

LA RECUPERACIÓN EN EL ENTRENAMIENTO INTERVÁLICO

Narcís Gusi Fuertes,

*Trabajo realizado gracias a la concesión de una beca
a la investigación por parte del INEFC - Barcelona.*

Resumen

El objetivo de la investigación es el estudio de la influencia de la evolución de las necesidades recuperatorias (NR) en el entrenamiento interválico (IT). Se obtuvieron datos de 30 atletas de competición, pero completas de 8 (24 ± 8 años, 87 ± 20 km/sem, 8 ± 7 años de experiencia). Se recogieron las frecuencias cardíacas por el SPORT TESTER 3000 SYSTEM en tres pruebas de campo: Test Conconi, IT con recuperación relativa cardíaca fija (140 p/m) e IT con recuperación absoluta temporal fija (1 min). Las variables más significativas fueron: ritmo cardíaco máximo de trabajo, ritmo de salida de trabajo y el tiempo de pausa. Establecí dos grupos: deficitarios ($TP > 1$ min) y excedentes recuperatorios ($TP < 1$ min).

Conclusiones

1. La evolución de las NR es individual y específica.
2. Existe un incremento progresivo de las NR excepto en la última repetición por efecto de la relajación psicológica.
3. La experiencia influye significativamente en las demás variables.
4. La recuperación fija absoluta modifica progresivamente el tipo de esfuerzo y entrenamiento.
5. La RST máxima para continuar un IT se sitúa entre 140 p/m y el umbral aeróbico.

Introducción

El entrenamiento por repeticiones interválico (IT) es uno de los más utilizados en deportes individuales y co-

lectivos. La mayoría de investigaciones se han concentrado en el estudio del volumen y la intensidad, en cambio el objetivo de este estudio es la densidad del entrenamiento y más específicamente la influencia de la evolución de las necesidades recuperatorias en el entrenamiento interválico.

Material y métodos

La investigación es un estudio de campo. Los datos se recogieron en pistas de atletismo de 400 metros con el SPORT TESTER 3000 SYSTEM (5 receptores, 1 interface, software). Estos datos fueron tratados con el hardware y software adecuados. Los sujetos de investigación fueron atletas de competición experimenta-

dos con un kilometraje semanal superior a 60 kms. Obtuve datos de 30 atletas, pero sólo fiables y completos (ver criterios de selección de datos) en ocho de ellos (lesiones, climatología, viajes, etc.). Por lo tanto, la investigación se ha basado en el estudio de 8 atletas de competición (24 ± 8 años, 87 ± 20 km/semana, 8 ± 7 años de experiencia).

La investigación se basa en el análisis de las pruebas de campo siguientes:

Test Conconi

El atleta tiene que correr dando vueltas a una pista de atletismo con velocidad progresiva. Debe correr aproximadamente dos segundos más rápido cada 200 metros desde un tiempo inicial de 60 segundos hasta la imposibilidad de aumentar la velocidad por fatiga.

El objetivo de este test es valorar el nivel del individuo y poder evaluar los datos individualizadamente y establecer posibles correlaciones.

Entrenamiento interválico

Se trata del entrenamiento por repeticiones denominado Interval Training (IT). El IT utilizado se define para realizar 8 repeticiones de 400 metros. La intensidad del trabajo ha estado fijada individualmente. Para valorar la intensidad del trabajo se disponía de dos parámetros:

- La intensidad absoluta: tiempo en realizar una repetición, y
- La intensidad relativa: número de latidos por minuto al finalizar una repetición.

Los atletas tenían que correr con una intensidad absoluta constante (± 1 segundo) durante todas las repeticiones de las dos pruebas interválicas. Esta intensidad absoluta se acordaba en función del ritmo habitual de entrenamiento del atleta. Son atletas experimentados que obtienen en la primera repetición un número de latidos inferior al umbral anaeróbico, pero con una diferencia máxima de 20 pulsaciones.

Las dos pruebas IT se diferencian en

la variable fundamental de este estudio: la recuperación.

IT 140

En esta prueba la recuperación cardíaca del individuo se fija hasta llegar a 140 latidos por minuto para volver a hacer otra repetición. Así podemos ver el tiempo necesario para cada atleta para una recuperación fija relativa.

IT 1

El atleta obtiene una recuperación fija absoluta de un minuto. Por lo tanto, el tiempo se fija pero no así la recuperación relativa o cardíaca. De esta manera se pretende observar la evolución de la fatiga o cansancio.

Los datos recogidos de cada prueba fueron los siguientes:

- TEST CONCONI
 - Registro de las frecuencias cardíacas cada cinco segundos con el receptor SPORT TESTER 3000.
 - Registro de los tiempos parciales cada 200 metros.



• INTERVAL TRAINING

- Registro de las frecuencias cardíacas cada 5 segundos.
- Registro del tiempo de salida y llegada de cada repetición.

Una vez obtenidos los registros cardíacos y temporales se informatizaron y almacenaron con los ordenadores y diskets.

Para reconocer y utilizar unos datos como completos y fiables tenían que cumplir los criterios siguientes:

- Realizar las tres pruebas en un período máximo de tres semanas (un mesociclo), para no alterar significativamente el estado de forma;
- Realizar las pruebas en condiciones climatológicas aceptables;
- Correr con ritmo adecuado al test Conconi (+1 segundo cada 200 metros);
- Correr con una intensidad absoluta constante a las repeticiones de los IT (+1 segundo cada 400 metros);
- Respetar el tipo de recuperación fijada.

Tratamiento de datos y resultados

Analizando y estructurando el listado de las frecuencias cardíacas y los registros temporales se establecieron para poder estudiar matemáticamente los datos en una serie de variables:

Para el análisis de las pruebas interválicas

- RMT: pulsaciones máximas durante el período de trabajo (gráficas 1 y 2).
- RMP: pulsaciones máximas durante el período de pausa.
- RST: pulsaciones de salida (iniciales) de un período de trabajo (gráfica 3).
- RLT: pulsaciones mínimas registradas durante el período de trabajo (diferencia respecto a RST).
- TP: tiempo de pausa utilizado por el atleta (gráfica 4).
- TT: tiempo de trabajo (en segundos).

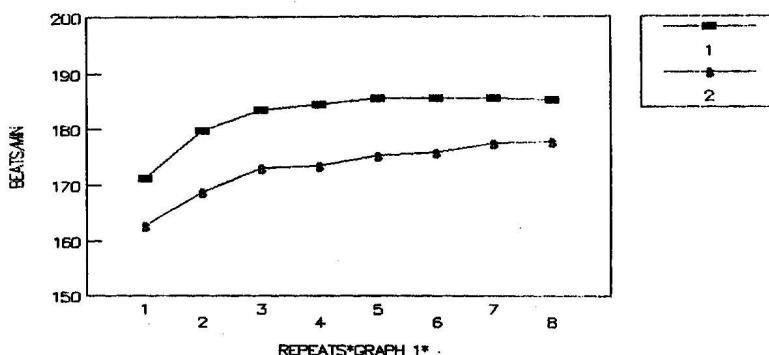
Para el análisis de las pruebas de Conconi

- RA: número de latidos por minutos del umbral aeróbico.

Gráfica 1.

RMT IT 140

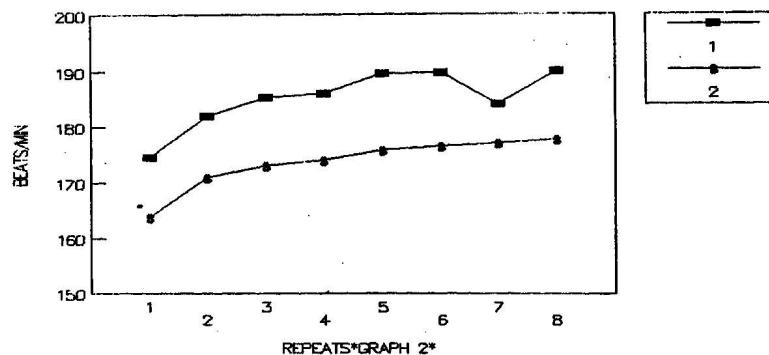
AD(1)–EH(2)



Gráfica 2.

RMT IT 1

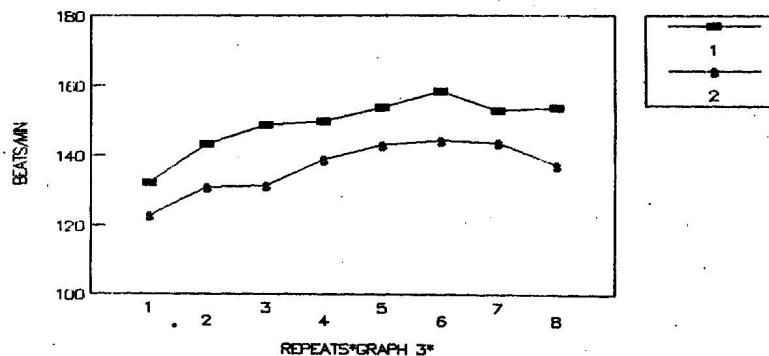
AD(1)–EH(2)



Gráfica 3.

RST IT 1

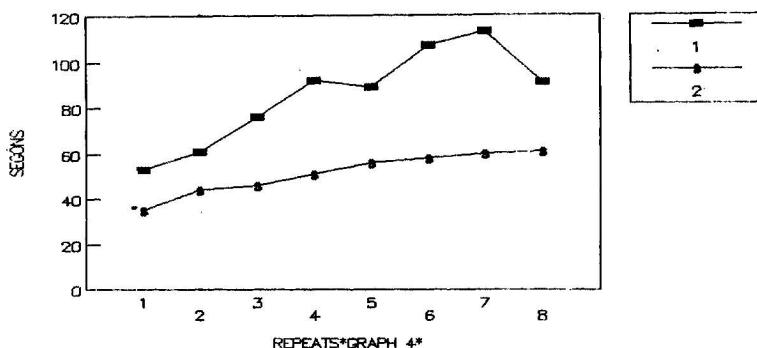
AD(1)–EH(2)



Gráfica4.

TP IT 140

AD(1)-EH(2)



- RN: puls./min. del umbral anaeróbico.
- RM: puls./min. máximo del individuo.
- VA: velocidad del umbral aeróbico (segundos/400 metros).
- VN: velocidad del umbral anaeróbico (segundos/400 metros).
- VM: velocidad máxima del individuo (segundos/400 metros).

También se han obtenido por entrevista las variables individuales siguientes: edad (ED), años de experiencia atlética (EX) y kilometraje semanal promedio de las cuatro semanas previas a la prueba (KM) (Tabla 1).

Para el tratamiento de los datos de las variables anteriores se utilizaron las siguientes estadísticas: medias (M), desviaciones estándar (STD), regresiones y rangos por datos individuales y grupales.

El tiempo de pausa (TP) es la variable principal del estudio y sobre la que se interrelacionan todas las demás. A partir de los datos TP he subdividido a los ocho sujetos en dos grupos (gráficas):

- AD: los individuos A, B, C y D tienen unas medias de TP en IT140 superiores a un minuto de recuperación.
- EH: los individuos E, F, G y H necesitaron medias de recuperación cercanas o inferiores al minuto.

Por lo tanto, a priori, para un grupo de sujetos el minuto de recuperación fija es tal vez suficiente y para el otro insuficiente.

Discusión

Analizando los incrementos parciales del tiempo de pausa (TP) por repetición no se ve individualmente una correlación suficientemente significativa entre los individuos para poder predecir con un número reducido de repeticiones la recuperación final necesaria. Por tanto, la valoración de la evolución de las necesidades temporales recuperatorias es individual y específica. Es preciso decir que los valores individuales de la STD AD son claramente superiores a la STD EH, pero no correlativos por rangos. Existe un incremento progresivo del tiempo de pausa necesario para obtener las 140 pulsaciones de salida

(RST) hasta la séptima repetición, pero curiosamente hay un descenso de TP en la última repetición en AD y una estabilización en EH (ver análisis de RST).

En el estudio del número máximo de pulsaciones durante el esfuerzo (RMT) se ve un incremento regresivo del número de latidos hasta la sexta repetición en IT140 y IT1. Los AD sufren un ligero descenso en IT140 y una estabilización en IT1 en las últimas repeticiones mientras que los EH continúan con el incremento regresivo de IT140 y estabilización en IT1 (gráficas 1 y 2).

El incremento absoluto de latidos en IT140 es mayor en EH que AD, pero similar en IT1. Esto es debido a que el número máximo de latidos en ADIT1 es mayor que en IT140, en cambio es parecido o menor en EHIT1. Además, el RMT AD es mayor 9.5 en IT140 y 12.5 en IT1, por lo tanto la diferencia es más grande en IT1.

En IT140 los individuos se estabilizan al llegar al RMT objetivo de este tipo de entrenamiento (AD en 5 repeticiones y EH en 6 ó 7), no dándose unas diferencias relativas significativas respecto a las respuestas de los diferentes individuos; sólo se dan unas diferencias absolutas debidas a las características individuales. Pero en IT1, mientras los EH tienen un RMT similar o inferior a IT140, los AD incrementan de forma significativa el RMT desde la tercera repetición

Tabla 1. CONCONI E INDIVIDUALES

	A	B	C	D	E	F	G	H
RA	160	158	167	181	159	162	168	145
RN	180	178	187	201	179	182	188	165
RM	189	186	198	206	187	191	189	166
VA	97	110	84	95	91	87	110	84
VN	75	85	72	72	74	72	76	71
VM	68	75	59	65	68	59	59	68
EX	2	7	3	2	7	5	15	19
KM	80	90	85	70	90	75	110	100
ED	20	28	21	17	25	19	31	32

sin estabilizarse como los EH que se comportan similar o mejor al nuevo esfuerzo. Como consecuencia de este comportamiento los AD trabajan por encima de la intensidad relativa buscada que es la del umbral anaeróbico. Por tanto, los AD trabajan con otro tipo de esfuerzo que afecta al TT absoluto y algunos individuos tienen que interrumpir el IT1 por la fatiga producida bien por la insuficiencia recuperatoria, la excesiva intensidad relativa al mantener la absoluta o por la interrelación de los dos. Cualquiera es suficiente para demostrar la hipótesis fundamental de la investigación: la recuperación fija absoluta modifica progresivamente el tiempo de entrenamiento.

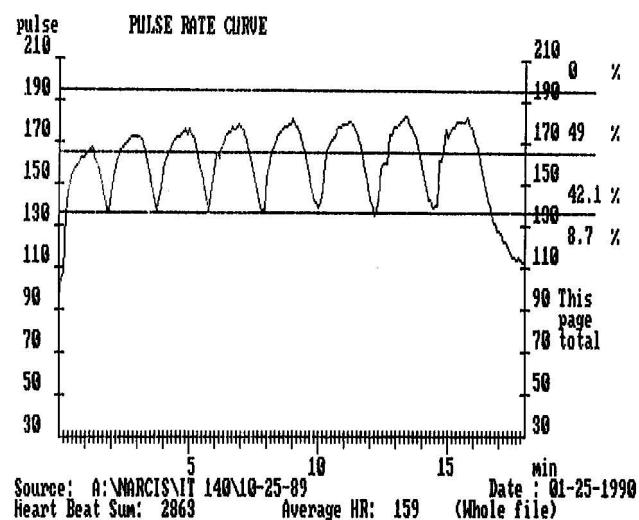
En el análisis del ritmo cardíaco de salida (RST) es preciso tener en cuenta que el RST de IT140 se fija por diseño de la investigación, por tanto los comentarios se referirán a los resultados de IT1 (gráfica 3).

Mientras la media de EH es inferior a 140 lat./min., la media AD es clara y progresivamente superior a 140 lat./min. Los AD sobrepasan las 140 pulsaciones desde la tercera repetición y se va incrementando el RST las siete primeras repeticiones. En cambio, los EH no llegan a las 140 pulsaciones hasta la sexta repetición (3/4 partes del volumen de entrenamiento) y se estabiliza el RST. Por tanto, es evidente que las necesidades temporales recuperatorias son individuales y en relación al volumen de trabajo también, porque es progresivo y por ello evolutivo.

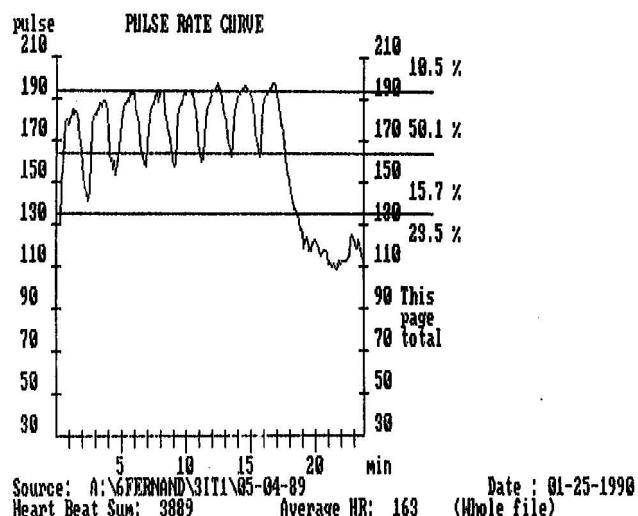
Los valores individuales de RST en AD llegan o sobrepasan los valores aproximados de RA (nota 1). Es significativo que, en todos los casos, cuando el RST supera el RA los individuos tuvieron que reducir la intensidad absoluta o abandonar en la repetición siguiente (nota 2). En conclusión, la recuperación cardíaca mínima necesaria para continuar un esfuerzo como el estudiado se sitúa entre las 140 pulsaciones y el RA.

A pesar de alguna excepción, las siete primeras repeticiones incrementan progresivamente el RST en todos los sujetos y en todos los casos el último RST se mantiene o baja una media de siete latidos/min. Dado que en la últi-

Gráfica 5. CURVAS DE IT140 TÍPICA



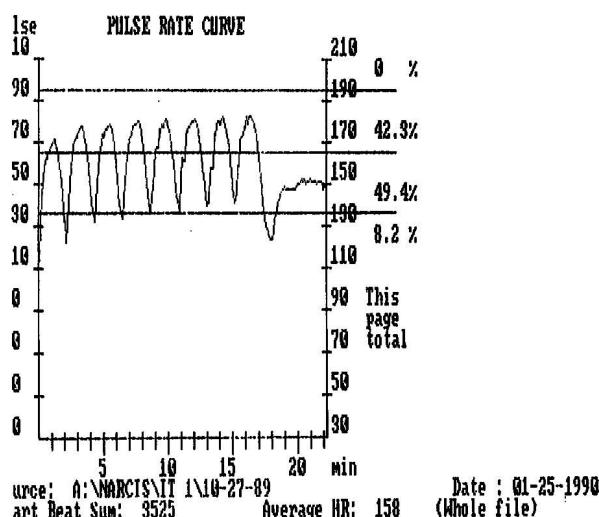
Gráfica 6. CURVAS TÍPICAS DE IT1 AD



ma repetición la intensidad relativa y/o absoluta se mantiene o sube en todos los individuos, y los datos concordantes del TP en IT140, todo ello me hace suponer que los individuos se recuperan más rápidamente de un estado de fatiga mayor por la relajación que implica conocer que se trataba de la última repetición. Este hecho lo he observado en individuos que han hecho 9 repeticiones (cuando creían que la octava era la última se

comportaron como los otros individuos, pero cuando sabían que tenían que hacer otra la gran recuperación la hacían en la novena). Por medio de entrevista individual he podido constatar que los individuos más experimentados estaban más seguros de finalizar el entrenamiento y más tranquilos durante la investigación y estos sujetos son los que notaron menos los efectos de esta mejora recuperatoria. Por tanto, este autocon-

Gráfica 7. CURVAS TÍPICAS DE IT1 EH



control psicológico influye en la recuperación cardíaca y probablemente sea una variable importante que habitualmente está ligada a la experiencia del sujeto, pero susceptible de entrenamiento afectando la densidad y la intensidad. En consecuencia, es una variable con entidad propia y significativa dentro del entrenamiento.

Hay un mantenimiento o ligero incremento de la frecuencia cardíaca durante los primeros diez o quince segundos de iniciar la pausa (RMP). No obstante, existe un ligero descenso o mantenimiento de la frecuencia cardíaca los primeros diez a quince segundos de iniciar el esfuerzo (RLT). Los valores de RMP y RLT no dan diferencias significativas entre grupos o pruebas, por tanto parece una latencia de respuesta cardíaca a las necesidades fisiológicas. Esto refrenda la viabilidad de obtener datos cardíacos aproximados durante un período de quince segundos una vez iniciada o finalizada la repetición. Estos datos aproximados son válidos para controlar el entrenamiento en la práctica sin que sea imprescindible la utilización de material especializado para hacer correctamente el entrenamiento (es suficiente el dedo y el reloj).

El estudio de RMT-RN y RMT-1RMT da datos similares a RMT; simplemente constata que el análisis de RMT no se ve afectado por los va-

lores individuales previos de RN y la primera RMT.

El análisis de las STD en el tiempo de trabajo (TT) reflejan que los EH son más constantes que los AD.

Todos los atletas mantienen o mejoran los TT en la última repetición de IT140, pero en IT1 sólo lo hacen los EH, porque los AD se ven obligados a aumentar el TT por fatiga.

Los AD (67 segundos) tienen un TT claramente más rápido en IT140 que EH (69 segundos). Pero, mientras EH mantiene la media en IT1, los AD se ven obligados a ser más lentos (70 segundos). Esto confirma la hipótesis inicial de que la recuperación absoluta fija no es válida para mantener la intensidad relativa o absoluta del trabajo pretendido en individuos que necesitan más TP. Considerando que existe un incremento progresivo de las necesidades de TP, la recuperación fija absoluta por EH es excedente durante más de la mitad del trabajo. Por tanto, con una intensidad y recuperación absoluta fija del trabajo se puede producir en función del objetivo:

- Un desaprovechamiento de las primeras repeticiones por una recuperación excesiva.
- Una sobrecarga en las últimas repeticiones por una recuperación insuficiente.

Teniendo en cuenta la correlación

existente entre los años de experiencia y el TP necesario, las desventajas se producen en la orientación menos provechosa o incluso peligrosa. Las sobrecargas inician los procesos lácticos en individuos habitualmente jóvenes e inexpertos no preparados para asimilar o soportar este tipo de entrenamiento, en cambio los individuos más preparados desaprovechan parte del entrenamiento. A nivel pragmático hay diferentes soluciones (algunas parciales):

- Trabajar con recuperación relativa (cardíaca, por ejemplo).
- Trabajar con regresión de las intensidades absolutas de trabajo, lo que supondría la desventaja de acostumbrar al deportista a disminuir la intensidad (no el esfuerzo).
- Una posibilidad viable es incrementar el tiempo de recuperación progresivamente (disminuir al principio e incrementar al final).

Los datos aportados por el test de Conconi y los datos individuales ayudan a la interpretación de las demás variables. Si la relación entre el TP y la edad no es significativa, sí que lo es la experiencia. Todos los sujetos EH son más experimentados que los AD. El único individuo con años de experiencia del grupo AD no pudo entrenarse constantemente dos temporadas por una lesión y el análisis de los individuos incompletos confirma que la influencia significativa sobre el TP son los años de entrenamiento constante.

Los atletas más experimentados corren más kilómetros semanales habitualmente, pero el estudio de los randoms no da datos suficientemente significativos como para predecir la recuperación necesaria.

Las velocidades de EH son aproximadamente 3 segundos más rápidas que AD, en cambio los sujetos AD corren más rápido en IT140 para conseguir valores similares a RMT.

Los deportistas mantienen un RMT inferior y cercano al RN en IT140, mientras que los EH hacen lo mismo en IT1, los AD tienen que subir el RMT por encima del RN individual de cada uno de ellos. Esto origina que el trabajo de EH sea de potencia aeróbica en los dos tipos de entrenamiento, pero mientras el entrenamiento de AD es de



potencia aeróbica en IT140, en IT1 es láctico. El trabajo de AD en IT1 es láctico pero con velocidades inferiores a VN. Por ello la recuperación es una variable fundamental del entrenamiento, sin la cual son insuficientes o incluso equivocados los análisis de la intensidad, el volumen y la densidad sin referirse a la recuperación.

Sólo se ha hallado correlación de rangos entre RMT 140 y RMT 1 y entre TP y EX, sobre todo en cuanto a grupos. Estas correlaciones confirman las discusiones anteriores.

No hay correlación de rangos entre TT 140 y TT 1, lo cual confirma la hipótesis que el trabajo se ve considerablemente afectado por el tipo de recuperación (absoluta o relativa). Por tanto, resulta necesaria la individualización de la recuperación para cada objetivo de entrenamiento que se desee.

Conclusiones

La evolución de las necesidades temporales recuperatorias es individual y específica. Uno de los métodos fisiológicos para valorar esta evolución es el análisis de la frecuencia cardíaca en un entrenamiento con recuperación relativa fija. Este análisis nos permite considerar una recuperación absoluta fija como excedente o deficitaria para un individuo.

Hay un incremento progresivo de las necesidades temporales recuperatorias excepto cuando el sujeto cree que es la última repetición, en la que hay un descenso de las necesidades recuperatorias. He interpretado este hecho como consecuencia de la influencia de la relajación psicológica en la recuperación cardíaca e incluso en la performance de la repetición. La experiencia es determinante en esta rela-

jación. Creo que sería interesante un estudio específico de esta conclusión. La variable individual fundamental es la experiencia y constancia en el entrenamiento que influye significativamente en el tiempo de recuperación, evolución del ritmo cardíaco de salida, el pulso cardíaco máximo de trabajo y la regularidad del tiempo de trabajo.

La recuperación fija absoluta modifica progresivamente el tipo de esfuerzo y por tanto de entrenamiento. La recuperación fija absoluta no es válida para mantener la intensidad absoluta o relativa, y hasta puede influir en el volumen del entrenamiento (incapacidad de finalizar el entrenamiento).

Existe un mantenimiento con pequeñas oscilaciones del pulso cardíaco durante los primeros quince segundos de la repetición y de la pausa. Por

tanto, estos datos se pueden utilizar en el control del entrenamiento diario. La recuperación cardíaca mínima para continuar el esfuerzo interválico está entre las 140 pulsaciones por minuto y el pulso cardíaco correspondiente al umbral aeróbico. Es preciso estudiar esta conclusión en otros trabajos. La recuperación es una variable fun-

damental del entrenamiento, sin la cual el análisis de éste puede ser incompleto e incluso equivocado. El estudio se hizo gracias a la beca-ayuda del INEFC-Barcelona, en las pistas de atletismo de la Universidad de Barcelona y en el "Joan Serra-ima". Gracias por el utilaje del INEF y el CEARE.

Notas

NOTA 1: El software del Test Conconi calcula el RA por la resta de 20 pulsaciones/minuto al RN.

NOTA 2: Comprendidos los sujetos con datos incompletos.

BIBLIOGRAFÍA

- ARELLANO, R., *Planificació i control de l'entrenament amb l'ajut d'ordinadors personals*. Congrés de Planificació i control de l'entrenament, Lérida, 1986.
- BOMPA, T., *Theory and methodology of training*. Kendall-Hunt, Canadá, 1983.
- CONCONI, F.; FERRARI; ZIGLIO; DROGHETTI; CODECA, "Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive fields test in runners", *Journal of Applied Physiology*, 52, 4, abril 1982, págs. 869-873.
- CUMMING, G.R., "Stroke volume during recovery from supine bicycle exercise", *Journal of Applied Physiology*, 32, 1972, págs. 575-578.
- DAVIS, J. A.; VODAK; WILMORE; VODAK y KURTZ, "Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise", *Journal of Applied Physiology*, 41, 1976, págs. 544-550.
- DIXON, W. y MASSEY, F., *Introducción al análisis estadístico*, Ed. Castillo, Madrid, 1974.
- ECKER, T., "Progressive IT. The workout program that eliminates the Guessing", *Athletic Journal*, vol. 57, abril 1977.

- FOX, E. L.; BERTELS, R. L.; BILLINGS; MATHEWS; BASON y MEBB, "Intensity and distance of IT program and changes in aerobic power", *Medicine and Science Sports*, 5, abril 1977, págs. 18-22.
- FOX y MATHEWS, *Bases physiologiques de l'activité physique*. Vigot editions, París, 1984, págs. 23-36.
- GADNER, J. B. y PURDY, J. G., *Computerized running training programs*. Trafnews Press, California, 1981 (6^a ed).
- HERMINGTON, R.T. y TANG, Q., "Using a computer to construct and II programme for swimmers", *Sports*, Canadá, agosto 1982.
- LITWIN, J. y FERNÁNDEZ, G., *Medidas, evaluación y estadísticas aplicadas a la educación física y deporte*. Ed. Stadium, Buenos Aires, 1977.
- MADSEN; MADER; OLBRECHT; LIESEN y HOLLMAN, "Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises", *International Journal of Sports Medicine*, abril 1985, págs. 74-77.
- NORRIS, R., "Utilización de la medida del pulso en el IT", *Stadium*, 59, 1976, págs. 32-33.