatino del kilometraje total semanal. La percepción de los corredores estuvo de la siguiente manera: menos sufrimiento y progreso más rápido en el rendimiento. Al respecto a periodos más largos del seguimiento el progreso del rendimiento dependía mucho de la edad y disciplina en el entrenamiento de los corredores, que vamos a discutir en siguiente parrafo.

Como hemos mencionado el rendimiento en el maratón y carrera de fondo correlaciona con el UA: mayor UA mayor velocidad del corredor (Sjodin & Jacobs; Mader, 1991). En la Fig.3 se presentan datos promedios de 95 corredores que muestran la relación entre UA, velocidad calculada en maratón y tiempo real en el mismo. Entendemos que a parte del rendimiento la velocidad competitiva depende de muchos factores incluyendo psicológicos y ambientales. Hemos excluido de análisis los casos cuando corredor durante el maratón tenía molestias musculares, estuvo enfermo poco antes de competencia, no tenía suficiente motivación por alguna razón y cuando condiciones ambientales estaban fuera de lo normal. Según nuestro análisis en la población mexicana la velocidad competitiva se calcula como  $UA/1.29$  y tiene correlación positiva significativa ( $r = 0.89$ ,  $p < 0.01$ ) con la velocidad real. Pero no debemos olvidar que la prueba se realizó en altura de 2200m y para el maratón en el nivel del mar debemos restar de del tiempo en competencia promedio entre 10 y 15 minutos según nuestra experiencia, dependiendo de la edad y rendimiento del corredor.

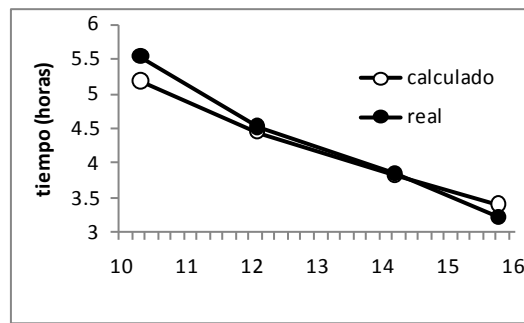


Figura 3. Relación entre UA y tiempo en el maratón calculado (UA/1.29) y real (n=95)

### Respuestas a varias preguntas

Vamos a presentar resultados de análisis de nuestra experiencia en forma de preguntas y respuestas. Es claro que no podemos responder a todas preguntas y nos concentramos en más importantes en sentido práctico.

Pregunta 1: ¿Que rango de velocidad mueve curva de lactato a la derecha?. Respondemos en secuencia de la importancia como estímulo del entrenamiento: principalmente carrera en las zonas RI y RII. Pero carrera aeróbica economiza trabajo en nivel circulatorio (disminuye pulso) y celular (aumenta uso de grasa como fuente de energía) y aparte recupera el organismo después de carreras en zona RII y anaerobia. Carrera anaerobia tiene varias funciones: mejora técnica de carrera, aumenta resistencia a elevado nivel de lactato en sangre, mejora mecanismos de eliminación o oxidación de lactato, mejora asimilación de carbohidratos. Entonces sin trabajo aeróbico y anaerobio no hay aumento significativo y rápido del rendimiento.

Pregunta 2: ¿Esta tecnología siempre puede garantizar el aumento gradual del rendimiento? A lo largo del entrenamiento respuesta del rendimiento no es lineal y cada siguiente aumento del UA requiere más tiempo y más entrenamiento acumulado. Analizando nuestros datos del seguimiento de los corredores hemos descubierto que kilometraje semanal limita el rango del cambio del UA y para el progreso es necesario gradualmente aumentar kilometraje total recorrido por la semana. Esta problema surge principalmente con corredores jóvenes y de categoría "masters". Como hemos tenido grupos de corredores adultos entrenados con kilometraje semanal limitado, por las razones del tiempo disponible para el ejercicio, hemos podido evaluar esta limitación presentada en la Tabla 3.

Tabla 1. Rangos de kilometraje semanal y UA máximo en corredores entre 30 y 60 años de edad y con por lo menos cuatro años del entrenamiento

kilometraje semanal	20-40 km	40-60 km	60-80 km	80-120 km
N=	29	33	21	11
UA máximo km/h	12.8	14.1	15.2	16.3
Mejor tiempo en el maratón	4h32min	3h51min	3h33min	3h09min

Esto no significa que no puedes alcanzar UA 14 km/h con el volumen de kilometraje 40 km/semana: se puede pero necesitará mucho más tiempo que 1-2 años y mucha paciencia. Y en deporte recreativo es importante que persona comienza sentir progreso en su rendimiento físico más pronto posible.

Pregunta 3: ¿Una sesión del entrenamiento debe ser continúa o con las interrupciones entre carrera en zonas diferentes? Nuestra experiencia de trabajo con personas (sobre todo novatos) en altura de la ciudad de México muestra que el efecto más fuerte y rápido al rendimiento de corredores se alcanza con el entrenamiento continuo hasta zona RII. Esto significa que si corredor corre 5km en una sesión es mejor planear diferentes intensidades sin

pausas. Por ejemplo: 1 km aeróbico (sirve también para calentamiento) sin parar 2 km en zona R1, sin parar 1 km en la zona R11 y finalmente 1 km aeróbico (para afloje).

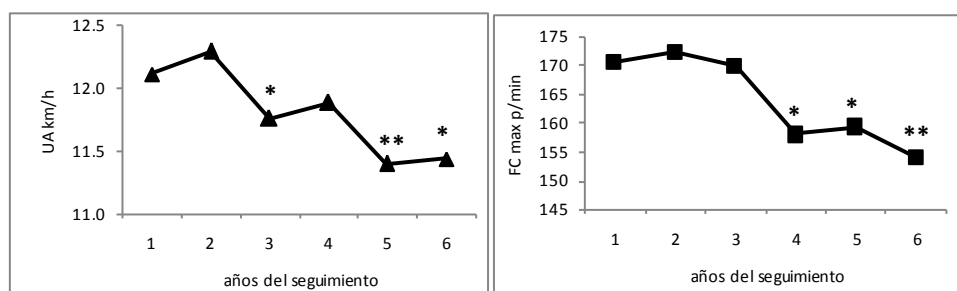
**Pregunta 4:** ¿Interrupción del entrenamiento como afecta el rendimiento determinado por el UA? Esta pregunta es crucial para el deporte recreativo porque muchas personas tienen percepción que uno-2 meses sin entrenamiento no les afecta mucho. Resultados de nuestra experiencia se presentan en la Tabla 2. En dos años seguidos se comparan niveles de UA inicial en temporada de preparación en grupo sin interrupción larga y con la misma. Es obvio que interrupción mayor de 1 mes provoca pérdida casi completa del rendimiento ganado en la anterior temporada en mayoría de las personas con edad mayor de 40 años.

**Tabla 2.** Cambio porcentual del UA inicial en el segundo año comparando lo con anterior en corredores con y sin interrupción del entrenamiento mayor de un mes. \* -  $p < 0.05$ , \*\* -  $p < 0.01$  comparando con UA inicial del año anterior

EDAD años	25-40	40-60	>60
N=	16	25	14
Con interrupción	+8%*	+2%	-3%
N=	21	27	13
Sin interrupción	+16%**	+9%*	+5%

Mientras entrenamiento continuo mantiene mayor parte de la ganancia en el rendimiento en todos los edades, la interrupción la elimina. Si tomamos en cuenta que en el primer año aumento promedio de UA en ambos grupos estaba parecido en ambos grupos (cerca de 20 % sobre el nivel inicial que equivale aproximadamente 1.5 km/h) entendemos que el entrenamiento continuo es necesario para progresar en el rendimiento.

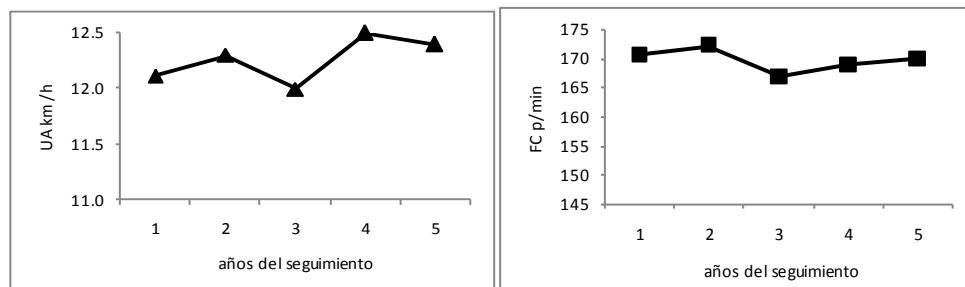
**Pregunta 5:** ¿Es posible mantener el rendimiento durante el envejecimiento natural? La edad disminuye UA y FCmax que es notorio después de 50 años (Janssen, 1989). Entonces en este periodo tarde o temprano comienza dominar efecto del envejecimiento. En la Fig.4a podemos ver comportamiento de UA (medido antes del maratón) en un grupo de 8 corredores de edad  $47.5 \pm 2.8$  años durante 6 años del seguimiento. Kilometraje semanal se mantenía entre 50 y 60km. Se ve decremento del UA promedio con velocidad 0.5 km/h en dos años. En la Fig.1b también se observa decremento significativo de FCmax que confirma que el efecto es por el envejecimiento. Otro factor que podría influir es la interrupción del entrenamiento más de un mes entre las temporadas de entrenamiento.



**Figura 4.** Cambios del UA (a) y FC max promedios de 8 corredores de  $47.5 \pm 2.8$  años en prueba escalonada 5x2000m durante seguimiento de 6 años (tenían interrupción del entrenamiento más de 1 mes entre temporadas). \* -  $p < 0.05$ , \*\* -  $p < 0.01$

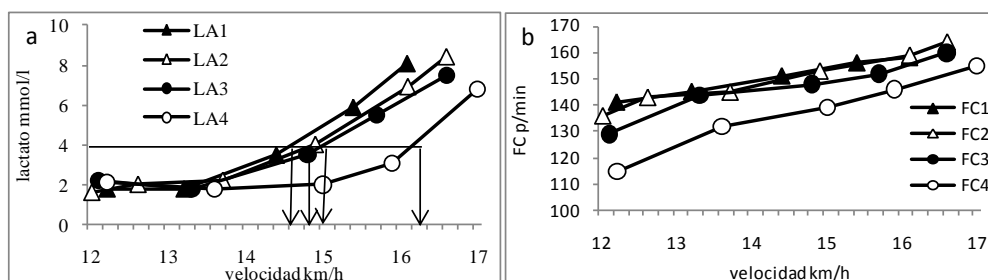
Datos de otro grupo de 6 corredores de edad promedio un poco más alta ( $53.1 \pm 3.7$  años) que estuvieron en el seguimiento durante 5 años en diferencia con el grupo anterior mantuvieron su rendimiento medido por UA antes del maratón y su FC máxima alcanzada en la prueba (Fig.5). La diferencia entre grupos se radica principalmente que segundo grupo entrenaba más años por un lado y por otro lado con menos interrupción durante el año. La comparación de estos grupos nos lleva a conclusión que es posible mantener el rendimiento

entre 50 y 60 años de edad contrarestando efectos de embejecimiento con entrenamiento continuo.



**Figura 5.** Cambios del UA (a) y FC max promedios de 6 corredores de  $47.5 \pm 2.8$  años en prueba escalonada 5x2000m durante seguimiento de 5 años (sin interrupción del entrenamiento más de 1 mes).

**Pregunta 6:** ¿Es posible en caso cuando ajustes de carga incluyen el aumento gradual del volumen de entrenamiento el aumento del rendimiento en corredores adultos? En la Fig.6a se presenta aumento drástico del rendimiento en un corredor de 39 años de categoría "masters" que tenía parecido UA ( $14.6 \pm 0.2$  km/h) durante 3 años seguidos (LA1-LA3) con la carga total 70-90 km/semana. Consecuentemente el terminó tres maratones en nivel del mar con el tiempo  $190 \pm 5$  minutos. Como el tenía el deseo terminar el maratón en menos de 3 horas se aumentó durante últimos 6 meses antes del cuarto maratón su carga hasta 120 km/semana y como vemos su UA llegó a 16 km/h (LA4) y su FC disminuyó en todas las velocidades evidenciado menor costo cardiovascular. Su cuarto maratón en nivel del mar este corredor terminó en 2h 58 minutos.



**Figura 6.** Respuesta de lactato (a) y FC (b) en corredor de 39 años de categoría "masters" con 70-90 km/semana (1-3) y con 120 km/semana (4).

**Pregunta 7:** ¿Ejercicio ayuda a la recuperación después de enfermedades fuertes? Es tema muy amplia, complicada y especializada pero vamos a presentar un caso del señor de 62 años a quien un tiempo después de infarto miocardio los cardiologos recomendaron comenzar hacer ejercicio. Señor comenzó trotar en el bosque con su hija, no sentió bien y acudieron a nosotros. El nivel de lactato después de trote lento rebasaba 6 mmol/l, nivel de CK en sangre estuvo mayor de 200 U/l y nivel de urea alcanzaba 45 mg/dl: síntomas clásicos de sobrecarga del ejercicio. Hemos programado su entrenamiento con la caminata lenta durante 3 meses y después lo hemos ajustado a caminata pero con diferentes intensidades otros tres meses y después le incluimos trote, que el ya aguantaba bien. En segundo año señor trotaba 4-5 km sin problemas. Su primera competencia de 5 km tratando-caminando el hizo en el final del segundo año y en el tercer año hizo de misma manera medio maratón.

**Pregunta 8:** ¿Cómo debe ser el trabajo de fuerza para corredor adulto? Es absolutamente importante porque a partir de 35 años esta calidad disminuye exponencialmente. Estamos completamente seguros que importancia de trabajo de fuerza aumenta con aumento de la edad por múltiples razones incluyendo prevención de lesiones, mantenimiento de postura de cuerpo, estimulación de producción de hormonas etc. Una de las consecuencias de falta de

ejercicios de fuerza es hipoglucemia en ayuno en corredores con 20-30 años de entrenamiento después de 65 años.

Pregunta 9. ¿Cómo es el UA en las personas que dedican deporte de duración extrema? Hay desarrollo impresionante de este tipo de deportes: medio ironman, ironman completo, carreras de ultramaratones de todo tipo, natación en aguas abiertas etc, donde también participan personas del deporte recreativo. Resumen de nuestra experiencia con este gente muestra que UA puede ser bajo pero persona con éxito participa y termina estas competencias duras. Por ejemplo tenemos una corredora de 55 años que tiene UA entre 10 y 11 km/h, pero ya varios veces terminó ultra maratones en altura mayor de 2000m, nadadores que hicieron records Guinness y cruzaron canal de LaMancha, hicieron tres nados de mayor de 12 horas en tres meses que tenían UA en 1.2 m/seg (1.6-1.7 m/seg tienen nadadores de elite de 1500m). Intensidad baja del ejercicio en este tipo de competencia favorece gente con metabolismo energético con uso de grasa como principal fuente de energía. Gasto economico de carbohidratos y catabolismo proteico como edicional fuente de energía.

## CONCLUSIÓN

Hemos adaptado la tecnología originalmente desarrollada para el deporte de elite a las necesidades del deporte recreativo para población mexicana y la hemos aplicado durante años en este deporte. Esta tecnología permite cuplir principal tarea de ciencia aplicada al deporte recreativo que es tratar de manera diferente a gente con diferentes capacidades físicas y de salud con fin de aumentar calidad de vida.

### Agradecimiento

Este trabajo fue apoyado por Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional y Escuela Superior de Medicina. El estudio se realizó también gracias a la participación voluntaria de los entrenadores involucrados en el entrenamiento en el deporte recreativo en parques de la ciudad de México y especialmente al Luis Háro y Angel Cásares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dolgener, F.A. (1998). *The non-runner's marathon trainer*. Chicago, IL, EE.UU.: Masters Press.
- Janssen, P.G.J.M. (1989). *Training lactate pulse – rate*. Oulu, Finland: Oy Litto.
- Mader, A. (1991). Evaluation of the endurance performance of marathon runners and theoretical analysis of test results. *Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 31, 1-19
- Sjödín, B. & Jacobs, I. (1981). Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *International Journal of Sports Medicine*, 2, 23-26
- Viru, A. & Viru, M. (2001). *Biochemical monitoring of sport training*. Nueva York, NY, EE.UU.: Human Kinetics Publishers.