

de la práctica deportiva

Desarrollo de la resistencia a la velocidad para jóvenes velocistas

Martin Acero, Rafael

Responsable Técnico Femenino (Escuela Catalana de Velocidad)

RESUMEN

Una experiencia de entrenamiento de Resistencia a la Velocidad llevada a término durante cuatro años con controles metodológicos y fisiológicos, aportando dos características importantes ya desde ahora contrastadas: la prematura utilización de medios de Resistencia Especial en el inicio de cada temporada y la utilización de diferentes distancias, intensidades y tiempos de recuperación en cada sesión. Estos trabajos con velocistas jóvenes de la Escuela Catalana de Velocidad (Centre d'Alt Rendiment de Velocitat i Tanques) pueden ser extrapolables a los demás deportes con característica de Fuerza Rápida (FRp).

Palabras clave

Resistencia Mixta, sistemas de energía muscular, actividad enzimática, entrenamiento de jóvenes, biopsias musculares, concentraciones sanguíneas de lactato.

Reconocimiento

A los y las atletas que con tanto entusiasmo y entrega realizaron sus entrenamientos, colaborando con las experiencias científicas. Al espíritu de colaboración, en torno al entrenamiento, de los especialistas que han realizado las distintas investigaciones que hemos llevado a cabo en los últimos años, sin ellos y su acercamiento a la realidad del entrenamiento deportivo no hubiésemos avanzado en el conocimiento de los sistemas y sus resultados.

SUMMARY

A training experiment in Speed Endurance, carried out over four years, with methodological and physiological controls, brings us to two important and now contrasting observations: the premature usage of especial endurance techniques in the beginning of each season and the use of varying distances, intensities and rest times for each season.

This work with young sprinters from the Centre d'Alt Rendiment de Velocitat i Tanques (The Catalan School

of Velocity) could be applicable to others sports that have speed as a characteristic element.

Key Words

Mixed Resistance, the Muscular energy system, enzymatic activity, adolescent training programs, muscular biopsy, concentration of lactates in the blood.

In recognition

Of the athletes, male and female, who carried out their training with dedication and enthusiasm, collaborating in the scientific experience, and of the spirit of cooperation surrounding the exercise program on the part of the specialist that have done various research projects over the past few years. Without them and their approach to the reality of sports training, we would not have advanced in our knowledge of these system and their effects.

RESUM

Una experiència d'entrenament de Resistència a la Velocitat dut a terme al llarg de quatre anys amb controls metodològics i fisiològics i que aporten dues característiques importants ja des d'ara contrastades: la prematura utilització de diferents distàncies, intensitats i temps de recuperació en cada sessió. Aquests treballs aplicats a velocistes joves de l'Escola Catalana de Velocitat (Centre d'Alt Rendiment de Velocitat i Tanques) poden ser extrapolables als altres esports amb característica de força ràpida (FRp).

Paraules clau

Resistència Mixta, sistemes d'energia muscular, activitat enzimàtica, entrenament de joves, biòpsies musculars, concentracions de lactat a la sang.

Reconeixement

Als i a les atletes que amb tant d'entusiasme i coratge varen realitzar els seus entrenaments col·laborant en les experiències científiques. A l'esperit de col·laboració, entorn de l'entrenament, dels especialistes que han realitzat les distintes investigacions que hem dut a terme durant els darrers anys. Sense ells i el seu acostament a la realitat de l'entrenament esportiu no hauriem avançat en els coneixements dels sistemes i llurs resultats.

1.

Considerada la característica de Resistencia a la Velocidad, como una capacidad de primer grado de importancia, hay que plantearse una metodología adecuada a las edades correspondientes a la Etapa de Especialización (15-18 años) y teniendo en cuenta que casi todas las experiencias publicadas, sobre todo la metodología presentada por Vitori y colaboradores¹ hacen referencia a edades y atletas de Alto Rendimiento, tuvimos que plantearnos nuestra forma de trabajar con jóvenes de la Escuela Catalana de Velocidad, después de haber realizado en dos cursos la Etapa de Iniciación con un trabajo de Resistencia Aeróbica/Anaeróbica a través de Circuitos de Fuerza Resistencia y práctica de deportes.

2. Las dos mayores peculiaridades son las siguientes:²

a) Al inicio de cada una de las temporadas que han constituido esta experiencia (1984 a 1987) el CICLO I, tras un ciclo de transición planificado, se ha parecido a un Ciclo Especial en cuanto al desarrollo de la Resistencia a la Velocidad y la Fuerza Rápida, pudiendo de este modo evaluar individualmente las características especiales, además de exaltar las condiciones naturales referidas a posibilidades de capacidad y potencia de cada vía energética, preparando psicológicamente al atleta para soportar con naturalidad los entrenamientos exigentes del alto rendimiento.

b) Se utilizaron volúmenes de cierta importancia para desarrollar la Capacidad Anaeróbica Aláctica, siendo realizado el entrenamiento de todas las vías

energéticas en una misma unidad de entrenamiento (R. Mixta):

- Capacidad Anaeróbica Aláctica.
- Potencia Anaeróbica Láctica.
- Capacidad Anaeróbica Láctica.
- Potencia Aeróbica.

Cuadro II

EJEMPLO DE SESIONES	CICLO DE DESARROLLO
SESIÓN A Lunes	SESIÓN B Jueves
4 x 60 (98%) 4'	3 x 60 (98%) 4'
8'	8'
2 x 80 (98%) 6'	3 x 80 (98%) 6'
8'	10'
100 (95%)	250 (85%)
12'	12'
120 (95%)	350 (85%)
12'	12'
200 (85%)	500 (80%)
12'	
400 (80%)	

3. ¿Por qué un trabajo de resistencia específica a los 15-16-17 años?

La fisiología de los jóvenes tiene diferencias y similitudes con los niños y los adultos.

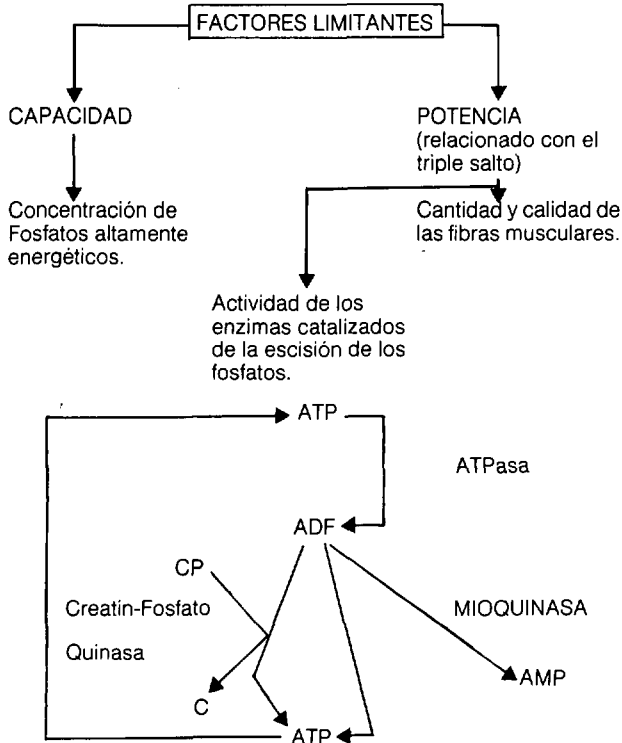
Según Chanon (82) en los jóvenes el sistema anaeróbico aláctico (s.a.a.) es parecido al de los adultos. El sistema anaeróbico láctico (s.a.l.) está muy poco desarrollado, sólo al final de la pubertad puede el individuo aprovechar completamente esta vía energética, aproximadamente entre los 15 y 16 años para los chicos por el desarrollo sexual; en las mujeres es más lento probablemente porque su actividad hormonal se intensifica entre los 15 y 18

Cuadro I

SISTEMA ENERGÉTICO	PRODUCCIÓN DE ATP	
	CAPACIDAD (total moles)	POTENCIA (moles/minuto)
	Capacidad de crear una cantidad de energía.	Celeridad de cada vía energética
RESERVAS FOSFÁGENO (ATP + PC):	0,3 + ♀ / 0,6 ♂	3,6
FACTORES LIMITANTES:	- Concentración de fosfatos altamente energéticos.	- Calidad y cantidad de fibras musculares. - Actividad enzimática (CFK).
GLUCÓLISIS ANAERÓBICA:	1,2	1,6
FACTORES LIMITANTES:	- Concentración Hidrogeniónica (H ⁺).	- Calidad de las fibras. - Actividad de enzimas glicolíticos (LHD, PFK, GF).
AERÓBICO (OXIDATIVO):	∞	1
FACTORES LIMITANTES:	- Disponibilidad de glúcidos y lípidos.	- Actividad enzimática mitocondrial (SDH). - Otros, relacionados con actividades cardio/respiratoria y circulatoria.

Cuadro III

MECANISMO ANAERÓBICO ALÁCTICO
(de los acumuladores de energía)
(BENZI, MARZATICO)³

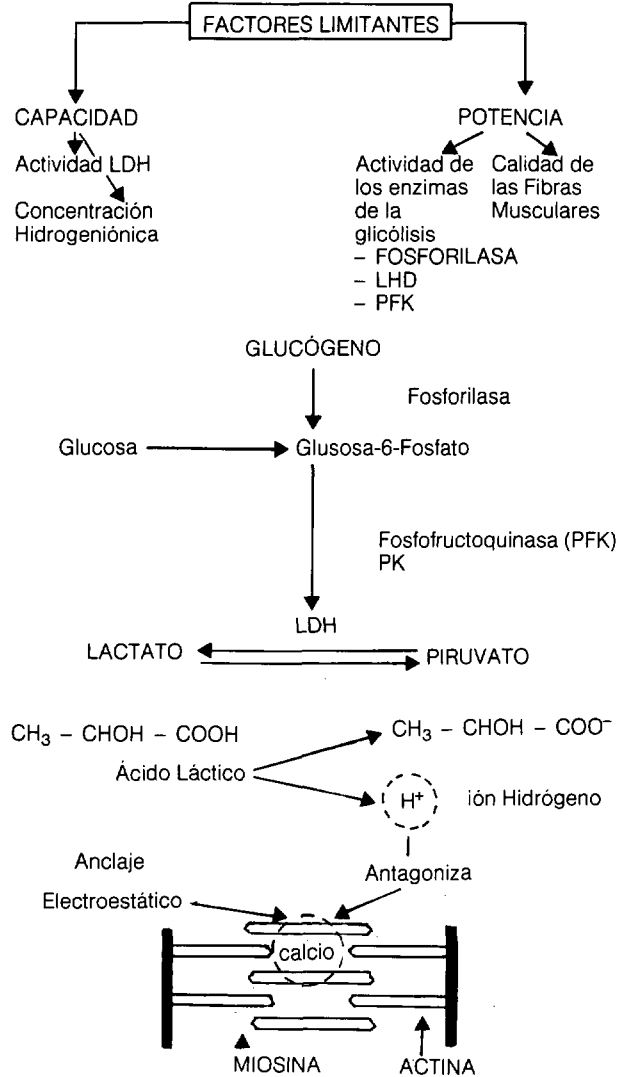


La CPK opera en la escisión del Creatin Fosfato (CP) en Creatina (C) y Fosfato. DE ESTE MODO SE TIENE UNA MÁS RÁPIDA ESCISIÓN Y UNA MÁS RÁPIDA RESÍNTESIS del ATP. Estas dos reacciones se ven aumentadas en la unidad de tiempo.

(Hemos observado una alta correlación en los estudios, con Biopsia Muscular, entre el aumento o disminución de la CPK y la mejora o empeoramiento en el triple salto de parados.⁵)

Cuadro IV

MECANISMO ANAERÓBICO LÁCTICO
(de la transformación de los glúcidos en Ac. Láctico)
(BENZI, MARZATICO)³



años. Según PAHLKE e ISRAEL (80) a los 14 años se produciría una acumulación de lactato en sangre entre 9 mMOL/l y 11, nosotros hemos comprobado un incremento de aproximadamente 5,5 mMOL/l para los chicos y 4,5 para las chicas a través del test de doble intensidad de MADER (76) aplicado a 8 sujetos de 16-17 años, tres veces en el curso 84-85, (fig. 1), que recorrieran 300 m, primero al 80% y después de 20'-30' al 100%.

"Para que el entrenamiento se manifieste la capacidad de producción y utilización indirecta de la energía láctica es necesario que se utilicen todas las distancias en combinación donde se den las condiciones de rápida producción de Lactato y concentraciones suficientes del mismo" (VITTORI).¹

A nivel anaeróbico existe una conexión estrechi-

simas entre el s.a. y la potencia del mecanismo láctico (JONES y MARGARIA).

El s.a.l. como ya hemos mencionado es más débil que en los adultos, por lo cual la importancia de la glicolisis aeróbica se pone en juego mucho antes en los jóvenes. En este grupo de edades se produce el gran incremento del umbral anaeróbico. Según ERIKSSON (72) a través de una carga aeróbica puede ser entrenada la capacidad y el rendimiento de la transformación anaeróbica de la energía.

En el M. Aeróbico los enzimas mitocondriales (SDH) se incrementan en los jóvenes con reversibilidad, y en los adultos con mayor estabilidad.³

Vemos la justificación de:

a. La importancia de un trabajo aláctico sobre

sectores iguales a los adultos, y volúmenes aproximadamente del 70%.

b. El trabajo sobre distancias donde el s.a.l. se manifiesta en su máxima potencia y/o capacidad es muy interesante para los jóvenes.

c. El uso de distancias e intensidades donde el s.a.l. se ponga en evidencia, para que adquiera importancia la glicolisis aeróbica, y de este modo elevar el umbral anaeróbico es muy conveniente en jóvenes.

d. Es conveniente en esta etapa de construcción en la especialización el trabajar conjuntamente el sistema anaeróbico aláctico y el sistema anaeróbico láctico.

4. ¿Por qué un trabajo mixto en cada sesión?

Después de la revisión bibliográfica decidimos trabajar la resistencia específica en sesiones mix-

Cuadro V

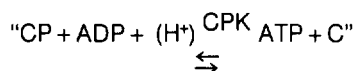
VÍA GLUCOLÍTICA ANAERÓBICA LÁCTICA Y ALÁCTICA (C. VITTORI)⁶



Liberación de 2 moles de ATP por mol de glucosa-6-fosfato degradado: **ENERGÍA PRIMARIA.**

Cada mol de Lactato producido está en equilibrio con los moles de Hidrogenión (H⁺).

Los hidrogeniones regulan el medio y la intensidad de la reacción regulada por la Creatina-fosfoquinasa (CPK):



Mientras se produce Ac. Láctico los (H⁺) producidos desvían siempre el medio reactivo hacia la derecha de tal modo que la CPK libere ATP: **ENERGÍA SECUNDARIA.**

La fatiga la provoca el acumulación de Hidrogeniones en el interior de la célula (pH cercano a 6,4). Se piensa en una interferencia bioquímica en la unión del (CA²⁺) en el músculo. Otra explicación alternativa es que un descenso del pH llevará consigo una inhibición de la fosfofructoquinasa (PFK), reduciéndose por tanto la formación de ATP provocando un descenso en la razón de concentraciones ATP/ADP y por tanto, a un descenso de la eficiencia cinética de la PKF.

SUJETO ⁵	CPK	PKF
1 ♀	de 125,7 a 89,2	de 0,50 a 0,43
13 ♂	de 108,9 a 42,6	de 0,50 a 0,06
15 ♂	de 104,4 a 69,71	de 0,76 a 0,54
16 ♂	de 117,1 a 76,88	de 0,84 a 0,50

Un factor de mecanismo láctico (el incremento de los Hidrogeniones) puede influir en un factor del mecanismo Aláctico (actividad de la Creatina Fosfoquinasa, CPK).⁶

Cuadro VI

LOS ENZIMAS COMO CATALIZADORES QUÍMICOS

La cantidad de energía precisada para la contracción del músculo debe ser generada en un tiempo muy breve; es de los ENZIMAS, moléculas de origen biológico, de quienes depende la velocidad de las reacciones específicas, sin afectar, sin embargo, la posición final del equilibrio establecido y que pueden ser recuperadas de la mezcla al final de la reacción. Dependiendo de la concentración de los ENZIMAS, y de su modulación, la velocidad de la reacción; siendo la composición enzimática del músculo la misma durante la contracción y la relajación, la actividad se modifica dependiendo de la concentración de los metabolitos que la regulan, aunque se producen reacciones muy diferentes en ambas fases de la actividad muscular.

Todos los ENZIMAS son proteínas y de su parte proteica depende su función catalítica.

De otro modo, hay proteínas como el colágeno, abundante en los tendones, que parecen desempeñar una función estructural y que no están provistas de actividad catalítica, no tomando parte en los procesos degradativos y sintéticos que incluimos bajo el término de metabolismo.

COLIN H. WYNN
(Revisado Prf. R. Cussó)

Cuadro VII

METABOLISMO OXIDATIVO AERÓBICO⁵

	GRUPO A (N = 5) ♀		GRUPO B (N = 3) ♂		GRUPO C (N = 8) ♂	
SDH ₃ SUCCINATO DESHIDROGENASA (Actividad en mv/mg de proteína)	Ant. 3,06	Desp. 2,67	Ant. 3,38	Desp. 4,43	Ant. 2,13	Desp. 3,85
TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE LA UTILIZACIÓN DE ENTRENAMIENTO AERÓBICO:	100 días		20 días		60 días	

tas donde los sectores, intensidad y recuperaciones garantizaran el desarrollo de las distintas vías, sus interrelaciones y manifestaciones.

Es opinión nuestra que para los jóvenes velocistas el trabajo mixto es un medio más rico en experiencias fisiológicas y psicomotrices (incrementa la velocidad de relajación), mejorando la resistencia a la velocidad e impidiendo el estancamiento de la capacidad de repetir y mantener contracciones musculares a un alto nivel de eficiencia bioquímica y biomecánica.⁷

Metodológicamente basamos nuestra sistematización en la experiencia llevada a cabo en la URSS por KALENDIN (72) con jóvenes velocistas; con distancias comprendidas entre 30 y 250 m, tiempos de recuperación entre 1 y 6 minutos y volúmenes entre 1.060 y 1.580 metros por sesión; KALENDIN concluyó que:

a. Este tipo de trabajo creaba condiciones nuevas en el organismo evitando el estancamiento.

b. Los intervalos fijos son tan importantes como la longitud del estímulo (sector).

Aceptamos el modelo propuesto por VITTORI y colaboradores (8, 1983), que propone el uso de distancias entre 60 y 500 metros con tiempos de recuperación estables, ampliados con respecto a la experiencia de la URSS, para efectuar siempre el trabajo a la máxima intensidad individual (que no

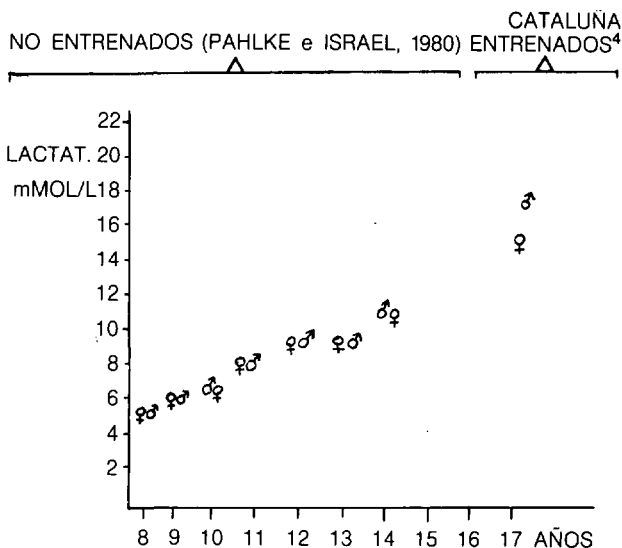


Figura 1. Las acumulaciones de Lactato de niños y jóvenes no llegan a las de los adultos. La actividad hormonal supone que en la madurez individual se pueda aprovechar todo el potencial del Sistema Anaeróbico Láctico.

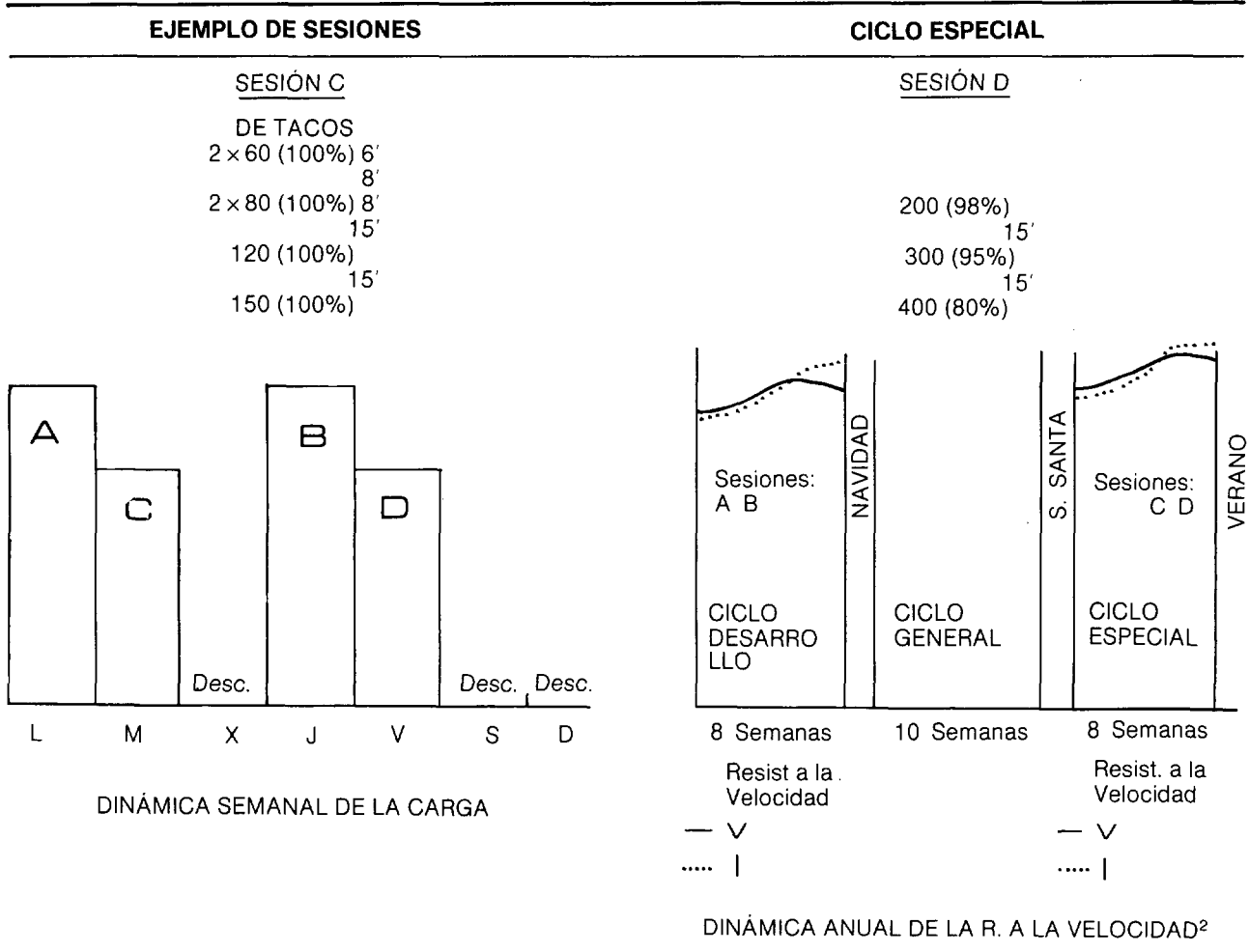
sotros variamos en los sectores de compromiso anaeróbico/aeróbico glicolítico para garantizar una u otra característica o su combinación).⁷

Cuadro VIII. CIERTO PARALELISMO DE LAS MODIFICACIONES EN EL METABOLISMO Y EN LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DEL METABOLISMO GLICOLÍTICO⁵

	GRUPO A (N = 5) ♀ 100-200		GRUPO B (N = 3) ♂ 400-800		GRUPO C (N = 8) ♂ 100-200	
	antes	después	antes	después	antes	después
Niveles de GLUCÓGENO (mg de glucógeno/100 mg de tejido)	\bar{x} 1,54 ± 0,20	3,03(**) ± 1,09	1,18 ± 0,50	1,91(**) ± 0,90	1,69 ± 0,30	3,44(**) ± 1,39
ACTIVIDAD PIRUVATO QUINASA (V/gm de tejido fresco)	\bar{x} 45,8 ± 8,0	92,7(**) ± 8,4	41,7 ± 13,1	95,2(**) ± 20,6	52,1 ± 18,8	102,4(**) ± 26,4

(**) Diferencia significativa entre antes y después (p < 0,01)

Cuadro IX



5. Dosimetría

5.1. Sectores:

	METROS (m)	LONG. TEMPORAL (sg)
CAP. ALÁCTICA	60/80	7" a 11"
POT. LÁCTICA*	100/150	12" a 20"

* Poniendo más en crisis el proceso alactácido, estimulando así la sobrecompensación e incrementando la actividad enzimática del mecanismo energético.¹

CAP. LÁCTICA	200/250/300	23" a 45"
POT. AERÓBICA	400/500	56" a 95"

5.2. Tiempos de recuperación

C. Alactácida: La bibliografía habla de una recuperación fisiológica entre 20"/30". Para los adultos VITTORI propone entre 1' y 3', para restablecer también el gasto producido por la actividad del sistema nervioso; para jóvenes propone entre 4' y

6', que nosotros justificamos como suficiente garantía de eliminación del posible lactato acumulado.

Pot., C. Lact. y Pot. Aeróbica: Entre 10' y 15' para garantizar la eliminación de lactato de una a otra prueba y la consecución de la máxima intensidad en el siguiente empeño.

Según VITTORI⁸ la edad hace correr con reservas al joven que no está biológicamente muy desarrollado, no siendo capaz de acumular mucho Acid. Láctico.

Entre los atletas que entrenamos personalmente hemos podido comprobar sensaciones subjetivas y objetivas (pesadez, mareo, vómitos) siempre acrecentadas en los atletas de mayor desarrollo biológico (y edad cronológica).⁹

5.3. Volúmenes anuales:

Basados en TABACKNICH (1980), NABATNIKOVA (1982), MATVEIEV (1979), C. VITTORI (1983), y sobre todo en el nivel real de nuestros atletas, establecimos proporciones y volúmenes:

	84/86	85/86	86/87
→ CAP. ANA. ALÁCTICA DE 60 y 80 m	8,9 Km	16 Km	17 Km
→ P. Y C. ANA. LACT. DE 100 a 300 m (91/100%)	7,5 Km	16 Km	18 Km
→ P. Y C. ANA. LACT. De 200 a 300 m (80/90%)	10 Km	24 Km	18 Km
→ POT. AER. sec. de 300 a 500 m (80%)	60 Km	40 Km	40 Km

5.4. Distribución en los diversos ciclos:

En los Ciclos de Desarrollo se trabajó entre el 70% y el 100%. En el Ciclo Precompetición del 70% el 30% del volumen.

5.5. Distribución en el microciclo semanal:

En dos sesiones:

- el 40% del microciclo en la 1ª
- el 60% en la 2ª

Sólo utilizando sectores que impliquen la MX. Pot. Lact. (100 a 150) en la sesión 1ª. Cuadro 9

5.6. Ubicación en la sesión:

Al trabajar en nuestro programa la Fuerza, todos los días establecimos, según proponen VITTORI y colaboradores, y CANDELORO (1983), que la Res. Esp. Mixta sólo se trabajará después de tareas de F. Elást. o F. General.

6. Seguimiento

6.1. Sobre la intensidad:

Cronometraje continuo de todos los sectores controlando la mejora progresiva. Hemos constatado que los jóvenes producen una mejora de la intensidad casi constante.

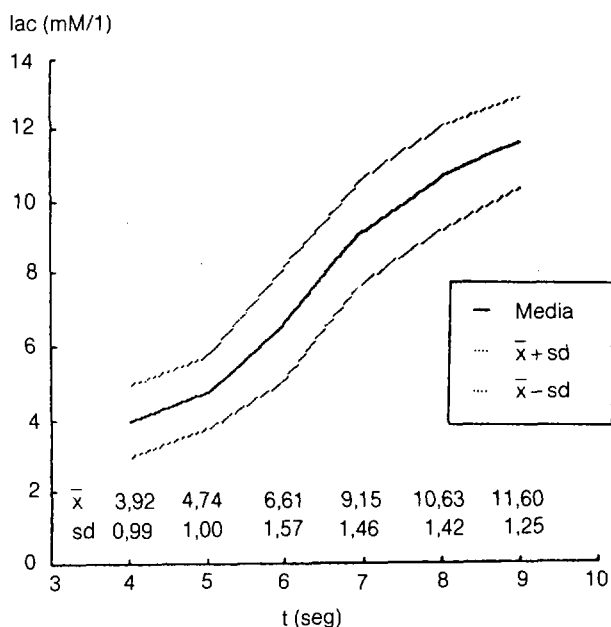
6.2. En pruebas de síntesis:

Cronometrajes parciales:

30/30	...:60
50/50	...:100
	150
	300
100/100	...:400
	500

comprobando la correcta distribución del esfuerzo y el rendimiento en cada fase la prestación del velocista.¹⁰

Figura 2. Máximas concentraciones de lactato sanguíneo en función del tiempo de duración del sprint, en velocistas hombres y mujeres. (RODRÍGUEZ, F.A.; MARTÍN, R.)¹²



7. Conclusiones

El uso de diferentes sectores, intensidades, tiempos de recuperación y volúmenes aporta al entrenador un modelo de trabajo de mayor dificultad de valoración y control,¹¹ por la interdependencia de los Sistemas Energéticos, del mismo modo conlleva posibilidades de progresión en la prestación mucho mayores, pudiendo individualizar el entrenamiento con mayor precisión. La valoración del pH y de la acumulación de (H⁺) en cada momento del entrenamiento aportará nuevas vías de investigación en el campo del entrenamiento de la Resistencia a la Velocidad.

Con los métodos de determinación de la concentración sanguínea de lactato podremos estimar, en pruebas de intensidad máxima, la correcta dirección del entrenamiento. También podremos valorar modelos de sesiones de desarrollo de la CAPACIDAD ALÁCTICA, estableciendo los límites individuales en número de repeticiones, volumen total y longitud del sector a recorrer, micropausas y macropausas (Fig. 2).

Estos estudios pueden permitirnos definir el perfil fisiológico de las pruebas de velocidad en base a la bioenergética, y establecer con mayor precisión los objetivos y parámetros individualizados de las cargas de entrenamiento.

Bibliografía

1. VITTORI, C. y Col.: Experiencia de entrenamiento de la resistencia específica en velocistas. *Atletica Leggera*, Roma, 1978.
2. POVILL, J. Ma. y MARTÍN, R.: La resistencia en jóvenes velocistas. "Iº Congreso de Planificación y Control del Entrenamiento", Lérida, 1986.
3. BENZI, G. y MARZATICO, F.: Los mecanismos de liberación de energía a nivel muscular. *Ateticastudi*, Roma, 1984.
4. RODRÍGUEZ, F.A.; PRAT, J.A.; ANGULO, Ma. R; VILA, J. y MARTÍN, R.: Datos sin publicar, Barcelona, 1985.
5. CADEFU; CASADEMONT; CUSO; GALILEA; GRAU; MARTÍN; POVILL; URBANO; VENTURA y VERNET: Estudio de biopsias musculares en velocistas "IV Jornadas de Medicina y Deporte" Granollers, 1987. "Actualización sobre el Control del Entrenamiento en las pruebas de velocidad", Barcelona, 1987.
6. VITTORI C. y Col.: A propósito de la contribución de la energía "láctica indirecta" durante el trabajo muscular. *Revista de Cultura Sportiva CONI*, Roma, 1985.
7. MARTÍN, R.: Planificación del Entrenamiento en Velocidad "Iº Congreso Preolímpico", Barcelona, 1987.
8. VITTORI, C.: Etapa de Especialización en Velocidad. *Cursos Barcelona*, 1986 y 1987. Gerona, Lérida y Tarragona, 1987.
9. MARTÍN, R.: El entrenamiento de velocidad en mujeres "Iº Congreso Internacional de la Velocidad". UNIESPORT, Sevilla, 1988.
10. VITTORI, C.: Experiencia sobre la distribución del esfuerzo en las competiciones de velocidad. *Società Stampa Sportiva*, Roma.