

FEDERACION ESPAÑOLA DE PIRAGÜISMO
Escuela Nacional de Entrenadores

enep



II JORNADAS DE PERFECCIONAMIENTO
TECNICO SUPERIOR DE PIRAGÜISMO

Número especial



JUNTA DE CASTILLA Y LEON



COMITE OLIMPICO ESPAÑOL

ESCUELA NACIONAL DE ENTRENADORES

COMUNICACIONES TECNICAS

Número Especial

II Jornadas de Perfeccionamiento Técnico Superior

(Palencia, Septiembre 1991)



escuela nacional de entrenadores

FEDERACION ESPAÑOLA DE PIRAGÜISMO

INDICE

La forma húngara de hacer entrenamiento básico en agua de marzo a abril por <i>Joseph Pehl</i>	5
Entrenamiento de la velocidad en los adolescentes por <i>Radomir Blazik</i>	13
Trabajo de fuerza máxima en el equipo nacional junior de canoa, temporada 1990-1991 por <i>Jesus Cobos Tellez</i>	27
Seguimiento medico - deportivo en el C.A.A.R. de Trasona por <i>Benjamín Fernández, Javier Pérez-Landaluce</i> y <i>Nicolas Terrados</i>	39
Metabolismo anaeróbico y ejercicios de duración corta por <i>Henry Vandewalle, Gilbert Pérès</i>	47

**LA FORMA HUNGARA DE HACER
ENTRENAMIENTO BASICO EN
AGUA DE MARZO A ABRIL**

Autor: Joseph Pehl

La forma hungara de hacer entrenamiento basico en agua de marzo a abril

Autor: Joseph Pehl

Durante el año, este periodo de tiempo es la parte más importante para la preparación. Las sesiones de entrenamiento hechas en invierno se basan en que las capacidades físicas estén en excelentes condiciones.

Pongamos el ejemplo de un arquitecto: puede edificar una casa fuerte y duradera solo, sobre cimientos planteados y situados cuidadosamente. Lo mismo puede decirse en lo que se refiere a los deportes. Sólo un organismo entrenado apropiadamente es capaz de alcanzar buenos resultados, de forma permanente, en esta clase de deporte con solamente algún ligero descenso.

El clima del país es la razón por la cual, durante los cuatro o cinco meses de la preparación, lo más importante es mejorar las capacidades generales, o sea de noviembre a marzo.

Se efectúan sesiones de natación, carrera y perfeccionamiento de la condición física y a veces los competidores se entrenan en embarcaciones "ficticias" que les ayudan a experimentar movimientos especiales.

Tanto los entrenamientos de invierno; continuados durante mucho tiempo y de una intensidad elevada, como la posibilidad de entrenamientos en el agua dan una energía mayor a la preparación. El cambiar las sesiones, según la temporada, contribuye a romper la monotonía.

Creo que este hecho explica por qué la segunda línea de competidores en piragüismo de nuestro país es tan fehacientemente continua.

El significado de las sesiones básica en el agua está expresado especialmente por expertos y deportistas de países donde el clima, anteriormente mencionado, no permite efectuar entrenamientos especiales durante el invierno. Mi opinión es que durante los meses de invierno es conveniente hacer diferentes formas de entrenamiento, pero que además las sesiones en el agua deben hacerse dos o tres veces a la semana, ya que la naturaleza de este deporte lo hace necesario.

- Conservar la capacidad técnica en un nivel determinado, sentido de seguridad en el agua ...etc.-

En 1976 efectué tales entrenamientos con los competidores antes de los Juegos Olímpicos de Montreal. (Remando en Szazh). Yo creo que los países que tienen la posibilidad de hacer esta clase de entrenamientos no deberían desperdiciar tal oportunidad.

Macrociclo I (Marzo)

En Hungría el entrenamiento básico en el agua consiste en dos macrociclos, cada uno de tres semanas de duración. Durante el primero, en marzo, la tarea importante es palear todo lo posible. -400 a 500 km. más o menos. Esta cantidad se alcanza paleando 35 a 40 km. diarios en dos o tres sesiones. Toda esta parte, que es intensiva, dura de 50 a 60 minutos en cada sesión.

Método de entrenamiento aplicado: con intervalos lentos

Finalidad: Recobrar la técnica adquirida y alcanzar el sentido de seguridad en el agua por medio de entrenamientos de alta intensidad.

Los entrenamientos generales caracterizan también a este macrociclo, en lo que a esfuerzo e intensidad se refiere.

Carreras: Considerando el tiempo que se necesita para la distancia de competición, -naturalmente a distancias diferentes- se efectúan en una pista de 800 a 1.200 m.

Las sesiones de carreras deben de ser además similares en intensidad a la construcción de la distancia especial de competición. (Salida-marcha-final). Durante estos diferentes períodos, la carrera entrena la respiración y hace que mejore la circulación de la sangre.

La frecuencia del pulso se eleva a 180 -200 después de un entrenamiento efectuado con la intensidad máxima, que no se puede alcanzar en las sesiones en el agua con intervalos lentos (efecto anaeróbico). Carreras con esta intensidad deben hacerse dos o tres veces a la semana dentro de este ciclo. Una sesión constará de 3 ó 4 repeticiones.

Entrenamientos para mejorar la condición física:

En este período la tarea importante es perfeccionar la “potencia rápida”. Los ejercicios contribuyen a delinear los movimientos del deporte del que se trata, o sea que la velocidad y repetición de los ejercicios (de arrastre y de empuje) deben efectuarse con rapidez y vigor. Estas sesiones se hacen también tres veces a la semana como parte principal de los entrenamientos. Cada sesión dura de 50 a 60 minutos bajo la forma de ejercicio de “tipo conjunto” o de “pequeño grupo”.

Es muy importante elegir los pesos correctos ya que la velocidad de movimiento, la frecuencia y el tiempo tiene “efecto de entrenante”. En general, los muchachos trabajan con 30-40 kg., mientras que las chicas lo hacen con 20-30 kg. Cerrando el ciclo, en la cuarta semana, los deportistas tienen un descanso (activo y de 1 a 2 días de duración). En su programa habrá exámenes médicos junto a las actividades privadas.

Macrociclo II (Abril)

Considerando la intensidad, puede decirse que el entrenamiento hecho en el agua se vuelve más importante. Los atletas palean todavía de 30 a 50 km diarios. Los entrenamientos con intervalos lentos se sustituyen a veces por sesiones tipo Fartlek al comienzo del periodo y poco a poco esta forma será dominante. Se considera que los entrenamientos de paleo en grupo son los más eficaces para alcanzar los llamados “entrenamientos con ritmo cambiante”.

También creo que en el caso de que exista la posibilidad de cambiar la composición de los grupos deberá hacerse cada dos o tres días, por que de esta forma se tendrá un “efecto entrenante” muy bueno como consecuencia de la rivalidad. La atmósfera de las sesiones es una condición fundamental para conseguir resultados apropiados. Emplear la fantasía, juega un gran papel al preparar los programas diarios. Los entrenamientos básicos en agua, en abril, deberán contener el control de la condición física real.

La distancia que haya que cronometrar se determinará de acuerdo con los entrenamientos de la temporada y con la condición física. Las tomas de tiempo se harán en regatas en el agua de las que previamente tengamos algunos resultados previos. Este es el hecho de comparación básico que proporciona información a los entrenadores y a los atletas sobre las condiciones de estos últimos. Los atletas generalmente no salen a realizar estas sesiones sino después de asegurarse de que la mayoría de ellos acepta la realidad, que muestra su condición física real, después de la preparación hecha a conciencia. Naturalmente, estos entrenamientos se deberán hacer en embarcaciones individuales y puesto que ya se sabe quién es el competidor más veloz y quién el más lento, se deberá hacer pruebas contrareloj "tipo caza" a fin de conseguir resultados reales.

Estas tomas de tiempos se hacen generalmente en sábado y en domingo ya que de esta forma no se rompe la continuidad del entrenamiento a lo largo de la semana. Durante el ciclo se toman los tiempos cada semana. Otra cosa más: si los tiempos se toman en el mismo día, todo el mundo tiene las mismas circunstancias y además así es posible comparar los resultados de calles diferentes (condiciones atmosféricas similares).

Entrenamientos adicionales de la temporada:

Carreras: Hay algún cambio, lo cual significa que éstas se reducen a 1 ó 2 veces por semana. A medida que aumenta la eficacia de los entrenamientos en el agua, el paleo toma gradualmente el papel del entrenamiento en las distancias de competición.

En lo que concierne al paleo "Fartlek" sus efectos (respiración, frecuencia de pulso) alcanzan el mismo nivel que los entrenamientos de atletismo y los atletas efectúan los movimientos específicos. Las repeticiones y la distancia son iguales que las mencionadas en el ciclo anterior.

Estos entrenamientos en las distancias de competición se hacen después de las sesiones en agua más fáciles.

Entrenamiento para mejorar la condición física:

En comparación con el ciclo estacional anterior hay también algún cambio. En vez de tres veces, normalmente hacemos este entrenamiento sólo dos veces por semana. La parte metodológica es la

misma, su intensidad y alcance están en concordancia con las mencionadas en el ciclo anterior. Una vez a la semana los atletas realizan un entrenamiento para mejorar una condición especial, y consiste en que sus embarcaciones son equipadas temporalmente con "frenos" y de esta forma palean. Este programa depende de la resistencia del freno pero normalmente lleva unos 30 segundos que supone un recorrido de 100 m. Durante el entrenamiento, los atletas palean durante 100 m. con toda su potencia y recuperan realizando 100 m. fácilmente. Una sesión consiste en 30 a 50 repeticiones, dependiendo según sea la persona. Mi experiencia es que en esta temporada los atletas son fáciles de motivar y por ello los entrenadores están en una posición cómoda. Cada competidor tiene la misma probabilidad, un campeón mundial pretencioso puede perder su "corona" muy fácilmente pudiendo colocarse otro que esté por detrás. Debo señalar que los entrenamientos básicos en el agua son importantísimos y sin estas sesiones nadie puede alcanzar resultados altos y estables. Existe una nueva parte en las preparaciones después de los entrenamientos básicos en la que los atletas consiguen ponerse en su mejor condición física.

Mientras se planifica la preparación hay que examinar las actividades deportivas de los atletas, sus capacidades actuales, la rapidez en el perfeccionamiento, los métodos aplicados anteriormente con éxito y teniendo todo esto en cuenta se especifican las tareas de entrenamiento siguientes en orden, proporción e intensidad. También se tiene que señalar el nivel que puede alcanzar un atleta al final de cada periodo y la clase de entrenamiento que debe efectuar el entrenador para conseguirlo.

ENTRENAMIENTO DE LA VELOCIDAD EN LOS ADOLESCENTES

Autor: Radomir Blazik

El actual alto rendimiento de piragüistas en Carreras en Línea supone una larga y compleja preparación. Hay que absorber no sólo las más altas cargas y volúmenes de trabajo, sino hay que desarrollar en proporcionalidad todos los factores que participan en la performance.

El crecimiento del rendimiento en nuestro deporte se debe al desarrollo en todos los factores, el problema es cómo y cuándo dosificar las cargas de los entrenamientos para asegurar los necesarios niveles de todos los factores. Si se analiza el historial de los mejores deportistas llegamos a la conclusión que; con la múltiple preparación deportiva hay que empezar cuanto antes, tal como empezaron ellos. Esto nos asegurará una buena base general que nos permitirá absorber las futuras cargas. Si hablamos de los jóvenes, sobre todo de los mas pequeños, lo que necesitan es que aprendan la mas amplia gama de movimientos y actividades. A mi me parece que las aptitudes de velocidad estan en las mentes de los entrenadores un poco marginadas y no se les preste bastante atención. Es muy conveniente aprovechar estas edades bajas para el desarrollo de algunas habilidades que tienen el período más sensible en estas edades, como son las aptitudes coordinativas y de velocidad. Esto nos permitirá entrar en la fase de entrenamiento especial con un alto nivel en los factores de coordinación y de velocidad.

En piragüismo, en las distancias olímpicas la mayor influencia sobre la performance la tiene la resistencia especial. Según algunos autores interviene en un 40% del total.

La velocidad especial influye alrededor de un 15 a 20%. Este hecho no es tan simple porque ningún factor o aptitud motriz se presentan aisladamente, pero nos da una clara idea, de que es necesario prestarle bastante atención a la velocidad.

Punto 2. El crecimiento de reservas energéticas y el equipamiento enzimático.

Como en el punto 1. el desarrollo positivo de la regulación intracelular y el desarrollo del sistema de abastecimiento de energía necesitan cierta madurez del sistema hormonal. El trabajo para desarrollarlo no se puede realizar hasta aproximadamente 14-15 años. Este trabajo es bastante efectivo y puede producir sobrecargas y sobreentrenamientos. Para su estimulación se necesitan grandes volúmenes de trabajo lo que no es aconsejable para los muy jóvenes.

Punto 3. Desarrollo de la regulación.

Este punto es el modo correcto para desarrollar la velocidad ya desde los más jóvenes. Lo que es imprescindible es encontrar las cargas adecuadas a la madurez del organismo. Es conveniente aprovechar las categorías menores que son las más sensibles al desarrollo de la velocidad de frecuencia y velocidad. Siempre en base a la coordinación, que perdura hasta los 13-14 años.

Aunque el desarrollo de la frecuencia en los siguientes años también es posible y necesario la gráfica de su mejoramiento se hace menos empinada y su desarrollo se basa en el crecimiento de la fuerza.

Métodos de desarrollo de la velocidad de los jóvenes.

Si hablamos de desarrollo de la velocidad tengo que añadir que a la velocidad hay que verla siempre en relación con otras aptitudes.

Se reconoce que la mejora de los niveles de la fuerza, coordinación y resistencia, intervienen en el nivel de la velocidad. Se habla del desarrollo indirecto de la velocidad (Vacula, Dosál, Voacka).

De esto podemos sacar estas conclusiones:

1. El Desarrollo de la resistencia, fuerza y coordinación pueden aumentar la velocidad, pero no aseguran su alto nivel.

En algunos casos pueden ser de influencia negativa.

2. Sin un cierto nivel de otras aptitudes motrices no es posible

alcanzar alto nivel de velocidad. Aquí quiero añadir que sobre el desarrollo indirecto de la velocidad existen opiniones que creen que no es necesario fijarse en ella especialmente. Yo creo que es un idea errónea y que perjudica ante todo a los que genéticamente tienen un bajo nivel de velocidad.

- el deportista no es capaz de realizar la tarea.

- el deportista no es capaz de realizar la carga necesaria de entrenamiento de velocidad porque no aguanta el trabajo.

Al principio mencioné la importancia de la velocidad especial para la performance en piragüismo. La velocidad especial es la basada en gran parte en la velocidad general y su adaptación al trabajo especial.

Las proporciones de la preparación general y especial de la velocidad están en el cuadro I.

Quiero añadir que este cuadro es de como considero que debería realizarse la preparación en condiciones ideales. Los datos se basan en mi experiencia y de los datos de algunos países.

En el cuadro II están las proporciones de desarrollo de los distintos tipos de velocidad. En los siguientes cuadros les quiero demostrar los métodos de desarrollo de la velocidad general.

Lo que hay que recomendar, es vigilar el nivel de la fuerza que tiene que desplegar el sujeto. Tiene que ser adecuada para que el deportista sea capaz de realizar el trabajo en la velocidad adecuada. Lo que hay que exigir es el máximo empeño (esfuerzo) para que el trabajo sea efectivo. Para los más jóvenes hay que tomar este tipo de trabajo no sólo como entrenamiento de velocidad sino también como compensación y enriquecimiento del trabajo de resistencia aeróbica que puede ser para ellos aburrido y poco interesante.

Los siguientes dos cuadros demuestran los modos de desarrollo de la velocidad especial.

Opino que no hay que temer a este tipo de trabajo, con los más jóvenes, si se cumplen las siguientes recomendaciones.

1. Siempre hay que tener en cuenta la técnica del paleo.

2. La carga tiene que ser adecuada a las posibilidades del deportista.

Se deben hacer pocas repeticiones y pocas series con descansos suficientes.

El tipo de trabajo tiene que permitirle al sujeto trabajar realmente en velocidad.

3. El material usado debe ser adecuado a las posibilidades del sujeto.

- las dimensiones de pala y su tipo.

- el tipo de embarcación debe permitirle al deportista llegar hasta la velocidad máxima. (Si le damos a un alevín un kayak viejo de 20 kg. va a trabajar la fuerza especial lo que debería ser para el un tabú).

En lo que se refiere a la técnica de paleo, lo que a veces parece ser mi obsesión de cara a los más jóvenes. Les puedo comentar que aquí existe una interesante paradoja a tener en cuenta. Muchos palistas que tienen ciertos defectos de técnica son capaces de palear mejor en su actual velocidad máxima que a velocidad baja. Esto suele pasar en los casos cuando el palista tiene cierta buena base técnica pero le falta información de cómo está trabajando realmente. Su mejora en alta velocidad se debe a que naturalmente aprovecha el modelo de trabajo más eficaz, y también, porque se concentra plenamente en la actividad, al tratarse de un trabajo corto.

Para desarrollar la velocidad se necesita mucha paciencia, a veces parece que el volumen de trabajo es bajo y que estamos perdiendo un tiempo que se podría aprovechar para otro tipo de entrenamiento, que diese resultados más rápidamente. El resultado de entrenamiento de velocidad no se ve inmediatamente, pero hay que aguantar y no rechazarlo. Siempre hay que tener en cuenta que trabajamos a largo plazo y el futuro rendimiento de los jóvenes deportistas depende del tipo y calidad de trabajo actual. Con el desarrollo de velocidad en bajas edades eliminaremos casi por completo la posible creación de las barreras de velocidad que para

muchos deportistas son el factor insuperable que no les permite llegar hasta las cumbres en competición.

Mi ponencia tenía el sentido de tocar un poco la problemática del desarrollo de la velocidad en los adolescentes y abrir así la discusión e intercambio de opiniones y experiencias que pueden tener ustedes. Creo que esta problemática no está tan bien analizada como en el desarrollo de otras aptitudes y todavía hay que sacar muchas conclusiones.

NIVELES DE CARGA DE ENTRENAMIENTO DE VELOCIDAD (aproximadamente)

EDAD	EN TOTAL		TRABAJO ESPECIAL		TRABAJO GENERAL	
	h.	%	h.	%	h.	%
años						
11	57	21	0	0	57*	25
12	71	20	2*	4	69	30
13	76	15	2,5	3	74	25
14	74	12	2	2	72	25
15	82	10	4	2	78	20
16	85	10	5	1,5	80	12
17	86	9,5	6	1	80	8
18	90	9	6	1	90	8

*trabajo combinado, juegos

*técnica en velocidad

TRABAJO DE FUERZA MÁXIMA EN EL EQUIPO NACIONAL JUNIOR DE CANOA, TEMPORADA 1990-1991

Autor: Jesús Cobos Telles, Entrenador del Equipo Nacional Junior.

Ganador del I Premio Eduardo Herrero a la mejor Comunicación Técnica.

Objetivo:

- a) Lograr entre un 15% y un 20% de mejora con respecto al nivel obtenido la temporada anterior o al inicio de esta.

- b) Mantener esta mejora hasta el Cpto. del Mundo Junior de Viena y Olimpiada de la Juventud de Sanabria.

Trabajo de Fuerza Máxima en el Equipo Nacional Junior de Canoa, Temporada 1990-1991

1º La metodología utilizada para el desarrollo de la Fuerza Máxima se ha realizado apoyándome en las divulgaciones de los autores, Stone y Cols (1982), basado en la periodización de Matveyev (1972) y Tschiene (1979), la ponencia realizada por Bondarchuk en el symposium sobre Fuerza realizado en Cádiz 1990 y en mi experiencia personal.

2º Los márgenes donde se ha trabajado la Fuerza Máxima han estado entre el 65% y 100% del máximo del palista.

3º Diferentes tipos de trabajo utilizadas en fuerza máxima (Gráfico 1).

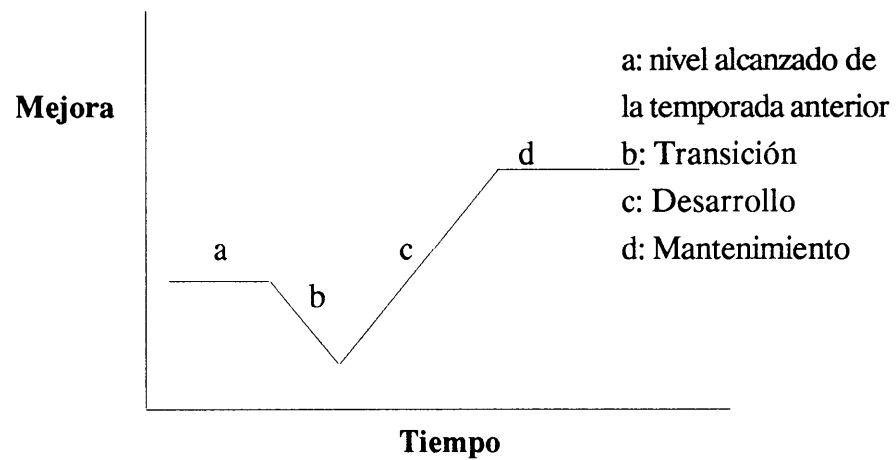
A) Hipertrofia	15 Repeticiones 65%	5-6 Ejercicios	Objetivo: Hipertrofiar las fibras musculares
	12 " 70%	3-4 Series	
	10 " 80%		
B) Fuerza Básica	4-6 Repeticiones 85%	5-6 Ejercicios	Objetivo: Aumentar la Fuerza Máxima
		3-4 Series	
C) Fuerza en Escalera	10 Rep+7Re+5Re+5Re 70% 80% 85% 85%	2 Ejercicios	Objetivo: Mantener la Fuerza Máxima
		2-3 Series	
D) Fuerza Constante	6Rep+8 Rep 70% 40 Kg.	2 Ejercicios	Objetivo: Transferencia de la F. Max. a la Maxima velocidad de movimiento.
		3-5 Series	
E) Test	1 Repetición 100%	2 Ejercicios	Objetivo: Testar el desarrollo de Fuerza Máxima
		3 Intentos	
F) Recuperación Activa	Se baja el Volumen y la Intensidad	1-2 Series	Objetivo: Recuperación Activa

4º División de la temporada:

- 4.1 Global
- 4.2 Mesociclo
- 4.3 Macrociclo
- 4.4 Sesión

4.1 Global

4.1a Diagrama de la temporada



Me voy a remitir exclusivamente a la fase de desarrollo y mantenimiento.

4.1b Evolución de los ejercicios

Generales durante la fase de desarrollo y específicos en la fase de mantenimiento.

4.1c Evolución de las cargas

La intensidad de las cargas irá aumentando durante la fase de desarrollo.

4.2d Explicación de la planificación global de la temporada.

Ver gráfico nº1

- . En el eje horizontal estan las semanas de toda temporada.
- . En el eje vertical el volumen de trabajo en sesiones por semana.
- . Dividimos la temporada en dos fases fundamentales:
 - * Fase de desarrollo de la Fuerza Máxima.
 - * Fase de mantenimiento de la Fuerza Máxima.

Fase de desarrollo de la Fuerza máxima

- . Duración de esta fase: 22 semanas.
- . nº de controles o test de valoración de la Fuerza Máxima en los ejercicios de pectoral y dorsal:

4 test	1º	30-10-90
	2º	21-11-90
	3º	15-12-90
	4º	26-01-91

- . En la fase de desarrollo hay 2 circuitos diferentes de 6 ejercicios: Circuito A y Circuito B

<p>Circuito A</p> <p>* utilizado hasta el 6-1-91 (11 semanas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> . Pectoral con pesa . Dorsal con pesa sin sujeción de pies . (Pierna) 1/2 squash con pesa . Abdominal 180 con torsión * . Triceps con pesa . Biceps con pesa
<p>Circuito B</p> <p>* utilizado desde el 8-1-91 (11 semanas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> . Pectoral con pesa en plano inclinado 45 . Dorsal con sujeción de pies . Barras con peso añadido . Torsiones con disco 20 kg. * . Triceps en paralelas con peso añadido . Hombros con pesa

. Con el circuito A se han realizado los siguientes tipos de trabajo:

- Hipertrofia al 65%, 15 rep., 5 semanas
- Hipertrofia al 75%, 12 rep., 2 semanas
- Fuerza Básica 85%, 6 rep., 2 semanas

. Con el circuito B se han realizado los siguientes tipos de trabajo:

- Hipertrofia al 80%, 2 semanas.
- Fuerza Básica al 85%, 2 semanas.
- Hipertrofia al 80%, 3 semanas.

Fase de mantenimiento de la Fuerza Máxima

. Duración de esta fase: 19 semanas.

. Control o test de valoración de la Fuerza máxima en los ejercicios de pectoral y dorsal:

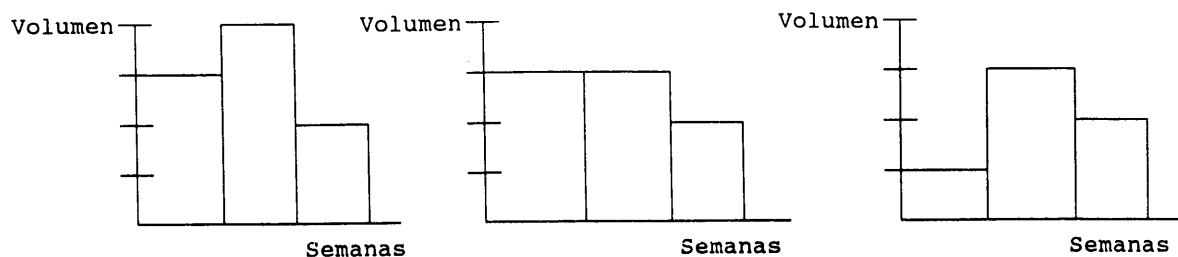
1 con fecha 5-6-91

. Los trabajos realizados en esta fase de mantenimiento han sido los siguientes:

- Fuerza Básica , 85%, 2 semanas, 6 ejercicios.
- Escalera Fuerza máxima, 70%-85%, 5 semanas, 2 ejercicios.
- Escalera Fuerza máxima, 70%-85%, 3 semanas, 2 ejercicios.
- Fuerza Contraste, 70%-40kg., 5 semanas, 2 ejercicios.

4.2 Mesociclo

Se han contemplado generalmente en bloques de 3 semanas (2 semanas de trabajo y 1 de recuperación) con las diferentes variantes:



4.3 Microciclo

. Duración: 7 días

. Tiempo de recuperación entre sesiones 48 horas de media, nunca inferior a 24 horas.

. En el Periodo de Preparación General se realiza el trabajo de Fuerza máxima y posteriormente un trabajo de resistencia aeróbica, con el objetivo de aumentar la capilarización muscular.

. En el Periodo Competitivo se realiza el trabajo de Fuerza Máxima y posteriormente un trabajo de velocidad en agua. Con el objetivo de lograr una mayor transferencia.

. Hay una alternancia de los volúmenes de carga durante la semana. Ejemplo de una semana de máximo volumen:

L	M	X	J	V	S	D
/			75%			100%
/	100%		/	75%		/

4.4 Sesión

. Se considera como elemento imprescindible:

- al inicio del entrenamiento, un trabajo de 15' que constaba de estiramiento y calentamiento general, haciendo hincapie en las zonas musculares a trabajar durante la sesión.

- al final del entrenamiento, un estiramiento muscular general, acentuándose en las zonas trabajados durante el entrenamiento, una duración de 10'.

. Ejercicios que se realizan:

- Los referidos anteriormente en los circuitos A y B.

- Pectoral y Dorsal en los controles de la Fuerza Máxima (1 rep.), en los entrenamientos de Fuerza máxima de Escalera y Fuerza Constante.

. Duración de una sesión:

- 6 ejercicios	4 series	~ _ 120'
- 6 ejercicios	3 series	~ _ 90'
- 6 ejercicios	2 series	~ _ 60'
- 2 ejercicios (F. Máxima escalera)	.2-3 series	~ _ 60'
- 2 ejercicios (F. Máxima contraste)	.3-5 series	~ _ 35'

. Recuperación entre ejercicios

- Mínimo de 2'-3'

- En este tiempo de recuperación se realizan estiramientos de la zona muscular que se está trabajando, a veces trabajo de abdominales.

. Forma de ejecución del ejercicio:

- Movimientos con la máxima amplitud.

- En los trabajos de hipertrofia, llegando al fallo muscular.

. Evolución de las cargas:

No se realizaban test para saber si había que aumentar el peso en un ejercicio, sino que se realizaba de forma continua e individual durante el entrenamiento, es decir cuando se llegaba al máximo de repeticiones requeridas para ese ejercicio durante todas las series, en ese punto se consideraba superado ese peso, aumentando en 2,5 kg. para la próxima sesión.

Ejemplo en un ejercicio:

Trabajo a realizar

- Ejercicio: Pectoral plano inclinado 45
4 series, ~ 65%, 15 repet., 50 kg.

- Supuesto nº1

1º Serie 15 repeticiones

2º Serie 15 “

3º Serie 14 “

4ª Serie 12 “ (no ha superado la carga)

- Supuesto nº2

1ª Serie 15 repeticiones

2º Serie 15 “

3º Serie 15 “ (ha superado la carga)

4º Serie 15 “ la próxima sesión aumentará en 2,5 kg.

. Test o controles

- Se ejecutan sobre los ejercicios de pectoral y dorsal con 1 repetición y 3 intentos.

- Se realizan para evaluar el aumento de la Fuerza Máxima.

5º Conclusiones

Ver gráfico nº2

. En el eje horizontal están las semanas.

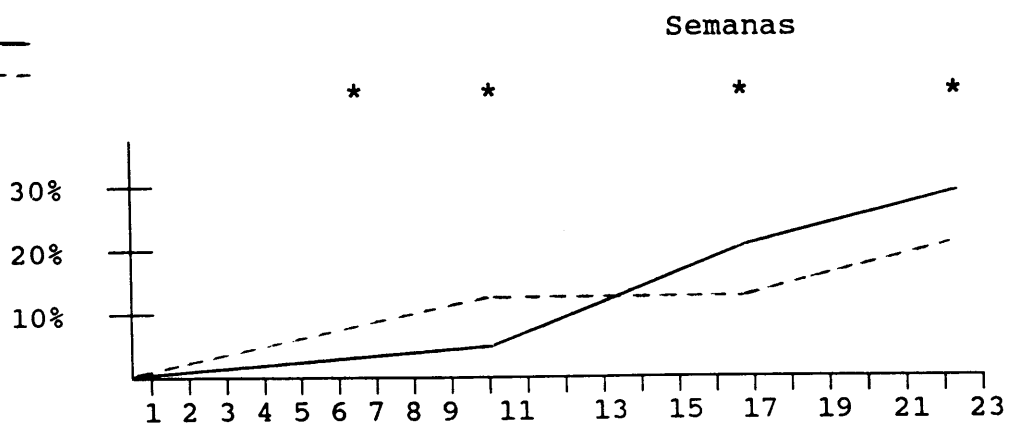
. En el eje vertical el % de mejora, sobre 1 repetición, en los ejercicios de pectoral y dorsal.

. Observamos que el objetivo previsto del 15% al 20% de mejora ha sido conseguido en todos los palistas.

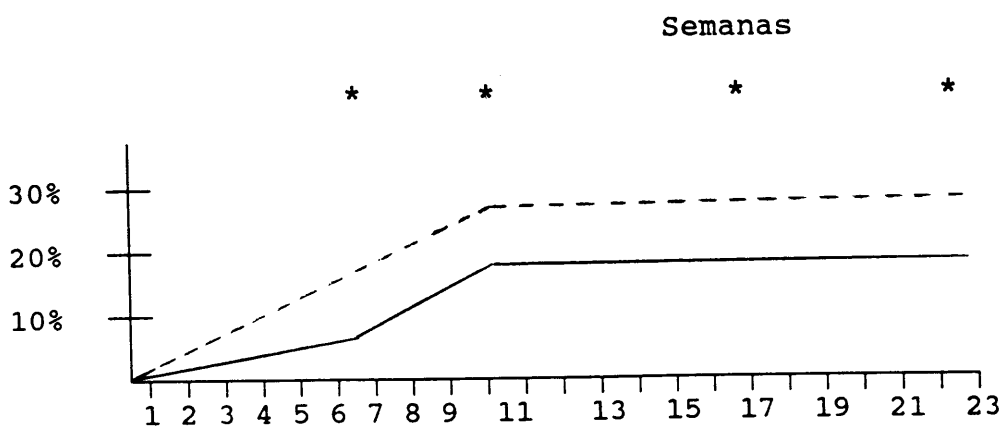
DESARROLLO DE LA FUERZA MAXIMA

DORSAL ———
PECTORAL - - -
TEST *

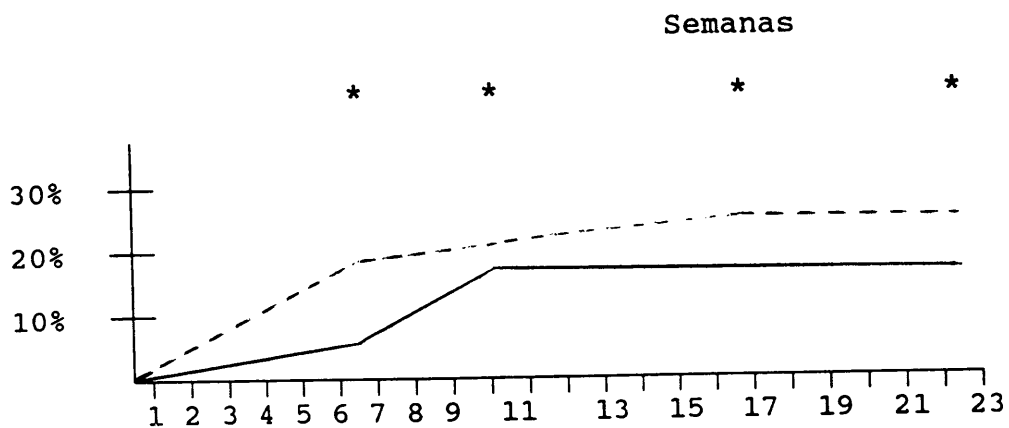
J. M.
CRESPO



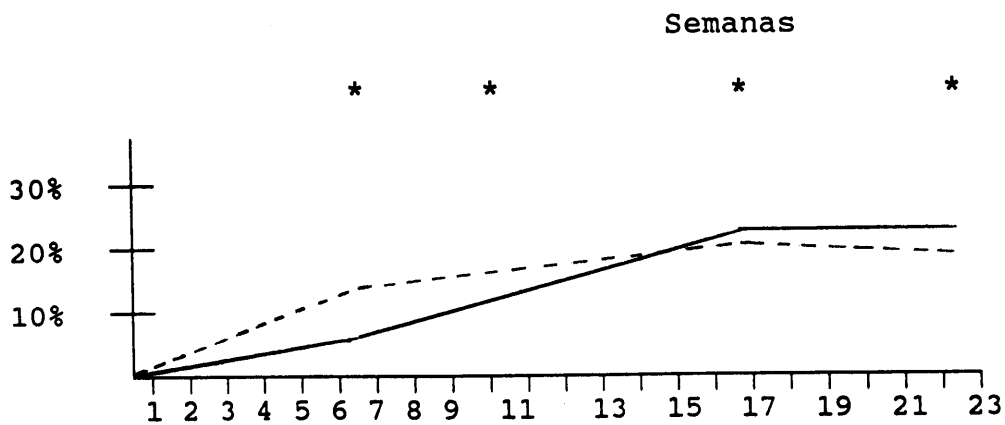
FELICIANO
GARCIA



SANTIAGO
MARTINEZ



VICTOR
MEILAN



. Se puede observar que la evolución en el desarrollo de la Fuerza Máxima es muy individual. Habiendo necesitado los palistas para su máxima mejora un tiempo de:

J.M.	Pectoral	22 semanas	15% mejora
Crespo	Dorsal	22 semanas	21% mejora
Feliciano	Pectoral	10 semanas	21% mejora
García	Dorsa.	10 semanas	15% mejora
Santiago	Pectoral	16 semanas	20% mejora
Martínez	Dorsal	10 semanas	14% mejora
Victor	Pectoral	16 semanas	20% mejora
Meilan	Dorsal	16 semanas	22% mejora

Podemos apreciar la diferencia en el tiempo, de unos palistas con respecto a otros para obtener su máxima mejora en la temporada. Observar la diferencia entre Feliciano García (10 semanas) y Crespo (22 semanas).

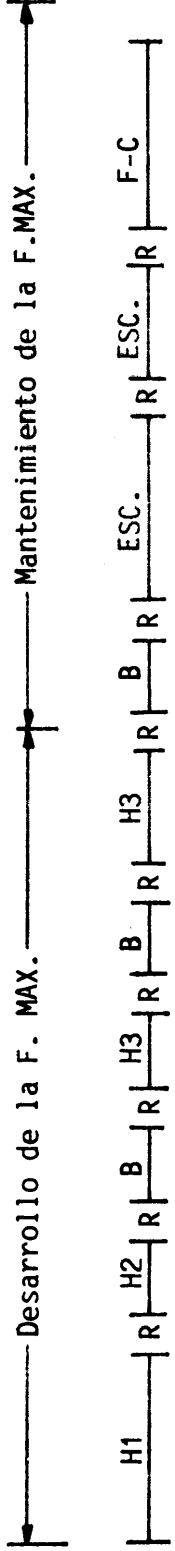
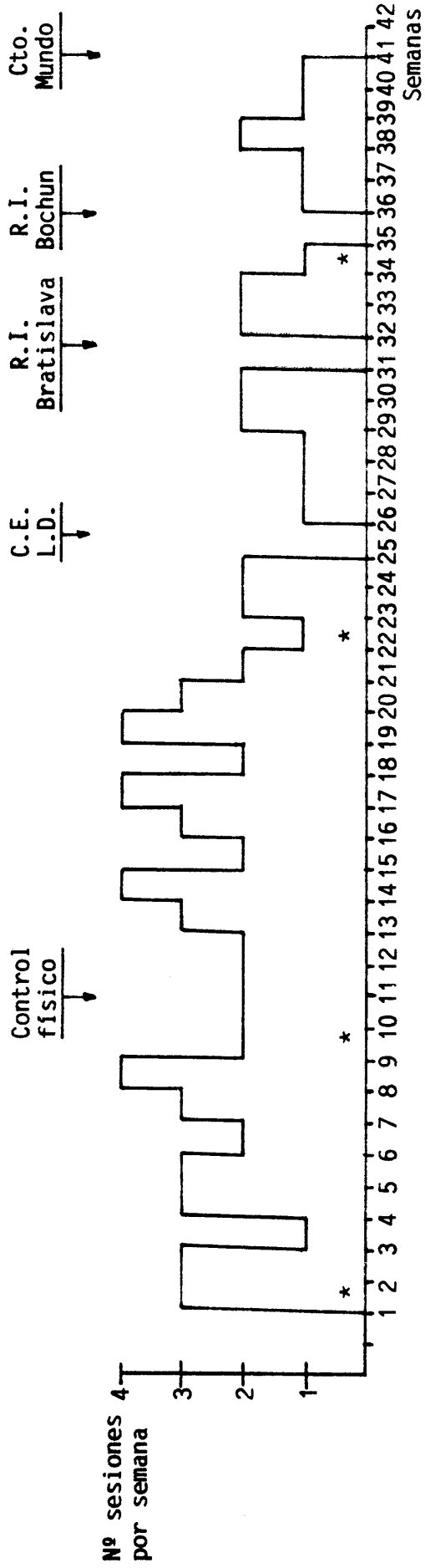
. Fuera de la etapa de desarrollo y dentro de la etapa de mantenimiento de la Fuerza Máxima, en el mes de Junio se realiza el último control, dándonos los siguientes datos con respecto al anterior control:

J.M.	Pectoral	mantiene	
Crespo	Dorsal	mejora	7,5 %
Feliciano	Pectoral	mantiene	
García	Dorsal	mejora	6%
Santiago	Pectoral	mantiene	
Martínez	Dorsal	mejora	3%
Victor	Pectoral	mantiene	
Meilan	Dorsal	mejora	3%

Observamos que ha habido un mantenimiento de la forma en el ejercicio de pectoral, y una mejora sustancial en el ejercicio dorsal.

A mi juicio esta mejora en el ejercicio de dorsal es debido a la técnica de canoa, donde se trabaja mayoritariamente esta zona muscular. Esto acompañado al momento de la temporada donde el trabajo en agua de Resistencia Anaeróbica y velocidad estan en su máximo desarrollo.

PLANIFICACION DE LA TEMPORADA 1990-91 DE LA FUERZA MAXIMA



H1: Fuerza hipertrofia 65%
 H2: " " 75%
 H3: " " 80%
 B: Fuerza Básica 85-90%
 ESC.: Escalera F.max. 75%-80%-85%-85%
 FC: Fuerza contraste

*: TEST
 R: Recuperación

**SEGUIMIENTO
MEDICO-DEPORTIVO EN C.A.A.R.
TRASONA**

Autores: Benjamin Fernandez, Javier Perez-Landaluce, Nicolas Terrados

Fundacion Deportiva Municipal de Aviles

Centro Autonomico de Alto Rendimiento.

Seguimiento Medico - Deportivo en C.A.A.R. Trasona

Autores: Benjamin Fernandez, Javier Perez-Landaluce, Nicolas Terrados

El deporte de competición va generando día a día nuevos retos de rendimiento y por lo tanto el entrenamiento tiene que adaptarse a ellos. Consecuencia de ello las necesidades de salud del piragüista se van modificando.

Por lo tanto nosotros, en el seguimiento Medico-Deportivo del piragüista, intentamos cubrir tanto las necesidades del entrenamiento, como las necesidades básicas de salud.

1. Necesidades De Salud

En este apartado vamos a estudiar al piragüista como una persona que inicia (o no) una actividad deportiva, aunque SI debemos de realizar una búsqueda específica de signos que puedan indicar una patología susceptible de alterarse con el entrenamiento específico.

Así a nivel de **Aparato Cardiovascular** debemos de conocer el estado previo y la adaptación con el entrenamiento. El ejercicio va a ocasionar un aumento del volumen del corazón (figura 1), con lo que en cada latido el volumen de sangre (volumen sistólico) que expulsa es mayor. Paralelo a esto va apareciendo una disminución del ritmo del corazón (bradicardia), es decir, del número de latidos/min. tanto en estado basal como en esfuerzo (figura 2). En algunas ocasiones no ocurre esta adaptación normal o fisiológica, produciendo situaciones potencialmente patológicas. Estas alteraciones irían en dos sentidos. La primera, dependiente del bajo ritmo cardíaco pudiendo aparecer bloqueos o latidos ectópicos (extrasístoles). El segundo grupo de patologías estarían en relación a ese "crecimiento" cardíaco, que en condiciones normales es un aumento del volumen del corazón sin aumento del grosor de la pared del músculo cardíaco (figura 1). El aumento excesivo de es-

te grosor podría dar cuadros de síncope, o algún tipo de mareo. En un estudio reciente sobre corazones de deportistas vieron en el piragüismo, después del remo, el mayor número de casos.

Estas situaciones pueden tener una sintomatología o no, por lo que se trata de detectarlas mediante auscultación, electrocardiograma y ecocardiograma.

Desde el punto de vista del **Aparato Respiratorio** la patología más importante sería la obstructiva (asma) que podría alterar el rendimiento de una forma muy importante (figura 3). Es necesario una valoración mediante estudio de distintos tipos de flujos, volúmenes, difusión pulmonar, etc.; mediante pruebas sencillas como la espirometría o más complicadas como Bodypletismografía.

Con un tratamiento correcto y unos cuidados, evitando; la humedad al salir del agua, ejercicios intensos sin un buen calentamiento, ambientes contaminados, etc.; podrá realizar el entrenamiento sin ningún problema.

En el ámbito del **Aparato Locomotor** hay que realizar un estudio orientado al conocimiento de la existencia de alteraciones (estáticas o dinámicas) previas, a nivel de espalda (figura 4), hombros, rodillas, principalmente, que puedan ser agravadas por la práctica del piragüismo. Es necesario, así mismo, una serie de recomendaciones específicas para la "compensación" o mejora de esa alteración.

Dentro de este apartado de Necesidades de Salud también incluimos patologías inespecíficas que van a condicionar el programa de entrenamiento o competición. En éste apartado vamos a comentar un complicado ejemplo. Un piragüista empezó con un dolor de espalda, ocasional, no relacionado con entrenamiento; en la exploración solo aparecían signos de contractura muscular lumbar, ningún signo relacionado con patología vertebral, la radiología era también normal. Se le prescribe un tratamiento con relajantes musculares y antiinflamatorios. Mejora. Al cabo de varios días vuelve a presentar los mismos síntomas, con lo cual inicia el mismo tratamiento. En este tiempo no había habido cambios de material (pala, barco...) ni de entrenamiento. Existe una nueva mejora, pero empieza a notar molestia abdominal y a vomitar. Se le suspende el tratamiento por sí fuera una reacción al mismo y le realizamos una exploración abdominal. En ella se ven signos incipientes de

patología abdominal (por ejemplo apendicitis). Le tomanos la temperatura primero es normal y luego sube un poco. Le enviamos a urgencias para estudio. Se le realiza estudio preoperatotio y es operado de un tipo de apendicitis denominada retrocecal. Cuando volvió a entrenar no presentaba ningún dolor de espalda.

2. Necesidades de entrenamiento.

El entrenamiento va a generar una demanda específica en cuanto a valoración funcional, recomendaciones de entrenamiento, lesiones, nutrición.

Lesiones

En relación a las **lesiones** que va a sufrir un piragüista, pueden ser debido al entrenamiento o accidentales. Dentro de las primeras encontramos dos grupos: las inespecíficas, debido al entrenamiento de carrera, pesas, natación, .. y las específicas debido al propio entrenamiento en el agua y al material utilizado. Las específicas van a ser más problemáticas ya que les limitará la práctica concreta del piragüismo, en cambio otras lesiones puedan aparecer con la carrera por ejemplo, pudiendo sustituir esta actividad por la natación etc.. En otras ocasiones una fractura fortuita, una luxación de hombro, .. pueden comprometer la temporada.

Ante todo esto debemos educar a los piragüistas para que mantengan una actitud de prevención de “muchas” lesiones mediante hábitos concretos (calentamiento, estiramiento, cuidado de material,...), aunque otras, sin duda, pueden aparecer. Un tratamiento precoz de esa lesión va a permitir una reducción del tiempo de “baja” y una menor complejidad de las complicaciones posibles. A todo esto hay que añadir una rehabilitación precoz, incluso antes de quitar vendajes o escayolas, que permita la rápida reincorporación y sobre todo la mejor funcionalidad.

Entrenamiento

Otro apartado fundamental es la Valoración Funcional, conocer las cualidades y el grado de entrenamiento de ese deportista, y aportar al entrenador datos individuales para su mejor entrenamiento.

Para ello debemos de plantearnos ¿cuáles son las cualidades necesarias en el piragüismo?. Al lado de los factores que influyen en el rendimiento (técnica, táctica, material, entrenamiento, ...), las cualidades metabólicas aeróbicas y anaeróbicas tienen un valor importante.

Así vemos el siguiente requerimiento:

	500 m.	1.000 m.	10.000 m.
AEROBICO	+	++	+++
ANAEROBIO	+++	++	+

Por lo tanto debemos de valorar estas cualidades en el deportista y ver como van evolucionando con el entrenamiento, viendo si existe una buena adaptación al mismo.

Esta valoración la realizamos mediante **Test en Laboratorio** y **Test de Campo**, aportándonos un conocimiento complementario del estado del piragüista (figura 5).

En **Laboratorio** realizamos pruebas de esfuerzo específicas, es decir, en kayak-ergómetro a lo largo de la temporada, viendo el estado de salud (como decíamos en la primera parte) y viendo la adaptación a cargas submáximas y máximas, obteniendo la valoración de las dos capacidades mencionadas. La Aeróbica mediante el consumo máximo de oxígeno (VO₂ max.), ventilación, producción de CO₂ (VO₂), frecuencia cardíaca (FC), ácido láctico (AL), umbral anaeróbico (UA). Así mismo podemos obtener, mediante el conocimiento del denominado déficit de oxígeno y la demanda energética, la capacidad anaeróbica (figura 6), sin el error que hasta ahora daban los otros métodos (lactatos, etc. de Wingate, etc.).

Así mismo las combinamos con **Test de Campo**, en los cuales realizamos de 3 a 4 escalones de 1.000 m. a velocidad estable, siendo el último escalón máximo. Obtenemos una curva de Láctico/velocidad, similar a la que encontramos en laboratorio, y frecuencia cardíaca (Fig 7). Así mismo se hace un test de 250 m. lanzados para las cualidades anaeróbicas.

Con todos estos datos se consiguen dos cosas, por una parte la valoración de las cualidades físicas, y unas recomendaciones individuales para el entrenamiento. Y por otra, con la evolución de estos parámetros, se confirma los efectos del entrenamiento realizado.

Nutrición

En cuanto a la **Nutrición** es necesario realizar unas recomendaciones dietéticas a las personas encargadas del comedor, pero también a los palistas para que ellos sepan “elegir” qué alimentos les convienen.

Así hay que resaltar el papel de los alimentos ricos en Hidratos de Carbono -CHO- (patatas, pastas, arroz, cereales, legumbres,..), por el efecto benéfico en la restauración de los depósitos de glucógeno muscular, siendo este la “gasolina” más cercana para la contracción muscular. Con el entrenamiento intenso estos depósitos van disminuyendo, si no hay una buena recuperación, paralelo a esto hay un deterioro del rendimiento. Si nosotros conseguimos que se minimice este vaciamiento conseguiremos mejor rendimiento. Por ello es importante, en las primeras seis horas de acabar el ejercicio, una dieta rica en esos alimentos, acompañado con una buena reposición de líquidos.

También durante el ejercicio, más aún si la temperatura y humedad son altas, es necesario beber de 100 a 200 ml. de una solución hidroelectrolítica comercial (siempre un poco más diluida) cada 20 o 30 minutos, dependiendo, como decía, de la temperatura.

Es necesario, dentro del seguimiento Médico-deportivo, la realización de análisis de sangre para ver el estado de salud y la asimilación del entrenamiento. Así mismo, si es necesario, se le aportará medicación a fin de corregir los desequilibrios existentes.

Con todo esto plantearíamos las siguientes conclusiones:

1. Todos estos controles son para **Entrenar**.
2. Es necesario un “hilo directo” entre Palista, Entrenador y médico.
3. Es necesario **Seguir Conociendo** el piragüismo en todos sus aspectos (valoración, metabolismo, entrenamientos..).

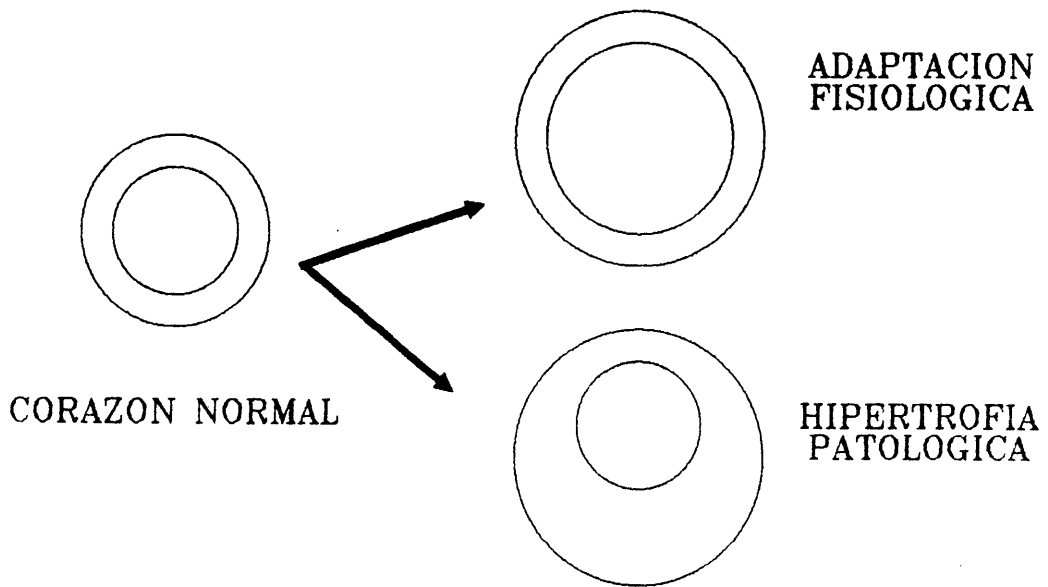
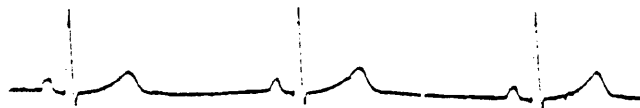


FIGURA 1. ADAPTACION CARDIACA AL EJERCICIO



RITMO NORMAL



RITMO EN DEPORTISTA



ALTERACION DEL RITMO

FIGURA 2. ADAPTACION CARDIACA AL EJERCICIO

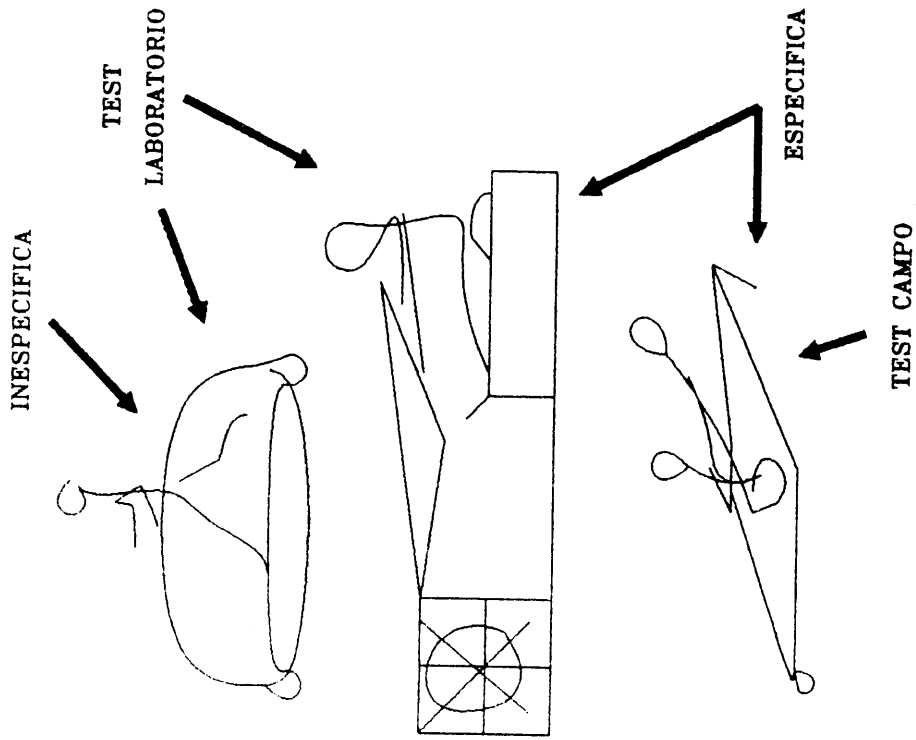
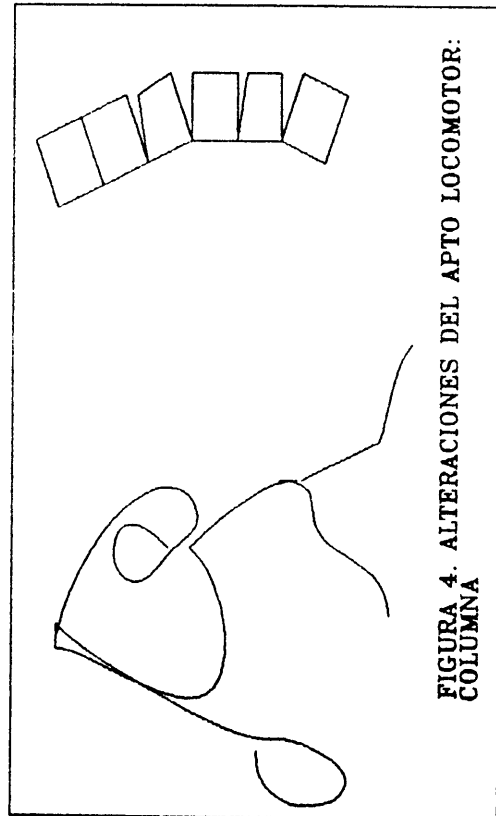
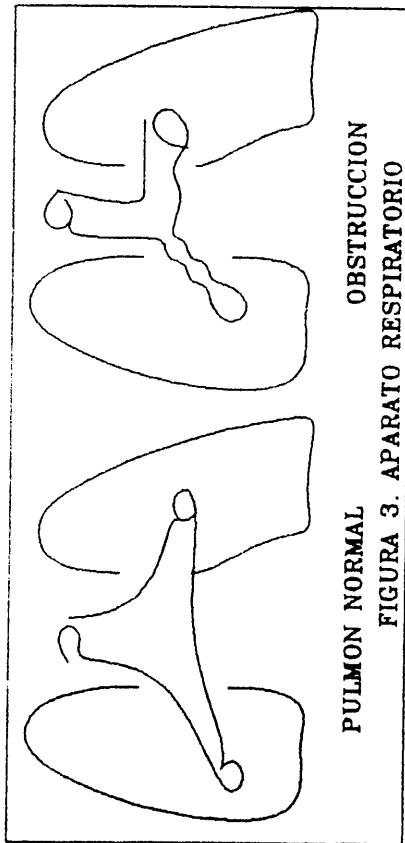
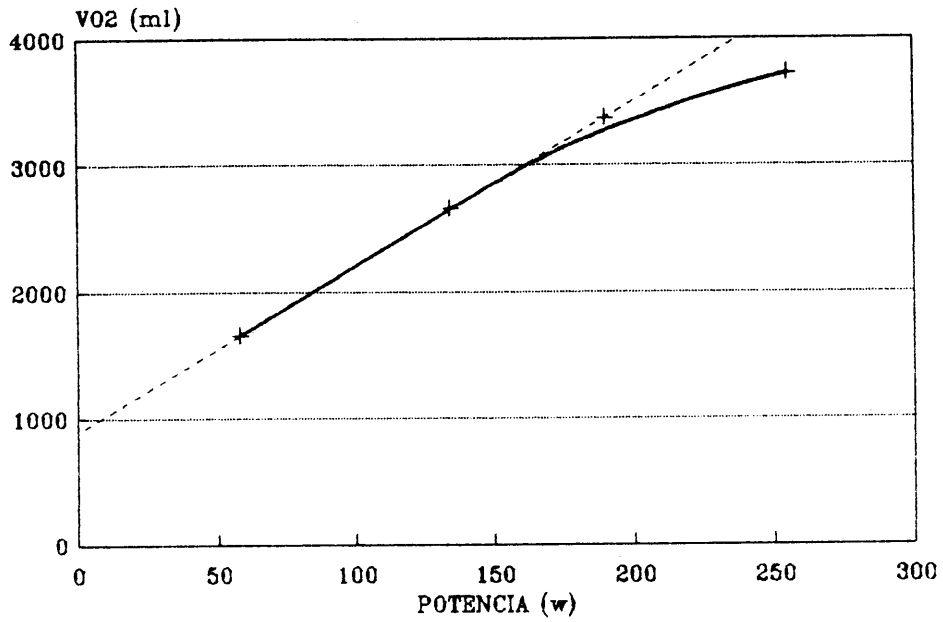


FIGURA 5. VALORACION FUNCIONAL

CAPACIDAD ANAEROBICA DEMANDA ENERGETICA



DEFICIT DE OXIGENO

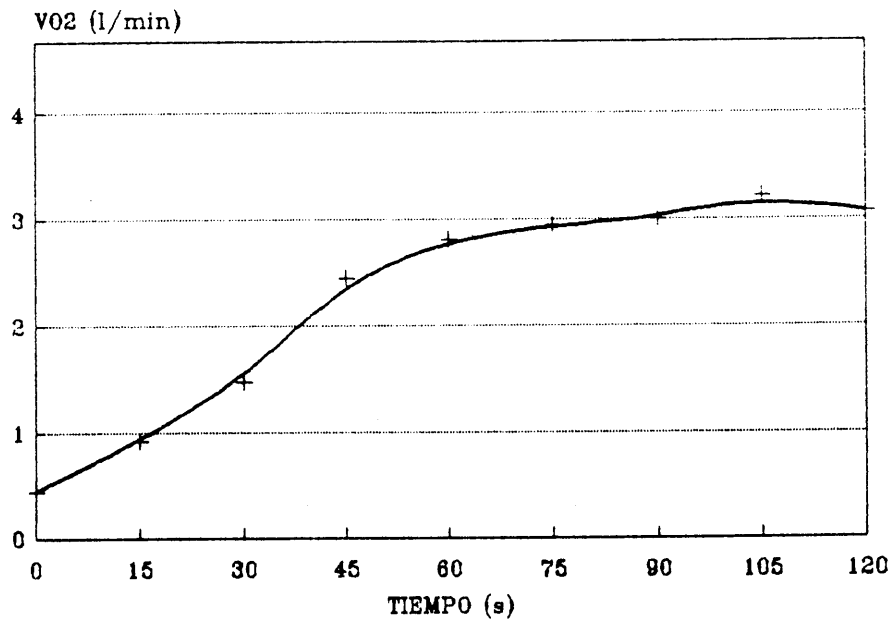


FIGURA 6. CALCULO CAPACIDAD ANAEROBICA

TEST DE CAMPO PROGRESIVO 3 x 1.000 m.

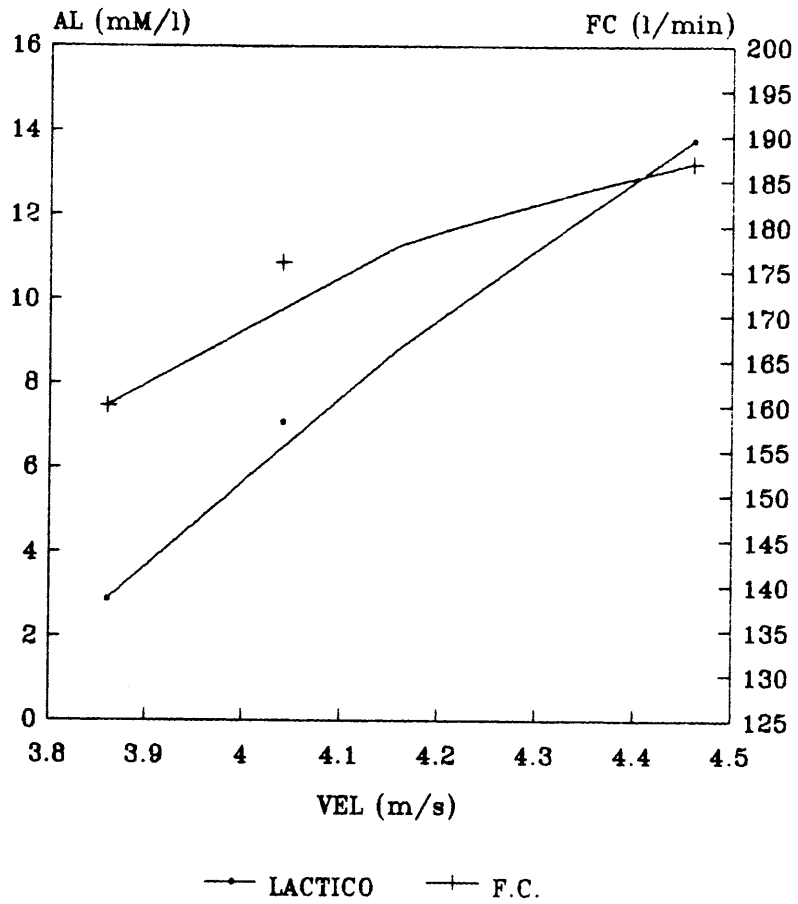


FIGURA 7. TEST DE CAMPO

METABOLISMO ANAEROBICO Y EJERCICIOS DE DURACION CORTA

Autor: Henry Vandewalle, Gilbert Pérès

Laboratoire de Physiologie de la Motricité 91 bd de l'Hospital
75013 Paris.

Consultation de Physiologie et Explorations fonctionnelles du
Sport, Groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière 75013 Paris.

Metabolismo Anaerobico y Ejercicios de Duracion Corta

Autor: Henry Vandewalle, Gilbert Pérès

Modelos de energía de los ejercicios supramáximos

Los fisiólogos del ejercicio consideran a menudo que el rendimiento está limitado principalmente por la energética, que es la producción de energía, es decir la síntesis de ATP (trifosfato de adenosina). El metabolismo anaeróbico es el factor principal que limita el rendimiento en ejercicios de corta duración. El metabolismo anaeróbico se puede dividir en sus componentes aláctico y láctico. Sin embargo, no existe un ejercicio en piragüismo que sea exclusivamente de metabolismo anaeróbico o aeróbico, lo que supone otro factor limitante en competiciones de este deporte. Para cada clase de metabolismo, los fisiólogos del ejercicio consideran generalmente tres parámetros:

- 1) potencia máxima: velocidad máxima de síntesis de ATP;
- 2) capacidad máxima: cantidad total de ATP que se puede sintetizar.
- 3) inercia: tiempo necesario para alcanzar una fracción determinada de potencia máxima o de estado estable . Podemos escribir la sencilla fórmula:

Energía total = Energía anaeróbica + energía aeróbica

donde energía total es la cantidad de energía consumida durante un ejercicio determinado. Según los diferentes modelos energéticos de rendimiento en los ejercicios supramáximos, podemos escribir también:

Energía total = A.max. + Energía aeróbica

donde A.max. es la capacidad anaeróbica máxima. En efecto, los diferentes modelos energéticos dan por sentado que el mejor rendimiento en una distancia determinada corresponde al tiempo en el que los depósitos de energía anaeróbica (o sea la capacidad anaeróbica máxima) están agotados.

Los modelos energéticos son simplistas generalmente pero son una buena introducción a los factores que limitan el rendimiento en los ejercicios supramáximos. Estos modelos muestran que la inercia del metabolismo aeróbico es un factor limitador en los ejercicios de corta duración y alta intensidad, junto con la potencia aeróbica máxima. La mejora del rendimiento después de un programa de entrenamiento se podría explicar parcialmente mediante una reducción del tiempo necesario para alcanzar el consumo máximo de oxígeno. Por ejemplo, la inercia del metabolismo aeróbico durante un ejercicio de brazos es mucho más baja en los kayakistas que en los individuos sedentarios (Cerretelli y colab. 1979).

Sin embargo, la capacidad anaeróbica máxima A.max. es el principal factor limitador en los ejercicios supramáximos. En los capítulos siguientes analizaremos los factores limitantes de A.max. y el método que se ha propuesto como medida de la capacidad anaeróbica máxima.

FACTORES QUE LIMITAN LA CAPACIDAD ANAEROBICA MÁXIMA

En teoría los valores altos en A.max. y las mejoras en A.max. se podrían explicar por:

La importancia de los depósitos de substratos anaeróbicos;

La cantidad total de lactato acumulado durante el ejercicio que depende a su vez:

De la capacidad de amortiguación de los músculos y de los diversos comportamientos de fluídos,

Del flujo de lactato y de iones de hidrógeno en los músculos activos,

La motivación.

Substratos anaeróbicos

Depósitos de fosfatos de creatina

Cuanto mayor es el depósito de fosfato de creatina, mayor es la capacidad anaeróbica máxima. Las fibras musculares de contracción rápida presentan una concentración mayor en fosfato de creatina que las fibras de contracción lenta (Edstrom y colab. 1982). La cantidad de fosfato de creatina puede mejorarse mediante un aumento del volumen del músculo activo (por ejemplo debido a la hipertrofia producida por el entrenamiento de levantamiento de pesas. Pero no se sabe si se puede aumentar o no la concentración de fosfato de creatina media de los músculos mediante el entrenamiento, si se exceptúa el caso de una hipertrofia selectiva de las fibras rápidas.

Depósitos de glucógeno

El ácido láctico es el producto de desecho de la glucólisis anaeróbica. Como consecuencia, el depósito de glucógeno no es considerado como un factor limitador de los ejercicios de corta duración y alta intensidad siempre que las concentraciones de glucógeno sean normales antes del ejercicio. En efecto, un aumento en los depósitos de glucógeno no mejora la actuación en esta clase de ejercicio. Por otra parte, el glucógeno total del músculo no se agota al final de ejercicios cortos de alta intensidad. Sin embargo, la concentración total de glucógeno en el músculo no puede expresar diferencias en la reducción del glucógeno entre las fibras de tipo I y II. No obstante, la disponibilidad de glucógeno es limitada cuando se repiten ejercicios de alta intensidad como por ejemplo durante una sesión de entrenamiento o en algún torneo. Las ingestiones diarias de hidratos de carbono no están limitadas a los atletas de resistencia.

Acumulación total de lactato

La acumulación de lactato dentro de las fibras musculares induce una disminución del pH que puede llegar a 6,4 al final del ejercicio supramáximo. Esta disminución del pH, se presenta frecuentemente como causa de la disminución de potencia y de la fatiga que se observa al final de los ejercicios de corta duración y alta intensidad. En efecto, una disminución en el pH del músculo durante los ejercicios de alta intensidad podría alterar la contracción muscular en diferentes niveles:

Por alterar la unión del calcio en la troponina;

Por disminuir la resítesis de ATP, por ejemplo al bloquearse la glucólisis en la fase de fosfofructocinasa;

Por producir una pérdida de ATP, que se reduce mediante la administración de bicarbonato (Snow y colab. 1985, Grenhaff y colb. 1990).

A mayor cantidad de producción de lactato, más alta es la capacidad anaeróbica máxima. Aun así, la misma cantidad de lactato producida durante el ejercicio puede corresponder a diferentes pH en el músculo, debido a la difusión del lactato o de iones de hidrógeno y a las capacidades amortiguadoras de los diversos comportamientos de fluidos.

Amortiguación de los iones de hidrógeno

El dipéptido carnosina es un amortiguador muscular importante que se ha comprobado que aumenta en los atletas de velocidad (Parkhouse y colb. 1983). El fosfato de creatina puede jugar el papel de amortiguador debido a que los iones de creatina y fosfato son más alcalinos que el fosfato de creatina. Por consiguiente, los sujetos con un porcentaje alto de fibras rápidas tendrán una capacidad amortiguadora mayor.

Sin embargo, se discute el efecto del entrenamiento sobre la capacidad amortiguadora de los músculos. Por ejemplo, después de 8 semanas de entrenamiento de velocidad (Nevill y colb. 1989), después del ejercicio aumentó el lactato en el músculo pero el pH muscular no fue más bajo aunque mantuvo la capacidad de amortiguación muscular.

El bicarbonato y las proteínas son los principales amortiguadores del plasma. La hemoglobina es responsable de las propiedades amortiguadoras de las células rojas de la sangre.

Transferencia de iones de hidrógeno y del lactato en los diversos fluidos corporales.

Las conclusiones de Nevill y colb. podrían explicarse mediante un flujo mayor de H^+ de los músculos a la sangre ya que el pH en la

sangre después de los ejercicios fué menor, después del entrenamiento de velocidad, según su investigación.

También el lactato puede difundirse desde las fibras musculares a los diferentes fluidos y a los tejidos. Se pueden describir varias fases:

Difusión a través de la membrana de las células musculares al interior del fluido intersticial;

Transferencia de lactato a través de los capilares , del fluido intersticial al plasma y a continuación difusión desde el plasma a las células rojas de la sangre o a otros tejidos.

La difusión pasiva de lactato es sólo un mecanismo accesorio del transporte de lactato a través de las membranas celulares de los diferentes tejidos, a un pH fisiológico. La transferencia de lactato a través de la membrana celular se efectúa probablemente mediante un mecanismo transportador selectivo. La actividad de estos transportadores de lactato y del pH interior y exterior de los fluidos celulares.

La alcalinización de la sangre producida por la administración de bicarbonato podría mejorar el flujo de lactato del músculo (ver la reseña hecha por Roth, 1991).

La difusión de lactato desde el fluido intersticial a la sangre depende probablemente del lecho capilar muscular según demostraron Tesch y Wright (1983) durante la recuperación de un ejercicio de brazo en piragüistas.

MEDIDA DE LA CAPACIDAD ANAEROBICA MAXIMA

Los test presentados como medida de A.max. pueden dividirse en tres clases:

Tests de déficit máximo de oxígeno;

Tests ergométricos;

Tests de lactato máximo en sangre.

Tests de déficit máximo de oxígeno

El equivalente en oxígeno de la energía que nos suministrada por

el metabolismo durante el ejercicio, se llama déficit de oxígeno. Por lo tanto, el déficit de oxígeno durante un ejercicio agotador a potencia constante es igual a la diferencia entre el consumo de oxígeno y el que ha recibido el organismo, medido durante la realización de este ejercicio. Según el modelo energético, el déficit máximo equivale a la capacidad anaeróbica máxima. Hermansen y Medbo (1984) propusieron el procedimiento siguiente para medir el déficit máximo en oxígeno:

- 1) Cálculo de la relación entre toma de oxígeno y carga de trabajo durante ejercicios submáximos. El sujeto realiza varias sesiones de ejercicios durante los cuales se realizan uno o dos ejercicios submáximos. El consumo de oxígeno de una carga de trabajo determinada se estima midiendo la toma de oxígeno durante el estado estable de cada ejercicio.
- 2) El consumo de oxígeno de un ejercicio supramáximo se determina por extrapolación en la relación entre gasto de oxígeno y carga de trabajo para ejercicios submáximos.
- 3) La toma de oxígeno se mide durante el descanso y la duración total de un ejercicio supra máximo que lleve al agotamiento al cabo de 2 a 16 minutos. El déficit de oxígeno se calcula restando a la entrada total de oxígeno el consumo de oxígeno estimado.

Este procedimiento es probablemente el más válido que puede proponerse para la medida de la capacidad anaeróbica máxima. Sin embargo, es difícil proponerlo como test de rutina ya que el sujeto debe ejecutar varias sesiones de ejercicios a fin de determinar el consumo de oxígeno del ejercicio supramáximo. Además, hay que comprobar algunos supuestos (por ejemplo la validez de la extrapolación de la relación gasto de oxígeno carga de trabajo en un ejercicio supramáximo).

El consumo de oxígeno en exceso sobre el nivel basal durante la recuperación se denomina generalmente deuda de oxígeno. Después de los estudios hechos por Hill (1924) y Margaria (1933), la deuda de oxígeno se ha relacionado con el déficit de oxígeno y la deuda de oxígeno se ha considerado como una medida fácil de la capacidad anaeróbica máxima. Por desgracia, el valor de la deuda de oxígeno no está relacionado directamente con el déficit de oxígeno y la deuda máxima de oxígeno no se considera ya como medida de la capacidad anaeróbica máxima.

Tests ergométricos

Estos test se pueden subdividir en tests de carga constante y tests de agotamiento. Durante un test de agotamiento de la capacidad anaeróbia el sujeto ejerce su esfuerzo máximo desde el comienzo hasta el final del test. Estos tests de agotamiento se realizan normalmente en un cicloergómetro. Su duración varía entre 30 segundos (test de Wingate, Ayalon y colb. 1974) y 120 segundos (Katch y colb. 1976). La cantidad total de trabajo efectuado durante uno de estos test se supone que está relacionada con la capacidad anaeróbica máxima. Durante un test de capacidad anaeróbica con carga constante, el sujeto realiza un ejercicio a alta intensidad con una carga constante hasta que es incapaz de mantener la potencia requerida. Cuanto más tiempo se tarde en llegar al agotamiento, mayor se supone que es la capacidad anaeróbica máxima.

Parece ser que el test de Wingate es el que más se utiliza en el mundo. No obstante, la validez de este test para medir la capacidad anaeróbica es cuestionable. (Vandewalle y colb. 1987). En efecto, la duración de este test es demasiado corta para agotar los depósitos de energía anaeróbica. Además, el porcentaje de metabolismo aeróbico no es despreciable (entre 13 y 28% del suministro total de energía según Bar-Or).

Test de lactato máximo en la sangre

El fisiólogo del ejercicio mide a menudo la acumulación de lactato en la sangre antes y después del ejercicio durante tests de campo o de laboratorio para evaluar como se produce el metabolismo anaeróbico. El contenido de lactato en la sangre después de un ejercicio supramáximo se utiliza a veces como medida de la capacidad anaeróbica máxima. La concentración máxima de lactato en la sangre es más elevada en los atletas de velocidad aumenta después del entrenamiento anaeróbico. Se supone que cuanto más alta sea la concentración máxima de lactato, mayor será la capacidad anaeróbica.

Sin embargo, las concentraciones de lactato musculares después de ejercicios pesados en periodos cortos son claramente más altas que la concentración máxima de lactato en la sangre (Jorfeldt y colab. 1978). Debemos tomar la concentración en los diferentes fluidos y el espacio donde el lactato puede difundirse a fin de calcular la cantidad de lactato producida durante el ejercicio. La concentración máxima de lactato medida después de un test con tapiz rodante en el laboratorio, con carga constante es más baja que el

valor obtenido después de una competición (Berg y Keul 1985). También, el tiempo de agotamiento en el test de la cinta deslizante se correlaciona mejor con los tiempos de carrera individuales en 400 y 1.500 m. que la concentración de lactato en la sangre (Berg y Keul 1985).

Como consecuencia, la suposición de la capacidad anaeróbica según las concentraciones de lactato es de hecho indirecta y no tiene más valor que los tests ergométricos.

CAPACIDAD DE POTENCIA MAXIMA Y METABOLISMO ANAEROBICO

No hay competición de kayak o de canoa cuya ejecución dependa más de la potencia anaeróbica máxima que de la capacidad anaeróbica. No obstante, los tests de potencia anaeróbica máxima se correlacionan con los de capacidad anaeróbica máxima (Vandewalle y colb. 1978). Por consiguiente, la medida de la potencia anaeróbica máxima es un método estimulante para valorar potencial anaeróbico de los palistas.

La potencia es el producto de la fuerza por la velocidad y depende de ambos parámetros. La relación entre fuerza y velocidad para el acortamiento muscular de un músculo aislado se puede describir por una ecuación hiperbólica (Hill 1983) o una exponencial (Fenn y Marsh 1935). Después de los trabajos de Fenn y Marsh o de Hill sobre músculos aislados, se sabe con certeza que la potencia máxima que se produce durante el acortamiento muscular se obtiene con valores óptimos de fuerza y velocidad. La potencia máxima de los músculos rápidos es mucho mayor que la de los músculos lentos y se produce a velocidades mayores. En el hombre, la potencia producida durante un movimiento depende también de la fuerza y de la velocidad. Por consiguiente, la potencia máxima se puede medir con un test anaeróbico solamente si la fuerza y la velocidad son óptimas. Los valores óptimos de fuerza y velocidad que se deben usar en un test anaeróbico dependen de las características individuales del individuo, principalmente de la masa muscular y de la tipología de la fibra del músculo. Sólo es posible conocer estos valores óptimos si los sujetos han realizado el mismo ejercicio en diferentes condiciones de fuerza y de velocidad.

En 1979, tuvimos que controlar el programa de entrenamiento de los palistas olímpicos franceses y decidimos estimar su potencial anaeróbico midiendo la potencia anaeróbica máxima durante un

ejercicio de brazo. Desafortunadamente, en ese tiempo no se dispuso de un test de laboratorio para la medida de la potencia anaeróbica máxima de los brazos. En 1979, los test que medían la potencia anaeróbica de las piernas consistían en un salto vertical, en una variante del test de la escalera de Margaria o una medida de la potencia máxima en un cicloergómetro. El test de la escalera de Margaria y los tests de salto vertical no se podían usar para medir la máxima potencia de los brazos. Por consiguiente, decimos ajustar un test de cicloergómetro a los brazos y mejorar su validez midiendo la potencia producida contra diversas fuerzas frenantes.

RELACION FUERZA-VELOCIDAD DURANTE UN TEST DE MANIVELA EN UN CICLOERGOMETRO.

Los palistas pedaleaban lo más rápidamente posible contra una fuerza frenante pequeña (1 kg.) durante aproximadamente 6 segundos en cicloergómetro "Monark" ajustado para una manivela de mano. Tenían que realizar un esfuerzo máximo desde el comienzo del ejercicio hasta que se les pedía que pararan. Se anotaba la velocidad máxima. El sujeto se recuperaba durante 5 minutos y después realizaba el mismo ejercicio pero contra una fuerza frenante aumentada un kilo más y así hasta 7,5 kilogramos. Los primeros ejercicios, con fuerzas frenantes pequeñas (1 y 2 kg.), se consideraron como de calentamiento y de aprendizaje y se realizaron de nuevo al final del test. En contraste con los estudios anteriores sobre músculos aislados, la relación entre fuerza frenante y velocidad máxima fue lineal para una velocidad máxima entre 100 y 220 revoluciones por minuto aproximadamente, si se tienen en cuenta los resultados de las segundas pruebas de 1 y 2 kilómetros. El mismo resultado se obtuvo en diferentes grupos atléticos tales como boxeadores, o jugadores de tenis o de pelota mano y con sujetos sedentarios. Hasta ahora hemos empleado casi el mismo procedimiento. Sin embargo, se disminuyó el número de ejercicios: los sujetos adultos de brazo entrenado empiezan la prueba con una fuerza frenante igual a 2 Kg (en vez de un kilo) y el incremento de fuerza frenante es igual a 1,5 ó 2 kilos.

La relación entre la velocidad máxima (V) y la fuerza frenante (P) viene dada por las ecuaciones siguientes:

$$V = a - b \times P$$

ó

$$V = V_0 (1 - P/P_0)$$

donde V_0 es igual a la intercepción de la relación lineal con el eje

de la fuerza. V_o y P_o tienen el significado de una velocidad máxima de la manivela y de una fuerza "isométrica" máxima, respectivamente (Pérès y colb. 1981, Vandewalle y colab. 1983).

La potencia máxima W_{max} . se obtiene con una fuerza de freno igual a $0,5 P_o$ que corresponde a una velocidad máxima igual a $0,5 V_o$. Por consiguiente, la potencia máxima W_{max} . es igual a $0,25 V_o P_o$.

Después de esto encontramos la misma relación para los ejercicios realizados con las piernas (Vandewalle y colb. 1985) y se observa también una relación lineal para los ejercicios de pierna realizados en un cicloergómetro isocinético (Sargeant y colb. 1981).

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DEL TEST DE FUERZA-VELOCIDAD

Los palistas olímpicos franceses que estudiamos en 1979 y 1980 poseían valores muy altos de potencia máxima ($15 W \times kg^{-1}$) en un ejercicio de manivela. La diferencia en W_{max} . entre los palistas olímpicos y los otros sujetos fué resultado principalmente de sus valores muy elevados. Los valores más altos de V_o durante un ejercicio de manivela (270 a 290 revoluciones por minuto) los hemos encontrado en atletas de velocidad como por ejemplo en nadadores internacionales de corta distancia o karatekas de full-contact que ganaron casi todos sus combates por knock-out. Por analogía con los resultados de los estudios sobre músculos aislados, es probable que los sujetos que tienen la V_o más elevada posean un alto porcentaje de fibras musculares de contracción rápida. Además, un valor alto de W_{max} . sugiere un porcentaje elevado de fibras rápidas ya que estas fibras son más potentes que las fibras lentas. Los resultados de los estudios sobre fibra muscular en palistas son controvertidos. En Suecia, Tesch y Karlsson (1985) encontraron el mayor porcentaje de fibras de contracción lenta en músculos del brazo (m. deltoides) de kayakistas (cerca de un 70% contra un 50% en sujetos sedentarios). Este predominio de fibras lentas en los brazos de kayakistas es probablemente el resultado de sus muchos años de entrenamiento de resistencia ya que el porcentaje de fibra lenta en sus piernas, no entrenadas, era normal. Por otra parte, Clarkson y colb. (1982) encontraron porcentajes normales de fibras rápidas y lentas en palistas americanos de élite. La diferencia entre estos estudios se podría explicar por los diferentes programas de entrenamiento o por una selección de palistas de resistencia en el estudio hecho por Tesch y Karlsson. En efecto, en un estudio anterior, Tesch y colb. (1976 citado por

Clarkson) encontraron que los palistas que triunfaron en competiciones de 500 m. poseían un porcentaje más bien alto de fibras rápidas en contraste con los otros que triunfaron en 1.000 m. o en 10.000 m.

En un estudio más reciente sobre palistas jóvenes encontraron una $W_{\text{máx.}}$ más baja pero la V_o era ligeramente mayor.

El programa de entrenamiento de levantamiento de pesas de nuestros palistas olímpicos podría explicar el que ellos tengan valores más altos de P_o y de $W_{\text{max.}}$ debido a su hipertrofia muscular y sus muchos años de entrenamiento de resistencia podrían explicar el que tengan valores de V_o ligeramente más bajos que sus colegas más jóvenes.

Además de la tipología de la fibra y de la masa muscular, los resultados del test de fuerza-velocidad se pueden modificar por otros factores anatómicos (longitud de las diferentes palancas del brazo, longitud de la fibra muscular y ángulos de pennación, etc...). En un estudio de nadadores jóvenes hemos encontrado que la V_o estaba correlacionada de forma apreciable con la altura corporal, debido probablemente a que la longitud de la manivela no estaba adjuntada a la estatura de los sujetos. Como en todos los test anaeróbicos., la $W_{\text{max.}}$ en un cicloergómetro se ve incrementada durante el crecimiento de la pubertad.

El valor de V_o de nuestros palistas jóvenes que triunfaron en competiciones de Slalom o en carreras de 500 m., es probablemente más alto que el de otros palistas jóvenes. No obstante, no podemos establecer que esto sea la expresión del mayor porcentaje en fibra rápida en vez del resultado de diferencias existentes en factores anatómicos.

BIBLIOGRAFIA

Ayalon A., Inbar O. Bar-Or O (1974) Relationship among measurements of explosive strength and anaerobic power. In R.C. Nelson and C.A. Morehouse (Eds) International series on sport sciences, Vol. 1 Biomechanics IV, pp 572-577, University Press, Baltimore.

Cerretelli P., Pendergast D., Paganelli W.C., Rennie. D.W. (1978) Effects of specific muscle training on VO₂ on-response and early lactate. *J. Appl Physiol.* 47: 761-769.

Edstrom L., Hultman E., Sahlin K., Sjöholm H. (1982) The content of high energy phosphates in different fibre types in skeletal muscles from rat, guinea pig and man. *J. Physiol. (London)* 332: 47-58.

Grenhaff P.L., Harris R.C., Snow D.H. (1990) the effect of sodium bicarbonate administration upon exercise metabolism in the thoroughbred horse. *J. Physiol.* 420:69P.

Hermansen L., Medbo J. (1984) The relative significance of aerobic and anaerobic processes during maximal exercises of short duration. *Medicine and Sport* Vol 17 pp 56-57, Karger, Basel.

Hill A.V., Long C.N., Lupton H. (1924) Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilisation of oxygen. Part VII to VIII. *Proceeding. Royal Soc. London* 97: 155-176.

Jorfeldt L., Juhlin-Dannfelt A., Karlsson J. (1978) Lactate release in relation to tissue lactate in human skeletal muscle during exercise. *J. Appl. Physiol.* 44:350-352.

Katch V.L., Weltman A., Traeger L. (1976) All-out versus steady paced cycling strategy for maximal work output of short duration. *Res. Quarterly* 47: 164-168.

Clarkson P.M., Kroll W., Melchionda A.M. (1982) Isokinetic strength, endurance, and fiber type composition in elite american paddlers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 48: 67-76.

Margarita R., Edwards H.T., Dill T.B. (1933) The possible mechanism of contracting and paying oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. *Am. J. Physiol.* 106: 689-715.

Nevill M.E., Boobis L.H., Brooks S., Williams C. (1989) Effect of training on muscle metabolism during treadmill sprinting. *J. Appl. Physiol.* 67: 2376-2382.

Parkhouse W.S., McKenzie D.C., Hochachka P.W., Mommsen T.P., O'Valle W.K. (1983) The relationship between carnosine level, buffering capacity, fiber types and anaerobic capacity in athletes. In Knuttgen H.G. (Ed.) *Biochemistry of exercise*, pp 590-594, Human Kinetics, Champaign 1983.

Pérès G., Vandewalle H., Monod H. (1981). Aspect particulier de la relation charge vitesse lors du pédalage sur cycloergomètre. Réunion de l'Association des Physiologistes Lyon, *J. Physiol.* 77:10A.

Roth D.A. (1991) The sarcolemmal lactate transporter: transmembrane determinants of lactate flux. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23: 925-934.

Sargeant A.J., Hoinville E., Young A. (1991) Maximum leg force and power output during short term (anaerobic) dynamic exercise. *J. Appl. Physiol.* 51: 1175-1182.

Snow D.H., Harris R.C., Gash S.P. (1985) Metabolic response of equine muscle to intermittent maximal exercise. *J. Appl. Physiol.* 58: 1689-1697.

Tesch P.A., Wright J.E. (1983) Recovery from short term intense exercise: its relation to capillary supply and blood lactate concentration. *Eur. J. Appl. Physiol.* 52: 98-103.

Tesch P.A., Karlsson J. (1985) Muscle fiber types and size in trained and untrained muscles of elite athletes. *J. Appl. Physiol.* 59: 1716-1720.

Vandewalle H., Pérès G., Monod H. (1983) Relation forcevitesse lors d'exercice cyclique réalisés avec les membres supérieurs. *Motricité Humaine* 2: 22-25.

Vandewalle H., Pérès G., Heller J., Monod H. (1985) All-out anaerobic capacity test on cycle ergometers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 54: 222-229.

Vandewalle H., Pérès G., Monod H. (1987) Standard anaerobic exercise tests. *Sports Med.* 4: 268-289.