

FEDERACION ESPAÑOLA DE PIRAGÜISMO  
Escuela Nacional de Entrenadores

enep



Comunicaciones técnicas  
Volúmen V

**ESCUELA NACIONAL DE ENTRENADORES**

**COMUNICACIONES TECNICAS**

**Nº 5 - 1.989**

**escuela nacional de entrenadores**

**FEDERACION ESPAÑOLA DE PIRAGÜISMO**

La resistencia al esfuerzo (1ª parte), por Dietrich Harre, Winfried Leopold (LIPSIA). .....	7
La resistencia al esfuerzo (2ª parte), por Dietrich Harre, Winfried Leopold (LIPSIA). .....	25
La frecuencia de la palada en canoe kayak, por Dolnik (JU.A.) Krasnopeucev (G.M.). .....	41
Test Pedagógicos para uso de equipos de kayakistas y de canoistas, por Dolnik (JU.A.), Ganzenko (JU.V.). .....	53
La ciencia y la medicina del piragüismo (Canoa y Kayak), por Roy J. Shephard. ....	59

# **La resistencia al esfuerzo (1ª parte)**

**Por: Dietrich Harre, Winfried Leopold (LIPSIA)**

Traducido de Revista di Cultura Sportiva (CONI) Anno VI, N° 9,  
1987 pag. 30 - 35

## La resistencia al esfuerzo (1ª parte)

*Se define el concepto de resistencia al esfuerzo, recordándose la relación entre fuerza y resistencia que determina la metodología para el entrenamiento de esta capacidad condicional. La capacidad de resistencia al esfuerzo se ha clasificado utilizando criterios del tipo de trabajo muscular, de la estructura del movimiento y de la magnitud de los esfuerzos. Se señala la necesidad de tener siempre en cuenta la correlación entre esta capacidad y los demás factores de la prestación, como principio básico del entrenamiento. Se tratan los problemas del entrenamiento específico y general de esta capacidad.*

### 1. DEFINICION DE LA RESISTENCIA AL ESFUERZO

El concepto de **resistencia al esfuerzo (Raf)** define un presupuesto condicional de la prestación, determinado por la relación entre la capacidad de esfuerzo (esfuerzo máximo, esfuerzo rápido) y la resistencia. En la actividad deportiva, se produce esta relación cuando los esfuerzos se repiten con una duración y una frecuencia tales como para producir una disminución de la prestación del atleta, debido a la fatiga (fig. 1). Mientras el esfuerzo máximo y la capacidad de esfuerzo rápido constituyen los presupuestos condicionales para las ejecuciones máximas en cada movimiento (cíclico y acíclico), la resistencia garantiza que haya la necesaria continuidad de acción con los óptimos esfuerzos, para el número necesario de ciclos de movimiento. Esto vale tanto para los movimientos cíclicos como para los acíclicos (fig. 1 y 2) y para un régimen estático tanto como para uno dinámico.



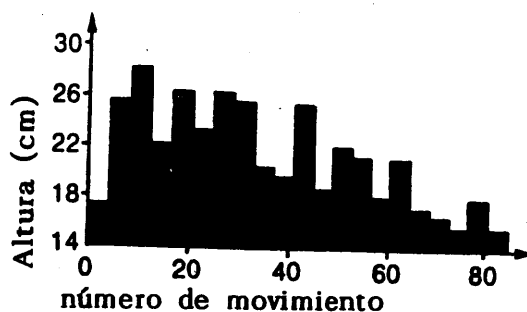


Figura 1- Altura alcanzada por un peso lanzado al aire durante un minuto. La altura máxima alcanzada en la fase inicial la representa la expresión del esfuerzo rápido. La resistencia al esfuerzo rápido se caracteriza por la altura media. La diferencia o la relación porcentual entre altura máxima y altura media puede considerarse como expresión del nivel de resistencia (resistencia relativa al esfuerzo rápido) (Verchosanskiĭ 1971)

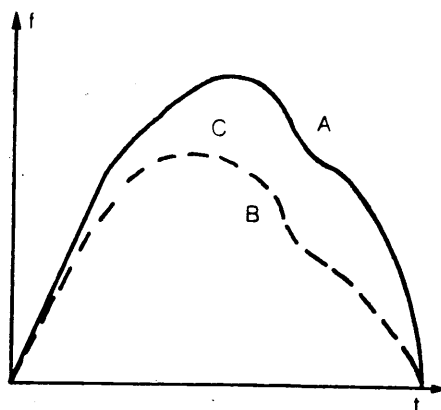


Figura 2- Curva fuerza-tiempo en la marcha de una competición de remo y en la canoa: A- fase de la máxima velocidad en el primer cuarto de la distancia; B- en el último cuarto; C- diferencia debida a la fatiga, que expresa la resistencia relativa al esfuerzo rápido.

La resistencia al esfuerzo constituye el principal presupuesto condicional del servicio que se presta en todas las actividades deportivas en las que esta resistencia, tanto en las actividades de competición como en las de entrenamiento, viene determinada esencialmente por el potencial de esfuerzo y de resistencia del atleta.

La primera distribución que hay que efectuar es entre resistencia absoluta y resistencia relativa al esfuerzo.

La resistencia absoluta al esfuerzo corresponde al valor medio absoluto de los repetidos esfuerzos realizados.

Determina el nivel de las prestaciones de resistencia al esfuerzo, representado así un objetivo importante entre las capacidades condicionales requeridas en la perspectiva de futuros resultados deportivos.

La **resistencia relativa al esfuerzo** define cual es el nivel (porcentaje) de la componente de resistencia en la acción de resistencia al esfuerzo y expresa la capacidad del atleta para oponerse a la fatiga. Se refiere a la diferencia entre el máximo esfuerzo posible que se exprese, sin disminución debida a la fatiga, y el valor medio del esfuerzo realizado en la ejecución del ejercicio (fig. 2). En los ejercicios cíclicos de competición esta diferencia depende entre otras causas, de la duración de la carga y disminuye cuando se aumenta la distancia.

El control del entrenamiento para **Raf** presupone que se determine la **Raf** relativa. Si esta resistencia al esfuerzo es normal, esto es, entra dentro de lo que requiere el ejercicio, el entrenamiento de la **Raf** se orientará hacia el aumento del esfuerzo máximo disponible, junto con el perfeccionamiento de la resistencia. Por el contrario, una diferencia muy grande entre el esfuerzo medio y el máximo esfuerzo posible, es un índice de la carencia de capacidad de resistencia. En este caso, el entrenamiento de la **Raf**, se dirigirá principalmente al aumento de la resistencia. Si la diferencia es muy escasa con respecto a la media, el entrenamiento debe ser, por el contrario, mayormente orientado hacia el aumento del esfuerzo máximo. (Harre, pag. 135)

En la clasificación corriente de las capacidades condicionales, la **Raf** está colocada en el punto de unión entre esfuerzo y resistencia. Diversos criterios de clasificación hacen de modo que sea posible clasificarla, bien entre las capacidades de resistencia, o bien entre las de esfuerzo. Para señalar su pertenencia al grupo de las capacidades de esfuerzo, varios autores utilizan el concepto poco usual de **esfuerzo resistente** (Ausdauerkraft)<sup>1</sup>. El criterio que diferencia el esfuerzo resistente -en cuanto forma específica de las capacidades de esfuerzo-, de la resistencia al esfuerzo -en cuanto forma específica de las capacidades de resistencia- podría ser el valor de los esfuerzos requeridos con respecto al esfuerzo máximo individual, (fig. 3).

D. Schmidtbleicher (1984) sostiene que se debe hablar de ejecución de esfuerzo, sólo cuando el esfuerzo preciso es superior a un tercio de la máxima capacidad individual de ejecución. Ciertamente, no se debe olvidar el hecho de que las relaciones entre esfuerzo y resistencia se desarrollan a niveles completamente distintos según sean los esfuerzos que se requieren en los diversos deportes.

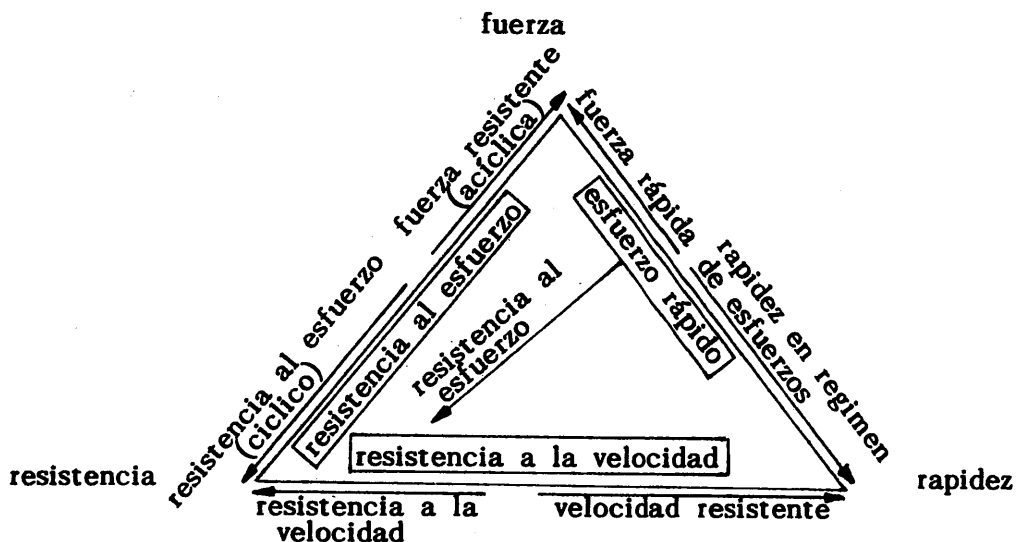


Figura 3- Relaciones entre las capacidades condicionales. En el interior se encuentran los conceptos de orden superior validos para las capacidades complejas, mientras que al exterior se encuentran las definiciones diferenciadas en base a la capacidad dominante.

En el entrenamiento del esfuerzo máximo y en muchos ejercicios acíclicos de competición (por ejemplo, el lanzamiento de martillo, los saltos en atletismo, algunos elementos de la gimnasia, etc.) se requieren esfuerzos específicos máximos o cercanos al máximo. Sin embargo, para conseguir un elevado volumen de entrenamiento, se necesita un régimen de resistencia adecuado. Se podría pensar que para definir esta relación entre esfuerzo máximo y resistencia en los movimientos acíclicos, se pueda utilizar el concepto de **esfuerzo resistente**, mientras la relación entre los esfuerzos medios a submaximales y la resistencia en los movimientos cíclicos (sobre todo refiriéndonos a los deportes de resistencia) podría ser definida con la expresión **resistencia al esfuerzo**. Dejaremos abierto el problema de la practicabilidad de esta distinción. Lo más importante para la práctica del entrenamiento, es el que esté dirigido a las capacidades condicionales requeridas por los ejercicios específicos de la competición. Por ello, en este artículo usaremos solamente el concepto de **resistencia al esfuerzo**, en cuanto concepto de orden superior para todas las formas de correlación entre esfuerzo y resistencia. Aquí queremos añadir también que las capacidades condicionales no tienen una existencia autónoma, pero se expresan siempre en una petición precisa de prestación, en un movimiento dado y están siempre integradas en una cierta estructura de capacidad. No obstante, las muy diversas relaciones entre esfuerzo y resistencia que se encuentran en las acciones motoras deportivas (comprendiendo en éstas las de la compe-



tición y las de entrenamiento) nos limitan a tratar las capacidades de resistencia al esfuerzo, diferenciándolas entre sí, esto es, haciendo una clasificación (Mahlo 1984) que debiera servir para determinar cuales han de ser las condiciones particulares de entrenamiento necesarias para formar la capacidad de resistencia al esfuerzo, específica para cada deporte o disciplina deportiva.

## 2. CLASIFICACION DE LAS CAPACIDADES DE RESISTENCIA AL ESFUERZO

Para clasificar la resistencia al esfuerzo, pueden usarse varios criterios. Entre estos, los más determinantes son:

- el tipo de trabajo muscular (esfuerzos estáticos o dinámicos)
- la estructura del movimiento (cíclico o acíclico)
- la amplitud del esfuerzo.

Para subdivisiones posteriores, nos pueden servir de criterio de clasificación, la duración del impulso, la velocidad de crecimiento del esfuerzo, y los sistemas de producción de energía utilizados para el movimiento. En la fig. 4 se expone los diversos planes de clasificación que de esto se derivan. La diversa estructura de las diferentes capacidades de resistencia al esfuerzo, produce necesariamente las consecuencias metodológicas para el entrenamiento.

### La resistencia al esfuerzo en los esfuerzos dinámicos (Raf dinámica)

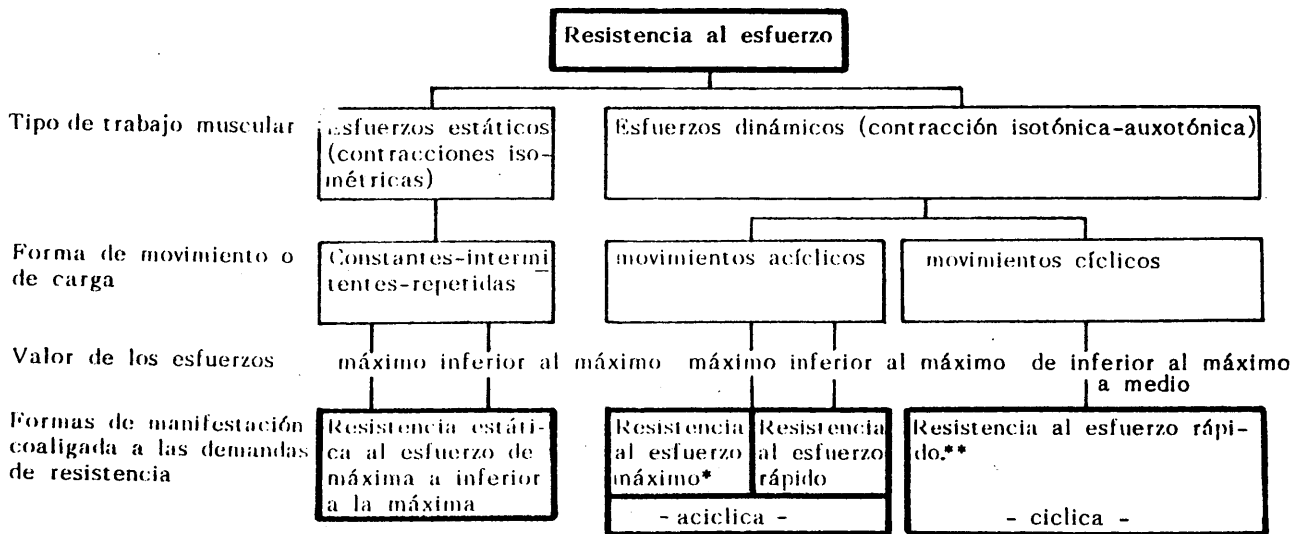
En los esfuerzos dinámicos hay que distinguir entre aquellos que piden los movimientos cíclicos y los requeridos en los movimientos acíclicos.

#### La Raf en los movimientos cíclicos

La esencia de la resistencia al esfuerzo en las disciplinas cíclicas de velocidad y de resistencia y en las acciones del mismo tipo en los juegos deportivos es el poder realizar en cada ciclo de movimientos, para la totalidad de la duración de la competición o del entrenamiento, esfuerzos de una intensidad tal que garanticen una elevada velocidad de desplazamiento, con la frecuencia de movimiento necesaria. En la base de la resistencia al esfuerzo en los movimientos cíclicos está la acción del esfuerzo máximo necesario, caracterizado por una determinada curva esfuerzo-tiempo (rapidez en el incremento del esfuerzo, altura del pico del esfuerzo, formación de una línea de nivel (plateau), amplitud del impulso de fuerza, etc..) (fig. 2). Desde el punto de vista condicional, tenemos el nivel de ejecución del esfuerzo rápido que determi

na la máxima ejecución posible en un ciclo de movimiento. La resistencia se refiere a esta acción de esfuerzo rápido. Su función es de garantizar que se consiga alcanzar y mantener un esfuerzo lo más alto posible -que se acerque al máximo valor individual posible de esfuerzo en un ciclo dado de movimiento- para todos los ciclos de movimiento pertenecientes a la competición que se está considerando. Esta forma específica de Raf será definida por nosotros como **resistencia al esfuerzo rápido** (cíclica dinámica, Rafr).

La capacidad de resistencia al esfuerzo rápido cíclico, considerando el conjunto de las disciplinas de esfuerzo y de resistencia, está determinada por índices generales, pero también por particularidades específicas del deporte o de la disciplina deportiva que se esté considerando. La característica de la Rafr cíclica esta producida por la fluída repetición del movimiento y por la alternancia de breves fases de tensión y relajamiento de la musculatura implicada.



**Figura 4-** Esquema de las relaciones entre capacidad de esfuerzo y de resistencia. (Capacidad de resistencia al esfuerzo).

\* Solo para ejercicios de competición o de entrenamiento del esfuerzo máximo estático. (Por ejemplo, levantamiento de pesas, lucha, entrenamiento del esfuerzo máximo).

\*\* La gama de esfuerzos en los ejercicios cíclicos de competición es muy amplia, y sólo en las fases de salida alcanzan, por poco tiempo, valores casi máximos.

Las breves fases de relajamiento no bastan para conseguir una recuperación ni siquiera en grado mínimo. Por este

motivo, para evitar un rápido agotamiento es preciso que la frecuencia de los movimientos y la amplitud del esfuerzo empleado, sean óptimas y que estén bien coordinadas entre sí. Por causa del rápido agotamiento se pueden alcanzar solamente unos valores de esfuerzo de una amplitud menor que la amplitud máxima y, en el caso de cargas de mayor duración y de una amplitud máxima y, en el caso de cargas de mayor duración y de una amplitud mediana. Únicamente si la duración de la carga es inferior a los 10 segundos, se pueden realizar esfuerzos cercanos a aquellos esfuerzos máximos requeridos por el deporte o disciplina deportiva que se esté practicando. La diferencia en las demandas específicas de resistencia al esfuerzo rápido cíclico entre los diversos deportes y las diferentes disciplinas deportivas depende:

- del tipo y del volumen del ejercicio específico de la competición
- de la amplitud de la resistencia a vencer
- de la relación entre fase activa y pasiva de los ciclos de movimiento
- de la masa de la musculatura empleada
- de la frecuencia de los movimientos y de la duración de las cargas requeridas
- de la dinámica con que cambian las intensidades requeridas por la competición (al comienzo, durante, al final).

De esto dependen:

- la velocidad con que aumenta el esfuerzo, expresión de la componente de rapidez de cada esfuerzo
- el pico de esfuerzo y su posición en el gráfico de marcha esfuerzo-tiempo
- por cuanto tiempo se viene haciendo el esfuerzo máximo
- la duración del impulso.

Tanto en competición como en entrenamiento, las particularidades de los diversos deportes y de las diferentes disciplinas deportivas determinan una diferencia notable en las demandas de esfuerzo rápido y de su realización en diferentes deportes, como por ejemplo, en ciclismo, en carreras de medio fondo, en piragüismo, etc. y también entre las disciplinas de un deporte que se caractericen por sus diversos tiempos de duración. Todo esto influye notablemente también sobre la forma como se produce la energía necesaria (por vía aeróbica o por vía anaeróbica) para la prestación de resistencia al esfuerzo que se debe realizar.

Con la disminución de la velocidad de desplazamiento, baja notablemente la rapidez en el aumento del esfuerzo y se prolonga la duración del impulso. Si la carga se mantiene mucho a lo largo y la intensidad permanece uniforme (por ejemplo, en maratón), la característica del esfuerzo rápido

en cada ciclo de movimiento disminuye de tal forma que nos preguntamos si todavía se podrá utilizar la expresión **esfuerzo rápido**(2).

Las exigencias de Rafr en los deportes con movimientos cíclicos, no consideran solamente el aspecto específico de las competiciones. Se deben tener también en cuenta las demandas puestas en el entrenamiento, en cuanto hay ejercicios particulares de entrenamiento para los cuales es necesaria y debe ser desarrollada la resistencia al esfuerzo. Sobre todo en el llamado entrenamiento de la resistencia de base que en casi todos los deportes se desarrolla con cargas de duración superior a las de la competición, frecuencias más bajas y sollicitaciones metabólicas de tipo aeróbico o en el ámbito del umbral aeróbico-anaeróbico. Sin embargo, los esfuerzos pueden ser elevados y en algunos deportes alcanzan valores que se encuentran en la competición. El entrenamiento de la resistencia de base, puede ayudar eficazmente a la formación de las capacidades específicas de resistencia al esfuerzo, si dicho entrenamiento viene impuesto sobre el esfuerzo rápido.

#### La resistencia al esfuerzo en los movimientos acíclicos

Los movimientos acíclicos pueden exigir una resistencia coligada al esfuerzo máximo -en esfuerzos repetidos contra oposiciones máximas o casi máximas (del 80 al 100% del esfuerzo máximo)- o al esfuerzo rápido -en el caso de la repetición de esfuerzos dirigidos a vencer reiteradamente cortas oposiciones. Por ello, se debería distinguir entre resistencia al esfuerzo máximo (Rafm acíclica) y resistencia al esfuerzo rápido (Rafr acíclica). Sobre todo la resistencia al esfuerzo máximo tiene una importancia particular, ya que garantiza ese elevado volumen de entrenamiento que está basado sobre el esfuerzo máximo, que es un componente imprescindible del entrenamiento en muchos deportes(3). La resistencia al esfuerzo rápido (dinámico-acíclico) es importante para los ejercicios de competición y de entrenamiento que exigen un notable esfuerzo rápido: no solamente los deportes de esfuerzo rápido, sino también los juegos deportivos los deportes de combate, los deportes técnicos.

Un nivel elevado de Rafm o de Rafr pone al atleta en grado de afrontar demandas elevadas de esfuerzo máximo y de esfuerzo rápido, en entrenamiento y en competición, manteniendo estable la ejecución de sus movimientos; aumenta su capacidad de tolerar la carga de los ejercicios del mismo tipo; en el caso de un volumen de carga normal en una unidad de entrenamiento impide que el atleta se canse excesivamente y favorece los procesos de recuperación después de un trabajo de esfuerzo máximo o de esfuerzo rápido.

### **La resistencia al esfuerzo en los esfuerzos estáticos (Raf estática)**

En las condiciones en que se encuentran en la competición y en entrenamiento, la resistencia al esfuerzo estático se presenta de varias formas y con diversas exigencias en relación con el máximo esfuerzo isométrico. Por una parte tenemos esfuerzos repetidos o intermitentes como en el entrenamiento estático del esfuerzo o en el tiro; por otra, encontramos las cargas de larga duración requeridas para el mantenimiento de las posiciones en el patinaje de velocidad o en el esquí alpino. La repetición de tensiones musculares máximas, es por el contrario típica de cada fase del levantamiento de pesos, de algunos elementos motores de la gimnástica y de algunas presas de la lucha libre y del judo. La demanda de esfuerzos estáticos en el tiro y en el patinaje de velocidad está caracterizada por una baja intensidad. La fuerza debe estar disponible para su empleo en repetidos esfuerzos estáticos aun en los más imprevistos, al nivel necesario para fijar los movimientos de competición, o debe aumentar a medida de las exigencias, con el crecimiento de las fuerzas externas (fuerzas centrífugas) hasta el valor límite del esfuerzo estático y esto ha de ser realizable para toda la duración de la carga (contracciones de una cierta duración, esfuerzos repetidos, etc.).

### **RELACION ENTRE RESISTENCIA AL ESFUERZO Y OTROS FACTORES DE LA PRESTACION**

Ya hemos dicho que las estrechas relaciones existentes entre resistencia, esfuerzo máximo y esfuerzo rápido son el criterio esencial de la capacidad de resistencia al esfuerzo. En las relaciones entre esfuerzo y resistencia tenemos también la rapidez cuando las oposiciones al movimiento que se deben superar son relativamente escasas o cuando se debe realizar un rápido aumento del esfuerzo para superar oposiciones más elevadas.

Las relaciones entre **técnica deportiva** y resistencia al esfuerzo, influyen tanto en la calidad de la realización como del potencial de esfuerzo de la cadena muscular responsable del movimiento en un ejercicio motor específico (grado de transformación, economía), como en la estabilidad del movimiento, para la duración total de la carga (Sust, Schlossmacher 1985). El cansancio no sólo disminuye los parámetros de fuerza; también la calidad de los movimientos sufre la influencia de la fatiga y empeora cada vez más, a medida que se continúa en la ejecución de la carga. Así pues, desde el punto de vista metodológico, el entrenamiento de la resistencia al esfuerzo debe estar elaborado de tal forma que la precisión de los movimientos quede inalterada aun en caso de cargas fatigosas y de gran volumen.

El potencial de resistencia al esfuerzo puede ser eficazmente transformado en ejercicios, sólo si por medio de un entrenamiento multilateral de resistencia al esfuerzo, viene estabilizado el equilibrio artromuscular. En efecto, los desequilibrios musculares también disminuyen la calidad del movimiento.

Las relaciones entre técnica deportiva y Raf son cuidadosamente respetadas sobre todo en el entrenamiento de la resistencia específica al esfuerzo, por que no siempre en las formas de cargas utilizadas, es posible respetar la estructura original del movimiento específico de competición, y se presentan determinados cambios en la estructura cinemática y dinámica. Por esto las condiciones de la carga, para el entrenamiento de la Raf, están construídas de tal forma que se excluyan, para que las desviaciones estructurales negativas ejerzan una influencia sobre las condiciones propias de la competición. Desde el punto de vista metodológico es absolutamente necesario que todas las formas de carga usadas para el entrenamiento de la resistencia al esfuerzo, estén de acuerdo con las condiciones del movimiento empleado en la competición, así como es absolutamente necesario que todo el entrenamiento de la resistencia al esfuerzo, se oriente de forma compleja sobre ejercicios que se han de realizar en la competición.

Si pasamos a las relaciones entre **resistencia al esfuerzo y táctica deportiva**, veremos que son estrechas y evidentes, sobre todo en los ejercicios de competición que estén señalados por una exigencia de resistencia que sea elevada. Esto se refiere no solamente a los deportes de resistencia, en los que estas relaciones son particularmente evidentes, sino también a los juegos deportivos, a los deportes de combate y a algunas otras disciplinas. No sólo se debe disponer de una resistencia al esfuerzo de un nivel elevado para toda la duración de la competición, sino que ésta debe también hacer posibles las acciones tácticas o técnico-tácticas específicas; por ejemplo, las escapadas al comienzo o al final de una carrera, la superación de los desniveles en determinados deportes (marathón, esquí de fondo), la capacidad de afrontar y superar situaciones que requieran resistencia al esfuerzo, como en la lucha y en el judo, etc...

Una influencia muy importante sobre el nivel de las acciones de resistencia al esfuerzo, es la que viene ejercida por los **procesos de control de la voluntad** (claridad en cuanto al fin que se quiere alcanzar, motivación, capacidad de entrega y de superación). El incremento del esfuerzo de voluntad, está sostenido mediante instrucciones claras sobre la forma de obrar para mantener los valores de esfuerzo que se han asignado en los gráficos de la marcha esfuerzo-tiempo, sobre frecuencias de los movimientos, etc., y usando métodos de control inmediatos (uso de aparatos especiales, control del impulso y de la velocidad en el entrenamiento).

En las acciones de resistencia al esfuerzo, el atleta debe batirse contra la fatiga. La fuerza de voluntad necesaria para seguir realizando un largo esfuerzo óptimo, se puede lograr con bastante eficacia, usando formas de competición en el entrenamiento.

#### 4. RELACIONES ENTRE RESISTENCIA AL ESFUERZO Y METABOLISMO MUSCULAR

EL carácter de las relaciones entre resistencia al esfuerzo y el metabolismo muscular está determinado por:

- 1- el tipo y la amplitud de los esfuerzos
- 2- la duración de las contracciones
- 3- la frecuencia de las contracciones, y en los movimientos cíclicos también por la frecuencia de los movimientos.

En la **Contracción estática**, las contracciones musculares que superen al 20% de la fuerza máxima (Fm) pueden ser mantenidas por un tiempo muy inferior al de las contracciones menores de un 20%, debido a que los vasos sanguíneos arteriales son presionados progresivamente por las compresiones musculares y el aporte de oxígeno y de substratos queda disminuido, si no directamente interrumpido (Hettinger 1986). En la **contracción dinámica**, la alternancia rítmica entre **contracción** y **relajamiento** permite el abastecimiento de oxígeno durante la fase de relajamiento gracias al aflujo de sangre al músculo. Desde el punto de vista energético, si las frecuencias son bajas, y las fases de relajamiento son relativamente largas, también las cargas con un esfuerzo bastante elevado pueden ser sostenidas por el metabolismo aeróbico. Sin embargo, en el caso de esfuerzos elevados y frecuencias altas de movimiento, también en las cargas de duración media y breve viene solicitado el metabolismo del ácido láctico o anaeróbico-ácido láctico (tabla 1), como sucede en los ejercicios de resistencia al esfuerzo rápido de las disciplinas del sprint (periodo corto de esfuerzo) y en los ejercicios de resistencia de breve y media duración.

Forma de la carga (duración de la carga)	Arrancadas, fases de salida, finales de competición	Cargas de breve duración	Cargas de media duración	Cargas de larga duración
Ejercicio de esfuerzo rápido en % Frecuencia de los movimientos Metabolismo	Entre 100 y 95% máxima Anaeróbico ácido-láctico	Entre 95 y 90% Inferior a la máxima Anaeróbico ácido-láctico	Entre 90 y 60% Elevada Anaeróbico-aeróbico	Por bajo de 70% De media a moderada - prevalentemente aeróbico
* 100% corresponde al esfuerzo máximo posible para el deporte a la disciplina considerados, sin que sobrevenga la fatiga. Los datos porcentuales se refieren a valores de distancia media. No se ha tenido en cuenta las variaciones en los esfuerzos provocados por razones tácticas (salida, arrancadas, final de competición)				

Tabla 1- Relaciones entre capacidad de esfuerzo y de resistencia en diversos tipos de ejercicios.

En el caso de cargas de competición de duración más larga, la prestación elevada de resistencia al esfuerzo rápido requiere la intervención prevalente del metabolismo aeróbico o del aeróbico-anaeróbico y a esto vienen adaptadas la amplitud de los esfuerzos y la frecuencia de los movimientos. Por esto la resistencia al esfuerzo rápido tiene unas relaciones bioenergéticas bastante precisas, que deben ser respetadas en una medida adecuada usando formas específicas de carga, cuando se busca el formar esta capacidad en los deportes con movimientos cíclicos.

### 5. LA COORDINACION INTER E INTRAMUSCULAR

Para la variedad de relaciones entre esfuerzo y capacidad de resistencia, los ejercicios de resistencia al esfuerzo ponen unas exigencias muy diversas a la coordinación inter e intramuscular. Junto a la especificidad de la demanda de resistencia es determinante la tipología de los esfuerzos (trabajo muscular estático o dinámico, relación con la fuerza muscular ( $F_m$ ) o la fuerza rápida).

Los ejercicios estáticos de resistencia al esfuerzo, activan sobre todo las fibras de contracción lenta ( $Stf$ ) que están predispuestas para acciones de resistencia. Lo mismo sucede si se repiten esfuerzos máximos cuando los movimientos vienen efectuados con escasa explosibilidad y, voluntariamente, con poca velocidad. En esta zona de intensidad, la demanda de elevados volúmenes de resistencia refuerza la acción de puesta en funcionamiento de la fibras de contracción lenta, con respecto a las de contracción rápida. Los **esfuerzos máximos dinámicos** con una velocidad de movimiento voluntariamente sostenida a una altura óptima, ponen en acción a uno o a otro tipo de fibras. Así pues, un entrenamiento del esfuerzo máximo, que también tenga un efecto de mejoramiento de la resistencia, por ejemplo, para el incremento de la prestación en ciertos deportes de resistencia (piragüismo, ciclismo), va seguido con formas de carga tales que permitan un esfuerzo muscular rápido.

Los **ejercicios cíclicos de esfuerzo rápido** ponen diversas solicitaciones a las fibras musculares, dependiendo de las particularidades de cada deporte y de la duración de la carga. Así, si en las disciplinas de velocidad, breves y largas dominan también las fibras musculares de contracción rápida en las componentes de resistencia, en los deportes de resistencia con el aumento de duración de la carga, este dominio pasa a las fibras de contracción lenta. No obstante, también en la mayor parte de las disciplinas de resistencia, el desarrollo de los resultados tiende a un notable mejoramiento de los esfuerzos rápidos. Por esto es cada vez más necesario -por lo menos en las disciplinas de resistencia de breve y de media duración y para formar la capacidad de escapada



en las cargas de larga duración- el poner en funcionamiento también a las fibras musculares de contracción rápida disponibles. Como consecuencia, en los entrenamientos de la resistencia al esfuerzo rápido el atleta se debe orientar hacia una elevada rapidez de movimiento en cada acto motor. Las formas de carga que sean elegidas deben tener en cuenta dicha exigencia; esto es, deben permitir que se reproduzca la estructura dinámica y temporal del movimiento de competición y aquellos picos de fuerza que correspondan al ejercicio previsto sobre la distancia de competición o fracciones de esta distancia.

La demanda de resistencia a movimientos de esfuerzo rápido, exige una gran precisión en la coordinación de movimientos. No solamente deben ser controlados los músculos que son necesarios para la ejecución del movimiento. Por este motivo, el trabajo coordinado de los músculos sinérgicos que realizan el movimiento, es tan importante como la coordinación entre músculos antagonistas y músculos sinérgicos.

Las prestaciones de resistencia al esfuerzo en los ejercicios cíclicos requieren la activación nerviosa de un número óptimo de unidades motoras en cada ciclo de movimiento. Esto quiere decir que las tasas de sincronización y de funcionamiento de los músculos están limitadas lo más que se puede, para poder tener a disposición unidades motoras de reserva que garanticen la resistencia a la fatiga. Los movimientos que requieren un esfuerzo elevado, si no máximo, contradicen esta exigencia, por lo que es indispensable la organización de un proceso sistemático de aprendizaje y de mejoramiento de la técnica deportiva, para estar en grado de obtener y mantener la necesaria economía en los esfuerzos musculares. Para ello se utilizan formas de carga que permitan un esfuerzo sistemático aumentado que se pueda emplear en las repeticiones de la carga en una unidad de entrenamiento o en un trecho de una determinada fase de carga, usando el método de intervalos o el de repetición, como también una alternancia en los esfuerzos (entrenamiento de contraste), mejorando así sistemáticamente la sensibilidad de los analizadores y el entendimiento de la aplicación racional de unos esfuerzos elevados.

#### Notas

1 -En su texto (Biomecánica de los movimientos deportivos, ed. Nueva atlética del Friuli 1983), G. Hochmuth y H. Gundlach utilizan el concepto de **entrenamiento de la resistencia al esfuerzo** para definir un sector específico del entrenamiento del esfuerzo.

2 -Las capacidades condicionales requeridas en algunas

disciplinas de larga duración, con respecto a aquellas de duración media o breve de los deportes de resistencia permitirían hablar de **resistencia al esfuerzo lento**. Pero no nos debemos engañar, ya que un aumento de la velocidad, también en estas disciplinas exige que nos acerquemos a las características del esfuerzo rápido.

3 -Se puede hablar de resistencia al esfuerzo máximo, sólo si se requiere prolongar los esfuerzos que van del 80% al 100% de la fuerza estática máxima.

Traducido de "Theorie und Praxis der Körperkultur", nº 5, pags. 335-359 título original: Kraftausdauer und Kraftausdauertraining.

Los autores D. Harre y W. Leopold, son docentes del Instituto Superior Alemán de Cultura Física. Lipsia.

---

#### **METODO DE INTERVALOS, METODO DE LA REPETICION, UNIDAD DE ENTRENAMIENTO**

**Método de intervalos:** Según la terminología usada en el trabajo de Harre, se trata de un método de entrenamiento que se emplea para el desarrollo de las capacidades de resistencia en aquellos ejercicios deportivos en los cuales, la energía necesaria viene producida por medio del metabolismo aeróbico o del anaeróbico. Las principales variables que permiten controlar las cargas requeridas son la intensidad (velocidad o frecuencia de movimientos y de esfuerzo), la duración de cada carga (expresada en unidades de tiempo, distancia recorrida, número de repeticiones en una serie), la duración del intervalo de recuperación, su planteamiento, y el volumen global de las cargas requeridas en una unidad de entrenamiento. Además de la alternancia entre fases de carga y de recuperación, en la unidad de entrenamiento son determinantes estas características:

1 - La intensidad de la carga alcanza sólo valores submáximos y puede ser garantizada desde el punto de vista energético, por la vía aeróbica-anaeróbica.

2 - El intervalo es de tal longitud que la recuperación no es completa, los valores cardio-circulatorios quedan a un nivel elevado por el cual se garantiza un abastecimiento de oxígeno óptimo hasta el comienzo de la carga sucesiva.

Según la duración de cada carga, como norma el intervalo

dura de 15 a 90 segundos. Las intensidades que se requieren determinan la dirección principal del efecto de entrenamiento, y las otras variables le son subordinadas. Por esto vienen dosificadas según la intensidad, la capacidad de esfuerzo de los atletas y de los ejercicios de entrenamiento. El valor de la intensidad de los movimientos permite distinguir varios grados de intensidad, por lo que se habla de **método a intervalos extensivo**, basado sobre un elevado número de repeticiones y bajas intensidades, o **intensivo**, basado sobre intensidades relativamente elevadas y un número bajo y relativo de repeticiones. Si el criterio de clasificación utilizado es el de la duración de las cargas, se habla de **método a intervalos de breve duración**, en el cual se usan cargas de 15 segundos a 2 minutos, de **media duración**, en el que las cargas son de 2 a 8 minutos, y de **larga duración**, en el cual las cargas van de 8 a 15 minutos. La gran posibilidad que existe, de variar en el planteamiento de las cargas, hace del método a intervalos un método aplicable a la resolución de muchos problemas del entrenamiento condicional ligado a la formación técnica y técnico-táctica. Por este motivo se viene usando principalmente para formación de la resistencia general de base y de la resistencia al esfuerzo rápido; pero también se puede utilizar directamente para la formación de la prestación en las competiciones de media y de larga duración.

**Método de la repetición:** Según la terminología de Harre, se trata de un método de entrenamiento usado para el desarrollo de la capacidad de esfuerzo máximo, de esfuerzo rápido, de rapidez y de resistencia en los ejercicios deportivos en los que la energía necesaria está producida sobre todo por mediación del metabolismo anaeróbico. Las principales variables que permiten controlar las cargas requeridas son la intensidad (esfuerzo, frecuencia y velocidad de los movimientos), la duración de cada carga, la duración de los intervalos de recuperación, y el volumen global de las cargas requeridas en una unidad de entrenamiento. Además de la alternancia entre fases de carga y de recuperación, en la unidad de entrenamiento están determinandas las siguientes características:

1 - La intensidad de los movimientos alcanza valores máximos o casi máximos, para los cuales, la energía necesaria para las cargas requeridas puede ser suministrada principalmente a través del metabolismo anaeróbico.

2 - El intervalo entre las diferentes cargas, dura como regla varios minutos. Los valores cardiocirculatorios vuelven casi al nivel de partida, quedan casi del todo eliminados el déficit de oxígeno y la acumulación de lactato muscular. Sin embargo, debe mantenerse un nivel óptimo de activación del sistema nervioso central. Una variante especial de este método está constituida por la elaboración de una serie de cargas

individuales separadas por intervalos brevísimos, con pausas mucho más largas entre las series.

Con esto se considera el incremento de la capacidad de compensación y de tolerancia de las cargas de tipo anaeróbico. En los ejercicios cíclicos de competición (ejecución de sprint, y de media y larga duración) se requieren velocidades que correspondan a las velocidades previstas para la distancia de la competición o para distancias inferiores. Si se utiliza el ejercicio de competición, este método sirve para la formación compleja de la prestación para la competición.

**Unidad de entrenamiento:** es la forma organizativa del trabajo educativo y de preparación realizado en el entrenamiento. Cada unidad de entrenamiento es un conjunto cerrado desde el punto de vista de su contenido, de su organización, y de su duración, y es la componente fundamental, la unidad constitutiva del proceso de entrenamiento. Se caracteriza por unos objetivos y unas tareas formativas y educativas bien precisas, y por la utilización de medios, métodos y formas de organización del entrenamiento, a ellos correspondientes. Los fines que se han de alcanzar son obtenidos en base a los niveles superiores de programación del entrenamiento (esto es, se obtienen de los planes establecidos para un determinado periodo de entrenamiento, o del plan general de entrenamiento). Su estructura interna viene determinada por los resultados que se desea obtener con ella y de las tareas relativas que de esto se derivan, teniendo en cuenta sus aspectos pedagógicos, fisiológicos y metodológicos. A menudo suele subdividírsela en tres partes: introductiva, principal y final. Según sean los ejercicios, a menudo la parte principal viene a ser ulteriormente subdividida. La unidad de entrenamiento debe estar planteada de tal forma, que las tareas que hayan de realizarse sean medibles y controlables. Por esto en el centro de su elaboración se ponen solamente algunos ejercicios fundamentales, obtenidos de un área de ejercicios mucho más vasta (por ejemplo, mejoramiento de la técnica, desarrollo de la capacidad de esfuerzo, etc..).

---

## **La resistencia al esfuerzo (2ª parte)**

**Por: Dietrich Harre, Winfried Leopold (LIPSIA)**

Traducido de Revista di Cultura Sportiva (CONI) Anno VI, Nº 10,  
1987 pag. 46 - 49

## La resistencia al esfuerzo (2ª parte)

### LA RESISTENCIA AL ESFUERZO

*Definición de la capacidad de resistencia al esfuerzo y principios fundamentales de su entrenamiento.*

### LAS CARACTERISTICAS DEL ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA AL ESFUERZO

La tipología de las cargas usadas para el entrenamiento de la resistencia al esfuerzo, está extremadamente diversificada, dependiendo de las relaciones entre resistencia y fuerza existentes en los diversos deportes y del tipo de ejercicio requerido en el entrenamiento. Aunque se diferencian entre sí, las formas de carga usadas para el entrenamiento de esta capacidad tienen características comunes:

1. No se utilizan solamente ejercicios especiales, que forman y desarrollan la resistencia al esfuerzo de ciertos distritos musculares, sino también el ejercicio específico de la competición, que tiene una acción más global. Los **Ejercicios especiales** desarrollan más tareas. En efecto, si por un lado es necesario acentuar el entrenamiento de aquellos músculos y distritos musculares que desempeñan el trabajo principal en el ejercicio de la competición, por otra parte se usarán también ejercicios especiales para desarrollar aquellos músculos y sectores musculares que se podrían debilitar, para evitar así desequilibrios musculares fáciles de producirse con un entrenamiento especial desproporcionado. Una preparación con carácter de resistencia al esfuerzo es también necesaria para los músculos más solicitados en la preparación de carácter general y en la recuperación activa. Sobre todo la musculatura del pie y la de la pierna, que fija las articulaciones del pie. La capacidad de carga y de resistencia al



esfuerzo de esta musculatura es indispensable para usar de forma efectiva dos medios de entrenamiento de carácter general muy importantes en todos los deportes: la carrera y los juegos deportivos. No son en fin olvidados los ejercicios especiales para el reforzamiento y el desarrollo de la resistencia al esfuerzo de los músculos abdominales, de los dorsales y de los glúteos, que fijan la columna vertebral, y de cuya capacidad de tolerar la carga depende la eficacia del uso de ejercicios seguidos con intensidad elevada, tales, por ejemplo, los ejercicios con el balancín.

Los **ejercicios específicos de competición**, usados aplicando las diversas modalidades de sollicitación del entrenamiento de la resistencia al esfuerzo (número de ejercicios en la serie, magnitud de las sobrecargas; duración de la carga, distancia recorrida; frecuencia y velocidad de los movimientos, etc.) sirven para desarrollar la acción coordinada de todos los músculos de la cadena cinética que participa en la ejecución de los movimientos de competición y a mejorar la precisión de su control neuromuscular (técnica de competición). Con el aumento de la capacidad de prestación, las cargas basadas en uso del ejercicio de competición vienen a ser cada vez más importantes.

2. Los parámetros de la resistencia usada se deben corresponder con aquellos de la prestación específica de resistencia al esfuerzo que se ha de desarrollar. Esto también es válido para otros parámetros de la intensidad, por ejemplo, la velocidad de movimientos, la marcha de la curva fuerza-tiempo. Pero en los mesociclos y en los microciclos dedicados a la elaboración o al consolidamiento de la capacidad de carga del sistema motor y de sostén, en los que se usan volúmenes de entrenamiento relativamente elevados y crecientes, es oportuno exigir intensidades menores.

3. El volumen de entrenamiento, con las intensidades citadas en el punto 2. debe ser relativamente elevado y aumentar sistemáticamente. De este modo se produce un dispendio energético bastante intenso y procesos de agotamiento. El desarrollo de la componente de resistencia se obtiene sólo si el estímulo de entrenamiento aplicado obliga al atleta a realizar un esfuerzo para superar las dificultades psíquicas y físicas producidas por la fatiga. Este estado de agotamiento, necesario para mejorar la componente de resistencia es una constante de cada unidad de entrenamiento dirigida al desarrollo de la resistencia al esfuerzo.

4. La fatiga puede alterar notablemente la coordinación de los movimientos y disminuir la intensidad (velocidad) de las contracciones musculares, disminuyendo la eficacia del entrenamiento. Por esto, el atleta se debe esforzar en mantener la precisión de los movimientos y de garantizar el neces

rio nivel de rendimiento muscular. El volumen de entrenamiento debe ser temporalmente limitado, si el atleta no alcanza a mantener los parámetros de intensidad y la calidad de los movimientos necesarios.

### **LOS EJERCICIOS ESPECIALES EN FORMA DE CIRCUITO PARA EL ENTRENAMIENTO DE BASE EN LA RESISTENCIA AL ESFUERZO**

El entrenamiento de base de la resistencia al esfuerzo, realizado en forma de "circuit training" (entrenamiento en circuito) es un estadio preliminar del entrenamiento específico de esta capacidad en cada etapa de la formación del atleta y en cada ciclo periódico. Pero es también una forma de la carga en todos los periodos de entrenamiento. Su finalidad es de aumentar la capacidad de carga y de resistencia al esfuerzo de determinados sectores musculares y de los elementos del sistema motor y de sostén ligados con ellos(1).

Por su naturaleza el entrenamiento en circuito es un entrenamiento de la resistencia al esfuerzo rápido en el que se usa un patrimonio multilateral de ejercicios con sobrecargas de tipo medio. Las variables de las cargas están representadas por los ejercicios físicos; por la magnitud de las resistencias a superar; velocidad y frecuencia de movimientos; número de sus repeticiones por serie; intervalos de recuperación entre los ejercicios y entre los distintos pasos del circuito; del número de estos pasos y por consiguiente, del total de las repeticiones de los movimientos (Scholich 1979).

#### **Los ejercicios físicos**

Para construir un programa de entrenamiento, se eligen de 8 a 12 ejercicios de tipo multilateral, que soliciten sobre todo a los tensores y flexores de las extremidades y del tronco, en una sucesión tal, que se interesen sectores musculares y articulares diferentes. Además de los ejercicios con sobrecargas (balancines, manubrios, balones medicinales) o con máquinas para el entrenamiento de la fuerza (por ejemplo pesas) se usarán ejercicios de carga natural o con un compañero. Cada ejercicio está realizado en sucesión; después de una serie de un ejercicio se pasa al siguiente. El continuo cambio de los sectores musculares y articulares solicitados, permite aplicar intervalos de recuperación muy breves entre las distintas series. Por ello las sollicitaciones a cargo de las articulaciones, de los ligamentos y de la musculatura tienen un carácter intermitente, mientras que las del sistema cardiocirculatorio son relativamente continuas, aunque con altibajos provocados por el diverso grado de sollicitación producido por ejercicios de diversa intensidad.

Efectuada la primera serie de todos los ejercicios (esto es,



un **paso** del circuito) se vuelve a empezar partiendo del ejercicio inicial, repitiendo el circuito una o más veces.

Después de haber repetido el programa de entrenamiento elegido durante algunas semanas, se incrementa la carga aumentando la dificultad de los ejercicios o sustituyendo estos por otros más fatigosos. El cambio de los ejercicios garantiza el carácter multilateral de esta forma de entrenamiento y constituye además un modo de obtener una eficacia óptima en el entrenamiento de la resistencia al esfuerzo.

### Amplitud de las sobrecargas

Las sobrecargas elegidas, como norma, debieran llegar a 50-75 Mr.(2) (Mr= máximo de repeticiones). A una frecuencia media de movimiento esto corresponde a una sobrecarga del 30 al 50% de la prestación de fuerza máxima (Fm), fácilmente determinable mediante el uso de manubrios, balancines y máquinas para el desarrollo de fuerza. Estas sobrecargas permiten un número de series elevado, en las que no sólo se desarrolla de forma óptima la capacidad de carga, sino que se puede usar una rapidez de movimiento relativamente elevada. Para los atletas principales de las categorías juveniles, y para los adultos poco entrenados esto constituye un estímulo, tanto en el esfuerzo rápido como en el esfuerzo máximo. En los programas de un entrenamiento a circuito se pueden introducir también ejercicios con sobrecargas superiores al 60% de la Fm. Generalmente se trata de ejercicios para músculos menores o para la musculatura del troco en los cuales las condiciones de ejecución no permiten un gran número de repeticiones.

### La velocidad del movimiento

Para garantizar un efecto real del entrenamiento de la resistencia con contracciones rápidas y potentes (resistencia al esfuerzo rápido) en todos los ejercicios y en todas sus repeticiones, el atleta debe apuntar a conseguir una rapidez ejecutiva mínima no inferior a la de la competición, si no quiere habituar la musculatura a un tipo de contracción lenta que disminuirá el rendimiento. Esto se debe tener en cuenta al determinar el volumen de la carga, sobre todo el número de repeticiones de las series.

### La frecuencia de los movimientos

Se debe dosificar cuidadosamente. En la preparación de los **ejercicios cíclicos de competición** deberían coincidir con los requeridos en la competición, pero esto no siempre es posible. Por esto, un criterio esencial para su elección es el tener en cuenta cual ha de ser el requerimiento al metabolismo. Si la frecuencia de movimientos necesaria para seguir el

número de repeticiones asignado, en el tiempo establecido, se acerca al máximo posible para ese determinado ejercicio de entrenamiento, a menudo se provoca una intensa activación de los procesos metabólicos anaeróbicos. En estos casos se han encontrado unos valores de lactato entre 8 y 12 mmol/l. Esta forma de entrenamiento en circuito, se presta bien a estimular el metabolismo anaeróbico y a mantener la capacidad de la musculatura de contraerse a un nivel elevado aunque con tasas notables de acidosis, como viene requerido en varios deportes en los que se determinan situaciones en las que es preciso efectuar escapadas (fases de salida, escapadas intermedias, finales de competición). Sin embargo, más a menudo el objetivo es el desarrollo de la capacidad aeróbica. En este caso, en la mayor parte de los ejercicios la frecuencia de los movimientos debe ser tal, que permanezca siempre al límite del umbral anaeróbico. El camino más seguro para determinar este umbral óptimo es seguir unos test, ejercicio por ejercicio. De todos modos, según datos que hemos recopilado, si la carga tiene una duración media de 45 segundos; la frecuencia mejor va del 40 al 70% de la frecuencia máxima obtenible en una carga de esta duración. Las frecuencias posibles vienen determinadas sobre todo por el tipo de ejercicio físico que se emplee y también por la capacidad individual del atleta.

### Número de repeticiones en una serie

La magnitud de una serie, esto es, el número de repeticiones del movimiento que se efectúe, depende entre otros factores de la medida de la sobrecarga y de la frecuencia elegida y también del tipo de tarea. Generalmente, la duración de la carga es de 30 a 90 seg. y se exigen de 20 a 40 repeticiones. Se evitará el repetir las series hasta el agotamiento ya que esto provoca frecuentemente defectos notables en la ejecución del ejercicio, hacen perder fuerza y rapidez de movimientos y habitúa la musculatura a reaccionar con lentitud.

### Los intervalos de recuperación

El cambio continuo de los sectores musculares requeridos, permite unos intervalos de recuperación muy breves. Si para la fase de recuperación se utilizan las mismas Fc empleadas para el método a intervalos, en el cual la recuperación se ha de interrumpir cuando se vuelve a unas frecuencias de 120 a 140 pulsaciones/min., se garantiza una capacidad de carga elevada. La recuperación, sin embargo, puede prolongarse entre una y otra fase del circuito y se utilizará para relajar la musculatura que se haya usado intensamente. Es importante que las necesidades individuales de recuperación queden completamente satisfechas antes de comenzar otra nueva fase del circuito. Si se supone que se va a producir un valor elevado de lactato después de una ejecución extrema

damente intensa de los ejercicios, será conveniente que los intervalos entre las fases sean relativamente largos, puede ser su duración hasta de 12 min. y también es conveniente emplear formas de recuperación activa que permitan la disminución de la tasa de ácido láctico en los músculos.

### El volumen global

Para determinar este volumen, debemos basarnos en la capacidad de prestación y de carga del atleta. Un valor orientativo para atletas del sector juvenil es de 600 a 800 repeticiones.

### El aumento de las cargas en el entrenamiento en circuito

Si se utiliza un número adecuado de unidades semanales de entrenamiento, se obtiene un desarrollo relativamente rápido de la resistencia al esfuerzo rápido y de la capacidad de carga. Ya al cabo de cinco a diez unidades de entrenamiento, la capacidad de prestación aumenta notablemente: el atleta se cansa menos y se recupera con más rapidez. Por esto, se buscará primero el aumentar la frecuencia de las repeticiones de cada ejercicio; después, de reducir la duración de los intervalos de recuperación. El tiempo que se necesita para su programa de entrenamiento disminuye. Para conseguir un aumento de carga que garantice un efecto de adiestramiento máximo, se puede disponer de todas las variables de la carga, regulándose en base al objetivo que se desee alcanzar. Generalmente los objetivos más importantes son el desarrollo de la capacidad de carga y el de la componente de resistencia. Por esto, al principio o se aumenta el número de fases o se añaden otros ejercicios que integren el programa de entrenamiento elegido. El aumento de la fuerza y de la resistencia de la musculatura, permite después un aumento de la entidad de las sobrecargas. La frecuencia de los movimientos vendrá aumentada sólo cuando sea evidente la adaptación del sistema cardiocirculatorio y metabólico. Para controlar esto, se pueden efectuar frecuentes medidas del lactato; pero de todos modos el atleta deberá medir a menudo su frecuencia cardiaca, obteniendo también información sobre la posibilidad de disminuir su tiempo de recuperación.

El entrenamiento en circuito, como forma típica del entrenamiento de base del esfuerzo, después de un cierto periodo se va modificando de forma tal que sea posible el paso inmediato a cargas cercanas a las pedidas por la competición, si este objetivo no se debe desarrollar con el entrenamiento específico de resistencia al esfuerzo. Por ejemplo, para ello puede ser reproducido el mismo tipo de requerimiento del metabolismo anaeróbico, producido por cargas de competición de breve o de media duración, regulando además adecuadamente la frecuencia de los movimientos y la longitud de las

series. En este caso, las otras variables de la carga vendrán subordinadas a esta exigencia.

### El entrenamiento especial de la resistencia al esfuerzo

La expresión **entrenamiento especial de la resistencia al esfuerzo** comprende todas aquellas formas de carga en las que se utiliza el movimiento de competición, y algunos de sus elementos o movimientos parciales, caracterizadas por oposiciones muy cercanas a las que se emplean en el entrenamiento de fuerza/esfuerzo rápido y con una **elevada demanda de resistencia**. Su objetivo central es de mejorar las relaciones entre capacidad de esfuerzo y de resistencia, pero pueden contribuir al incremento de la prestación específica de esfuerzo. El entrenamiento **especial** de la resistencia al esfuerzo sirve para preparar directamente al atleta para la prestación que tendrá que dar en la competición (resistencia al esfuerzo máximo o al esfuerzo rápido). Además, en todos los deportes, sirve para aumentar la capacidad de carga en el entrenamiento especial.

Si se unen movimientos y condiciones de carga muy cercanos a los de la competición, se garantiza la formación de la resistencia al esfuerzo pedida por la competición, y con ella de todos los otros factores de la prestación y de sus presupuestos biológicos y psíquicos. Las principales variables de una planificación con miras a este entrenamiento son: los ejercicios, la magnitud de las resistencias, la frecuencia y velocidad de los movimientos, la duración de la carga, el volumen total y la duración y planteamiento de los intervalos de recuperación. (consultar el cuadro recopilativo de la tabla 1).

### Los ejercicios

Para el entrenamiento especial de la resistencia al esfuerzo se utiliza el ejercicio de competición o sus elementos, con los que se busca realizar una prestación elevada de resistencia al esfuerzo. Se pueden emplear también aparatos especiales que imitan el movimiento de competición (cintas transportadoras regulables, cicloergómetros, etc.).

### La amplitud de las resistencias

Las resistencias que se utilizan corresponden al resultado que el atleta se propone alcanzar.

En los **deportes de resistencia** y en las **disciplinas de sprint**, así como para el desarrollo de la resistencia al esfuerzo en los movimientos cíclicos de otros deportes (por ejemplo, la prestación de carrera en los juegos deportivos) se elaboran unas condiciones de entrenamiento que permitan esfuerzos

mayores que los que permite la capacidad actual del atleta y eventualmente además, una más rápida movilización del esfuerzo. Si a esto se le unen unas exigencias elevadas de resistencia, se actuará sobre la componente del esfuerzo rápido, o sobre la de la resistencia. Algunas de estas condiciones -que vienen valoradas de modo diverso según las particularidades de los diferentes deportes son, por ejemplo:

- Una velocidad mayor que la de la competición, pero con un recorrido menor, con acentuación de los esfuerzos rápidos;
- el uso de resistencias al movimiento mayores que en la competición (resistencias frenantes, aumento del rozamiento y de la resistencia del aire y también del peso corporeo con el empleo de chalecos y cinturones pesantes, etc.);
- aumento de la superficie de impulso.

Como se ve, los medios empleados son los mismos que en el entrenamiento del esfuerzo rápido, que provocan tensiones musculares elevadas y un reclamo fuerte de las unidades motoras que no se obtiene automáticamente. El atleta debe estar obligado a realizar grandes esfuerzos, que realizará sólo si se le ponen objetivos claros y controlables. Esto es, el atleta debe realizar determinados ejercicios, por ejemplo, obtener tiempos precisos pedaleando, corriendo, nadando, etc., con una cierta frecuencia de movimientos. Con atletas que tienen el mismo nivel de resultados en el entrenamiento, el uso de formas de competición puede servir para mejorar los procesos de control de la voluntad que sirven para mantener los niveles necesarios de esfuerzo, aun en condiciones de cansancio.

Si el objetivo central que se ha de conseguir es el mejoramiento de la relación entre velocidad elevada -con esfuerzos notables- y la resistencia a altas frecuencias de movimiento, es necesario que las demandas de resistencia vengan unidas a velocidades mucho más elevadas que aquellas de la competición, como las que se obtienen con el uso de aparatos que disminuyen la resistencia del aire o que "arrastran" al atleta.

La coordinación y los parámetros de la técnica pueden ser perturbados por estas variaciones de las resistencias al movimiento, por lo que se podrían reforzar también errores eventuales. Por esto, tales variaciones serán mantenidas dentro de límites determinados por una parte, de las condiciones de entrenamiento y por otra, de las capacidades de prestación del atleta. Al elegir las formas de carga y los medios de entrenamiento se tendrá en cuenta la capacidad del atleta de tolerar la carga y de adaptar y transformar los movimientos. El atleta debe ser físicamente y psíquica-

mente capaz de realizar la carga que se le ha requerido. La posibilidad de eventuales alteraciones de la estructura del movimiento, hace que sea útil ligar el entrenamiento especial de la resistencia al esfuerzo a ejercicios de perfeccionamiento de la técnica.

La exigencia de acordar la intensidad requerida (entendida como magnitud de la posición que hay que superar) con las condiciones específicas de la competición, hace a la metodología del **Entrenamiento de la resistencia al esfuerzo máximo** muy parecida al entrenamiento del esfuerzo máximo. Lo mismo ocurre para el **entrenamiento de la resistencia al esfuerzo rápido** para la preparación de movimientos acíclicos, en competición o en entrenamiento. Su metodología es muy similar a la del entrenamiento del esfuerzo rápido, de cuya intensidad no se diferencia. La única particularidad metodológica es que se controlan a voluntad los límites de la fatiga, superándolos ligeramente. Para ello se usa el máximo número posible de series, o un número casi máximo de repeticiones. También se puede aumentar la densidad de carga en la unidad de entrenamiento.

Para el desarrollo de la resistencia al esfuerzo máximo se utilizan con frecuencia sobrecargas inferiores a las máximas que, sin embargo, se encuentran todavía entre las que son eficaces para el entrenamiento del esfuerzo máximo. Se trata de sobrecargas que permiten hasta 15 repeticiones por serie, y están en grado de desarrollar los procesos metabólicos y las capacidades psíquicas determinantes para la resistencia. **Vorobiev** (Vorobiev 1984) para desarrollar la resistencia al esfuerzo con ejercicios de levantamiento de pesos, recomienda sobrecargas de 60 al 70% de la  $F_m$ , y un elevado número de ejercicios.

### La frecuencia de movimientos

Su importancia como variable del entrenamiento especial de la resistencia al esfuerzo es muy diversa de un deporte a otro. Viene determinada por el ejercicio de entrenamiento al cual se deben adecuar todas las condiciones tanto internas como externas; esto es, la frecuencia de movimientos viene acordada por una parte, con la magnitud de las oposiciones, con la amplitud de los movimientos, con la duración del impulso, con la impulsión realizada y con el número total de repeticiones en la serie y por otra con los procesos energéticos (metabolismo, sollicitaciones del sistema cardiocirculatorio, etc.) y los presupuestos psíquicos de la prestación.

Para el mejoramiento de la resistencia al esfuerzo en los **ejercicios físicos cíclicos de competición** las frecuencias utilizables van desde las máximas a valores poco menores a la frecuencia de competición. No existen reglas generales ya

que este límite es específico para cada deporte y viene influenciado por la estructura de carga elegida y por la capacidad individual de prestación. Sin embargo, es decisivo el objetivo que se desee alcanzar. Si se quiere mejorar la prestación de esfuerzo rápido en la **fase de salida y en la sucesiva a la salida** y en las fases de aceleración en las competiciones de velocidad en atletismo, en ciclismo sobre pista en patinaje sobre hielo (carrera) y en canoa o remo, como regla se elige una frecuencia de movimiento que corresponda a la situación de competición. Se trata de una condición necesaria para alcanzar esfuerzos máximos y velocidades de movimiento deseados. Actualmente se realiza una integración entre máximo esfuerzo, estructura del movimiento y requerimiento metabólicos, que corresponde a cuanto exigen las fase de salida o de aceleración de la competición. También en el caso en que se prepare el atleta para otras fases (alargadas, escapadas intermedias o finales, etc.), la frecuencia de los movimientos debiera acercarse a aquella que se ha de alcanzar en la competición. (3) Así, el entrenamiento de la resistencia al esfuerzo rápido viene a asumir un carácter complejo, cortado según las exigencias de la competición y el nuevo nivel alcanzado de resistencia al esfuerzo rápido, puede quedar fácilmente integrado en la prestación deportiva específica.

Los deportes de resistencia de breve y de media duración requieren una elevada capacidad anaeróbico-lactácida. No obstante, sabemos que una acumulación de ácido láctico limita notablemente las posibilidades de expresión de fuerza por parte del atleta. Por esto, el uso de cargas con una frecuencia igual a la de competición, debiera permitir al atleta la expresión de altos valores de fuerza usando el metabolismo anaeróbico-láctico por un periodo siempre más largo.

Al dosificar la frecuencia de los movimientos son sin embargo importantes también las exigencias del entrenamiento mismo. Por ejemplo, en el deporte de duración, un gran porcentaje del volumen global de entrenamiento está constituido por el entrenamiento de la resistencia de base. Sin embargo, la rapidez de acortamiento y de contracción de la musculatura puede ser incluida negativamente por esfuerzos escasos, con mucho inferiores a los requeridos en la competición. Por este motivo es necesario aumentar la resistencia al esfuerzo también en el entrenamiento de la resistencia de base, que se desenvuelve en condiciones aeróbicas o en los límites del umbral anaeróbico. (4)

Para mejorar la **resistencia al esfuerzo máximo y al esfuerzo rápido de tipo dinámico** en los ejercicios de competición acíclicos, la frecuencia de los movimientos debe ser la misma que en el entrenamiento del esfuerzo máximo y en el esfuerzo

rápido. La prestación de **resistencia al esfuerzo acíclico** no depende de la frecuencia. Así pues, si en su entrenamiento se usan ejercicios de tipo cíclico, en la elección de las frecuencias se puede buscar un ritmo óptimo entre contracción y distensión y la precisión en el control de las unidades motoras. El desarrollo de la resistencia no estará producido por la frecuencia máxima de los movimientos, sino por series con un número adecuado de repeticiones que garantizan un esfuerzo muscular de carácter rápido.

Para mejorar la **resistencia al esfuerzo estático**, si se usan ejercicios especiales y esfuerzos elevados o máximos, entre las repeticiones de los ejercicios debe estar la musculatura relajada, y se debe garantizar un adecuado abastecimiento de oxígeno a los sectores musculares empleados en el trabajo estático. La componente de resistencia viene mejorada principalmente por medio de la duración de las contracciones y de la frecuencia con que éstas se repiten.

#### El volumen de carga

El volumen de carga decide cual será el desarrollo de la componente de resistencia en el entrenamiento de la resistencia especial al esfuerzo. Si se quiere garantizar el efecto de adiestramiento deseado, se deben respetar algunas de las duraciones óptimas de la carga (por ejemplo, el número de repeticiones en las series y las distancias de entrenamiento) y un cierto volumen global de las cargas en la unidad de entrenamiento que se alcanzan en los mismos ejercicios de entrenamiento y vienen determinadas por la capacidad de prestación y de esfuerzo del atleta.

En los **deportes de resistencia** la duración máxima de la carga depende de cuanto arriesga el atleta para mantener inalterados los índices de fuerza asignados, y la estructura global del movimiento sin interrumpir la fluidez de movimientos en las diversas repeticiones. Esto determina también el volumen global de la carga de resistencia al esfuerzo en la unidad de entrenamiento, que aumentará con la capacidad de prestación y de carga del atleta. Durante el entrenamiento es difícil controlar directamente los esfuerzos y su disminución. Esta se puede valorar usando parámetros como el nivel y la estabilidad del impulso en cada ciclo, el número de ciclos de movimiento necesarios para cubrir una cierta distancia o el tiempo empleado, etc.. Para garantizar los esfuerzos necesarios para el resultado que se quiere alcanzar en la competición, la duración de cada carga puede ser una fracción de la distancia total de la competición. Los métodos de entrenamiento que se adaptan mejor son el **método de repetición** y el **método a intervalos**, o formas mixtas de estos dos métodos. Dado que también recuperaciones de breve duración llevan a una recuperación rápida de la capacidad de esfuerzo original,



con estos métodos en una unidad de entrenamiento, se pueden obtener cargas de duración doble con respecto a la duración de la competición, sin que los esfuerzos disminuyan notablemente.

La duración de las cargas depende de los objetivos y de los ejercicios de entrenamiento: para mejorar la resistencia al esfuerzo para las fases de salida, y para las escapadas breves, la duración de la carga -con esfuerzos máximos o casi máximos- oscila entre 10 y 30 seg., y el volumen global entre 2 y 4 min. Para aumentar la resistencia al esfuerzo rápido en las distancias más breves de las disciplinas de resistencia de breve y de media duración (por ejemplo, 400, 800 m.) la carga no superará los 20-90 seg. Las cargas de duración entre 2 y 4 min. se usan, no obstante, cuando se deba mejorar la resistencia al esfuerzo para las fases de alargamiento en las disciplinas de resistencia de media duración (por ejemplo, los 1500 m.). El volumen global puede estar por los 5 a 10 minutos o así. Cargas de mayor duración, con resistencias más elevadas no han llevado a grandes resultados prácticos.

### Los intervalos de recuperación

Son muy importantes para un eficaz entrenamiento especial de la resistencia al esfuerzo. Tienen la función de impedir que se sumen los procesos de agotamiento, de favorecer una notable recuperación de la capacidad de esfuerzo para la carga siguiente y hacer de modo que la musculatura pueda obrar de nuevo con rapidez y con fuerza. Los tiempos de recuperación son más breves que los que se usan en el entrenamiento del esfuerzo máximo o del esfuerzo rápido. Pueden alcanzar de 2 a 5 min. dada la elevada intensidad de la carga. A menudo es útil el uso de intervalos breves entre las series y unos intervalos más largos cada tres o cuatro series. La recuperación activa es preferible a la pasiva. En los deportes de duración o se continúa el movimiento a baja intensidad o se utilizan ejercicios gimnásticos, para aligerar y distender (cautamente) la musculatura empleada.

---

### Notas

1 -En la primera parte de este trabajo, hemos expuesto ya, en que dirección específica vaya su acción.

2 -50 Mr (máximo de repeticiones) corresponde a una sobrecarga que con una frecuencia media de movimiento puede ser cambiada por 50 repeticiones.

3 -Naturalmente en la medida en que todo esto viene permitido por las condiciones elegidas para este tipo de

entrenamiento (aparatos frenantes, superficies más amplias de impulso, etc.).

4 -F. Mahlo (1986) para caracterizar la fuerza de carga utilizada para esta finalidad, introduce el concepto de **entrenamiento de la resistencia aeróbica a la fuerza**. Un ejemplo de esta carga puede ser considerado como entrenamiento en piragüismo donde se usan frecuencias de movimiento muy reducidas y con un elevado esfuerzo.



# **La frecuencia de palada en Canoe - Kayak**

**Por: Dolnik (J.V.A.), Krasnopevcev (G.M.)**

Traducción ISEP Nº 589 de Grevnoj - Sport (URSS) 1981, pag. 39 -  
42



## La frecuencia de palada en Canoe - Kayak

*Análisis de la frecuencia de palada en carreras en línea. Sabíamos empíricamente que estas frecuencias influían en los resultados en competición. Este documento confirma científicamente (estudio estadístico y sistemático) esta hipótesis. Hace resaltar, por ejemplo, que existe una relación entre las frecuencias de salida y las de marcha en la carrera (V media). Igualmente, entre la frecuencia de la primera mitad de carrera y la de la segunda mitad. Además, el autor estima que la frecuencia puede ser un excelente medio de evaluación del rendimiento del atleta en carrera o en entrenamiento.*

- T.P. Cezard - en FECK

En los últimos años se ha concedido en los deportes cíclicos, una atención particular a la frecuencia de trabajo. Los estudios efectuados por especialistas del Centro de Investigaciones Científicas de Leningrado demuestran la estrecha relación que caracteriza la frecuencia de trabajo y la velocidad de propulsión. Igual que con los resultados deportivos. Sin embargo, no es extraño asistir a competiciones donde un atleta que se propulsa a una frecuencia elevada, sea derrotado por un competidor cuya frecuencia es más lenta. Ante la carencia de documentación que existe en este dominio, nos hemos decidido a examinar con una mayor profundidad este fenómeno aparentemente simple, y que es muy bien conocido por atletas y entrenadores.



El concepto de frecuencia de trabajo, entendido como la cantidad de paladas por minuto, puede utilizarse perfectamente como parámetro de la preparación tanto técnica como funcional de los atletas. Las variaciones de frecuencia en una

unidad de tiempo dado, no hacen más que modificar la actividad del sistema muscular, influyendo igualmente en los índices de actividad del sistema cardio-vascular. (V.D. Monogarov, 1959).

Se ha podido poner en evidencia la relación existente entre frecuencia de movimiento y parámetros tales como el nivel de dominio técnico, la calificación, la capacidad para alternar tensión y relajamiento musculares, y la psicomotricidad del atleta; del mismo modo, se ha podido demostrar una relación inversa fiable entre la frecuencia y los índices de técnica de boga y, en parte, entre la frecuencia y la distancia recorrida por la canoa a cada palada. Los especialistas del Instituto de Leningrado han efectuado registros tensiométricos que han permitido determinar cual era el reparto óptimo de la frecuencia durante recorridos de 500 y de 1000 metros. En el transcurso de competiciones nacionales e internacionales (1978-1979), se utilizaron registros de la frecuencia de palada para establecer modelos de recorrido en cortas distancias para uso de las diferentes especialidades y clases de embarcaciones, y lo mismo para 1979-1980. La frecuencia sobre recorridos de 500 y 1000 metros se registraba en cinco momentos: inmediatamente después de la salida, al cabo de 30 (60), de 60 (120), de 90 (180) segundos y a la llegada.

Durante varios años, hemos efectuado pruebas registrando frecuencias de palada en competición y acumulando numerosas observaciones pedagógicas, lo que nos ha permitido establecer que en piragüismo, la frecuencia de palada dependía en cierto modo de los parámetros siguientes:

- Del sexo y de la capacitación del atleta, de su temperamento, de sus datos antropométricos, de su estado de preparación técnica y psicológica, de su experiencia y de su capacidad para repartir sus fuerzas en función de la distancia que haya que recorrer, y de su aptitud para recuperarse después de la prueba o para acelerar durante las competiciones.
- Del nivel de desarrollo de su fuerza, de su resistencia y potencia de trabajo, lo mismo que de la rapidez con que pueda aumentar o disminuir sus esfuerzos durante el ciclo de palada, de su frecuencia y amplitud de palada, de la regularidad de propulsión de la embarcación, del ángulo de toma de agua, de la profundidad de inmersión de la hoja, así como de la presencia de cierta asimetría.
- De la embarcación y de su categoría, lo mismo que de su revestimiento, de la superficie sumergida, del aerodinamismo del atleta y de su barco, de la longitud de la pala, del ángulo de corrección y de la superficie de hoja de la pala.
- De la distancia a recorrer, de la profundidad de plano de

agua y de la densidad de ésta, de la presencia o no de corriente, de viento o de olas, del tiempo, de la naturaleza de la prueba (final, etc....).

- De la táctica utilizada para efectuar el recorrido, de la táctica del adversario, de la presencia o no de afiliados que apoyen y de la importancia que suponga para el atleta o para su equipo el resultado de la prueba.

En el transcurso de una misma prueba, los parámetros de los dos últimos grupos ejercen una acción idéntica sobre todos los atletas. Sin embargo, cuando se comparan las características temporales registradas en la competición a fin de analizar los valores absolutos de la frecuencia, es indispensable tener en cuenta su influencia. Durante competiciones importantes en las que participan atletas de muy alto nivel, se observa que algunos parámetros (técnica de palada, material, estado de entrenamiento) acaban por hacerse equivalentes en la medida en que aparentemente, todos los atletas se encuentran en condiciones relativamente idénticas y óptimas. Sea lo que sea, al planificar o al analizar la frecuencia del recorrido, el entrenador debe tener en cuenta la incidencia de todos los parámetros enumerados más arriba.

Para disponer de una característica más objetiva de la dinámica de la frecuencia de palada en competición, se puede recurrir (además de al valor absoluto) a los índices siguientes:

- Relación (en porcentajes) entre la frecuencia registrada en las diferentes porciones de recorrido y la frecuencia media (T media).
- Relación (en porcentajes) entre la frecuencia registrada en las diferentes porciones del recorrido total y de la frecuencia registrada en el momento de aceleración en la salida (T sal.).
- Variaciones en la frecuencia de palada según las diferentes porciones del recorrido total.
- Relación (en porcentajes) entre la frecuencia media registrada en la segunda mitad del recorrido y la de la primera mitad.
- Relación (en porcentajes) entre la frecuencia de palada de las embarcaciones monoplazas y la de embarcaciones de varias plazas y entre la frecuencia de palada en 500 y en 1000 metros.

Todos estos indicios pueden servir tanto para grupos de niveles diferentes como para individuos que participen separadamente en competiciones, para finalistas, etc. Una comparación entre



las pruebas previas y las pruebas decisivas nos dará poca información, dado que en estos casos, los resultados del sorteo pueden ejercer una acción nada despreciable sobre los datos obtenidos.

Unido a los estudios sobre la frecuencia registrada durante pruebas de diferente importancia (Copa de la URSS, Espartaquiadas, Campeonato del Mundo de 1979), se han efectuado diversos registros durante el Campeonato de la URSS y de los Juegos Olímpicos de Moscú.

El análisis que presentamos a continuación y que utiliza el mismo método y los mismos parámetros, data de 1981. En el espacio de dos años hemos podido estudiar a 1051 participantes en competiciones y hemos recogido 7856 informaciones, lo que nos permite afirmar que los valores medios de la frecuencia y de su dinámica son perfectamente fiables.

El cuadro nº1 presenta las variaciones de frecuencia de palada según las diferentes porciones del recorrido total, esto en unidades absolutas, obtenidas de vencedores en todas las disciplinas. Puede verse como la dinámica de la frecuencia de los canoístas y la de los kayakistas tienen tendencias claramente diferentes. En relación a 1979, la frecuencia media de los canoístas en cada una de las distancias, aumentó en valor absoluto de 2 a 4 paladas/minuto en 1980, lo mismo en monoplaza que en biplaza. Entre los kayakistas, al contrario, esta frecuencia media permaneció prácticamente sin cambios.

Podemos suponer que estos últimos tienden a estabilizar su frecuencia, mientras que los canoístas, que pueden acelerar su frecuencia de palada, disponen aún de ciertas reservas para mejorar sus resultados. Esta aceleración de la frecuencia de palada, dependerá principalmente de la fuerza y de la resistencia, con una concentración óptima de los esfuerzos en la fase de apoyo en el agua. Así mismo, se puede suponer que acortando algo la duración de esta fase de apoyo, los kayakistas están en condiciones de aumentar más el tiempo de la fase sin apoyo, dicho de otra forma, de hacer variar el ritmo, conservando la misma frecuencia. Con los canoístas, al contrario, este procedimiento no tiene los mismos efectos, en la medida en que la duración de la fase sin apoyo parece bastar para que los atletas puedan recuperarse antes de la palada siguiente. Haciéndolo de este modo, no modifican su ritmo; pero aumentan la cadencia. (Esta última suposición exige, sin embargo, investigaciones particulares).

Para mejorar los resultados, es primordial el saber repartir de forma óptima la frecuencia de palada durante toda la duración del recorrido. El cuadro nº 2 muestra las variaciones de frecuencia siguiendo las diferentes porciones del recorrido de los campeones olímpicos de 1980 (en porcentajes de la

DISTANCIA	Categoría de la embarcación	Frecuencia sobre diferentes partes del recorrido				AÑO	Frecuencia Media		Frecuencia Media de los campeones olímpicos		TIEMPO MEDIO DE LOS CAMPEONES OLÍMPICOS	
		SALIDA	2-A		3-A		4-A		1ª clase	2ª clase		
			30-40" (61-70)	61-70" (121-130)	61-70" (121-130)		91-100" (181-190)	1979				1980
500	K-1	132	122	125	121	117	122	123	120	131	1.44.2	
"	K-2	139	129	125	126	112	128	129	122	133	1.33.3	
1000	K-1	127	114	103	113	115	116	114	117	110	3.49.8	
"	K-2	131	111	107	111	117	116	115	109	116	3.28.0	
"	K-4	131	125	119	119	118	123	122	121	123	3.15.1	
500	K-1	131	119	111	110	109	115	118	110	115	1.59.0	
"	K-2	135	125	120	119	119	123	124	121	124	1.46.3	
500	K-1	76	72	71	70	69	68	72	69	70	1.53.7	
"	C-2	80	74	75	75	71	72	75	76	72	1.44.2	
1000	C-1	75	61	61	61	66	62	65	67	65	4.13.6	
"	C-2	79	67	62	63	63	65	67	69	63	3.50.3	

Cuadro nº 1. Variación de la frecuencia de palada entre los campeones de las competiciones de piragüismo en Junio-Julio de 1979 y 1980 (datos medios), paladas/minuto.

EN RELACION CON LAS FRECUENCIAS MEDIAS DEL RECORRIDO							EN RELACION CON LA FRECUENCIA MEDIA EN LA PORCION DE SALIDA						
Distancia	Categoría	Diferentes porciones					Distancia	Categoría	Diferentes porciones				
		Salida	2ª	3ª	4ª	Llegada			Salida	2ª	3ª	4ª	Llegada
KAYAK MASCULINO													
500	K-1	107,3	99,2	101,6	98,4	95,1	500	K-1	100	92,4	94,7	91,7	88,5
"	K-2	108,6	100,8	97,7	98,4	95,3	"	K-2	100	92,8	89,9	90,7	87,0
1000	K-1	111,4	100,0	90,4	99,1	100,9	1000	K-1	100	89,8	81,1	89,8	90,6
"	K-2	113,9	96,5	93,0	96,5	101,7	"	K-2	100	84,7	81,7	84,7	89,3
"	K-4	107,4	102,5	97,5	97,5	96,7	"	K-4	100	96,4	90,8	90,8	90,1
KAYAK FEMENINO													
500	K-1	112,9	102,6	95,7	94,8	94,0	500	K-1	100	90,8	84,7	84,0	83,2
"	K-2	108,8	100,8	96,8	96,0	96,0	"	K-2	100	92,6	88,9	88,2	88,2
CANOA													
500	C-1	105,6	100,0	98,6	97,2	95,8	500	C-1	100	94,7	93,4	92,1	90,8
"	C-2	106,7	98,7	100,0	100,0	96,0	"	C-2	100	92,5	92,5	93,8	88,8
1000	C-1	115,4	93,9	93,9	93,9	101,5	1000	C-1	100	81,3	81,3	81,3	88,0
"	C-2	117,9	100,0	92,5	94,0	94,0	"	C-2	100	84,8	78,5	79,7	79,7

**Cuadro nº 2 Variaciones de la frecuencia de palada en las diferentes porciones de recorrido y en los campeones olímpicos de 1980; %.**

frecuencia media sobre el recorrido total y de la frecuencia media en la parte inicial del recorrido). Se observa, para las dos distancias y para todos los tipos y categorías de embarcaciones, una disminución progresiva de la frecuencia de palada. No obstante, esta disminución se produce hacia el final de los recorridos de 500 metros (en el 5º punto de medida, a veces en el 4º entre las mujeres y en el 3º en los canoístas), mientras que en los 1000 metros, la bajada más notable tiene lugar en el punto 3º (a veces en el 4º), es decir, en la mitad del recorrido. Una sola excepción: los kayaks de cuatro, en los que se produce esta bajada en el 5º punto, sin duda siendo causada por la dificultad de producir una aceleración complementaria en una embarcación tan pesada, en el momento final. Por esta misma razón, probablemente, la frecuencia de palada en kayak de cuatro es la más regular.

La disminución de frecuencia en las diferentes porciones del recorrido, con relación a la frecuencia media, es del orden del 3 al 10% aproximadamente; en relación con la frecuencia registrada a la salida, es de un 10 a un 20%. El número de paladas por minuto es siempre menor a la salida que a la llegada (de un 8 a un 17% en los Juegos Olímpicos, para las dos distancias y para el conjunto de embarcaciones). Si se compara este índice de la frecuencia media en los 500 metros, se verifica que es de un 4 a un 6% inferior; en los 1000 metros, puede variar entre +2 y -6% (en los tipos de embarcación más importantes). En el momento actual, la gran mayoría de los atletas se caracteriza por una frecuencia muy sostenida en la salida, que les permite obtener un fuerte movimiento de propulsión hacia adelante. Pero no se debe olvidar que adoptando una frecuencia no habitual en las salidas, corren el riesgo de que esta frecuencia disminuya de forma importante durante el resto del recorrido.

Entre los vencedores de la competición de 1980, las variaciones de la frecuencia media en la segunda mitad del recorrido en relación con la frecuencia en la primera parte, se pueden expresar en la forma siguiente:

Distancia	Kayak hombres			Kayak mujeres		Canoa	
	K-1	K-2	K-4	K-1	K-2	C-1	C-2
1000 m.	94,6	90,1	92,6	-	-	93,4	86,3
500 m.	93,7	92,5	-	87,6	91,5	93,3	94,8

Vemos que todos los atletas sin excepción, cualquiera que sea el tipo de embarcación, desarrollan una frecuencia netamente más baja en la segunda mitad del recorrido (de 5,2 a 13,7) que en la primera mitad. No existe ejemplo de que lo inverso se haya constatado. Tomemos el caso de R. Vysinkas, campeón de la URSS 1980: franqueó los últimos 500 metros

un 3,7% más rápidamente que los primeros, sin que esto corresponda, sin embarco, a la dinámica del paso de las diferentes porciones del trayecto (54,0- 58,5- 58,4- 57,3 segundos). En cuanto al noruego E. Rasmussen, se sabe que le gusta "alcanzar" a su adversario dentro de los 500 metros (56,8 y 54,4 segundos).

Como es sabido, la frecuencia registrada en el curso de las eliminatorias es inferior en valor absoluto, a la frecuencia de las semifinales y finales; además, la dispersión de las características temporales es netamente superior en los primeros, lo que puede explicarse por una mayor diversidad de las variantes tácticas que se siguen en los diferentes sorteos, Cuanto mayor sea la competencia y más importantes las competiciones, más elevada es la frecuencia.

Cuando se examinan las frecuencias comparadas entre embarcaciones monoplasa y embarcaciones de varias plazas, se obtiene un cuadro idéntico. En los 500 y 1000 metros, la frecuencia en kayaks biplazas femeninos es un 6,75% más rápida que en los monoplazas; en los kayaks biplazas masculinos, esta proporción es de 3 a 4% y en las canoas biplaza de 4,5%. En los 1000 metros, en kayaks de cuatro (masculinos), esta frecuencia es de 6,5 a 7,0% más rápida que en los monoplazas; en relación a los biplazas, es de un 5 a un 6% superior.

Los valores y la dinámica de la frecuencia dependen siempre de factores individuales. V. Parfenovic en sencillo y C. Cukhraj en doble paleaban mucho más lentamente que, por ejemplo, V. Dyba (Rumanía) y B. Olbrycht (RDA).

No obstante, si analizamos los valores medios de la frecuencia de un gran número de atletas, podemos comprobar, que siempre son más bajas que las de aquellos que no han llegado a la final. Lo mismo es para los simples finalistas como para los vencedores, lo que demuestra hasta que punto está la cadencia estrechamente ligada a los resultados.

Para un atleta el hecho de tener que soportar importantes cargas de entrenamiento, de tener que conseguir una mayor velocidad y de utilizar medios no tradicionales y específicos, tiene una incidencia mayor en el desarrollo de su estado de preparación de fuerza específica. Paralelamente, el perfeccionamiento de la técnica de palada le permite transformar sus nuevas capacidades de fuerza en fuerzas racionales, tanto como sus características temporales y de conservarlas durante toda la duración del recorrido.

Por más que, cuando el estado de entrenamiento progresa, la frecuencia de palada en el curso de una temporada tiene también tendencia a aumentar. Por consiguiente, con V. Parfenovic, la frecuencia media de palada en monoplasa pasó

de 113 golpes/minuto en Abril a 119 en Junio y a 120 en Julio. En kayak biplaza, sobre 500 metros, C. Cukhraj y V. Parfenovic realizaron 117-121 golpes/minuto en Junio, 122 en Julio y en los 1000 metros, 106 y después 110 golpes/minuto, etc....

Para recorrer las distancias de competiciones a una frecuencia máxima, los especialistas de alto nivel deberían esforzarse durante los entrenamientos, y remar a una frecuencia siempre más rápida, conservando una velocidad ideal y una regularidad de propulsión; de este modo, deberían conservar una reserva de frecuencia igual a 6-8% de la frecuencia registrada durante la aceleración de partida, o a un 8-12% de la frecuencia media realizada en las competiciones. En relación con las características que se previeron para 1981, la frecuencia establecida entre los finalistas de los Juegos Olímpicos de Moscú era para las dos distancias, inferior en una media de 5 a 6% sobre kayaks y de 3 a 4% sobre canoas.

Se ha señalado que los atletas de los países meridionales o los sujetos de fuerte temperamento tienen éxito, gracias a su elevado nivel de frecuencia. Los escandinavos, o los atletas que tienen un nivel de fuerza particularmente elevado, ganan más bien aumentando o estabilizando su potencia de palada.

Un entrenador experimentado será capaz de determinar si su atleta prefiere una u otra fórmula (frecuencia o potencia) y sabrá elegir las mejores variantes que permitan alcanzar una velocidad de propulsión óptima. Para esto, no es necesario hacerle que efectúe cada vez el recorrido total.

Por ejemplo, puede limitarse a repetir 2 ó 4 veces, porciones de unos 300 metros (Nota: Las normas de control se deben fijar preferentemente al comienzo del periodo preparatorio o en medio del periodo de competición).

Cuando sobreviene la fatiga (habitualmente al final del recorrido), es muy difícil aumentar todavía un esfuerzo que dura ya un cierto tiempo; por el contrario, es más fácil el aumentar la velocidad de propulsión elevando la frecuencia, aunque fuera preciso para ello acortar algo la longitud de pasada.

Es imperativo a lo largo del proceso de entrenamiento, que los atletas se habituén a terminar su sesión con aceleraciones de 100 a 300 metros, a pesar de la fatiga que hayan podido acumular. Además, les enseñará a calcular siempre su frecuencia, para que sean capaces de efectuar un recorrido a una cadencia determinada o de ir marcando la que se haya adoptado en un recorrido dado, siendo para los mejores, el margen de error de 2 a 3 paladas como máximo.

Todos los elementos que hemos podido recoger en el curso

de nuestro análisis sobre la frecuencia de palada en competición, nos permiten llegar a las conclusiones siguientes:

- 1 La frecuencia de palada es uno de los factores determinantes para el resultado deportivo.
- 2 Por frecuencia de palada, se entiende el número de paladas correctamente ejecutadas en un minuto.
- 3 Para planificar la dinámica de la frecuencia en competición, conviene referirse a lo que hemos indicado sobre las particularidades de su evolución en los 500 y en los 1000 metros, teniendo en cuenta el estilo, la categoría de la embarcación los datos de la competición y del estado de entrenamiento de los atletas, etc...
- 4 Los resultados de nuestro análisis nos permiten afirmar que además del valor absoluto de la frecuencia, los índices más informativos son las relaciones calculadas de la frecuencia media en el recorrido y de la frecuencia registrada durante la aceleración de salida, así como a la dinámica de la frecuencia en la primera y en la segunda mitad del recorrido.
- 5 Se ha podido comprobar en estos últimos años, cierta estabilización de la frecuencia de palada en los kayakistas y se ha podido considerar la posibilidad de desarrollar la de los canoístas.

# **Tests pedagógicos para uso de equipos de kayak y de canoistas.**

**Por: Dolnik (JV.A.), Ganzenko (JV.V)**

Traducción INSEP nº 574 de Deportes de Agua Viva, (URSS)  
1980, pag. 30 - 32



## Tests pedagógicos para uso de equipos de kayak y de canoistas.

*Este documento trata de la evaluación técnica y psicológica de los equipos de Canoe y de Kayak, de carrera en línea (URSS). La metodología de medida y de tratamiento de los datos no está descrita y se propone solamente una intervención sucinta de los resultados.*

*El artículo da, no obstante, una interesante idea de las posibilidades que abre al entrenador y al atleta, dicha evaluación: valores precisos de los índices de resultados obtenidos, permitiendo comparaciones, balances o definiciones de objetivos, apuntando a preparaciones a un plazo determinado y seguido de sus evoluciones.*

E.N.-J.P. Cezard

Para determinar el nivel de preparación es necesario apelar a toda suerte de tests pedagógicos, tales como los que consisten en ejecutar recorridos de competición con registro de los índices de la actividad motriz y de la velocidad de la embarcación durante el ciclo de palada. Paralelamente, se puede tener en cuenta que una vez obtenida una cierta cantidad de datos, es más racional efectuar un control pedagógico en las embarcaciones principales, durante el periodo de competición.



Entre 1978-1979 hemos efectuado experiencias con canoístas y kayakistas de alto nivel, durante el curso de las competiciones. Los datos obtenidos al término de estos experimentos figuran en el cuadro adjunto. Se trata de los tiempos de recorrido, de la fuerza máxima (f.máx.), de la fuerza media (f.med.), del ritmo, de la duración de la fase de apoyo (to), del trazo formado por el desplazamiento del centro de la

pala en el agua, con relación al borde de la embarcación = amplitud (L), de la potencia (N) y de la calidad del ácido láctico medido en la sangre (lactato) después de la llegada.

Comparemos ahora los datos de dos kayaks: de dobles masculinos (I y II). Entre los kayakistas del equipo I, Se notan indicios débiles de fuerza y de potencia, una amplitud reducida; pero una cadencia muy elevada. Esto es precisamente lo que les ha permitido obtener un resultado relativamente bueno, apenas un segundo inferior al obtenido por el equipo II en el que los miembros presentaban una superioridad muy neta a nivel de todos los demás parámetros de la actividad de trabajo. Una prueba realizada con kayak doble III muestra que el número dos está peor preparado que el jefe de boga (su potencia es menor, su amplitud reducida, ha soportado peor la carga propuesta, como lo demuestra un nivel de lactato, elevado en la sangre). Es particularmente interesante analizar los parámetros de la prueba efectuada con un kayak de cuatro (IV).

Aquellos que conciernen a la potencia mecánica de los sujetos estudiados (N), son suficientes; pero en el nº 2 (3) se observa una amplitud reducida y en el nº 4 (k) un esfuerzo máximo insuficiente. Si se analizan estos datos en conjunto y los dinamogramas individuales de los sujetos, puede establecerse hasta que punto son compatibles. Por otra parte, el análisis de los parámetros obtenidos con kayaks dobles femeninos, atestigua una mejor compatibilidad entre los equipos V y VII, puesto que son similares sus parámetros de actividad de trabajo y de reacción a la carga. La fig. 1 representa un ejemplo de registro hecho a partir de un kayak doble VII. La amplitud más débil del dinamograma del jefe de boga (F1) se explica por el hecho de que el atleta disponía de una pala particularmente rígida (el cuadro muestra que los dos atletas desarrollaban una fuerza prácticamente equivalente).

En un registro tensiométrico, aparecen los siguientes datos:

- No hay coincidencia entre principio y final de palada (el nº 2 está avanzado con respecto al nº 1).
- Ruptura del dinamograma (pérdida de apoyo) durante el primer tercio del golpe, en los nueve sujetos.
- Entrada en acción retrasada de los músculos del busto.
- Fuerza insuficiente en el jefe de boga y en el número 2 del lado derecho; un trabajo más eficaz y preciso del lado izquierdo.

Un trabajo racional destinado a corregir los defectos señalados ha permitido a los atletas de esta embarcación, mejorar

considerablemente sus resultados deportivos.

En las canoas dobles que hemos sometido a ensayo, hemos puesto en evidencia una fuerza y una potencia más débiles, en la número 2 (equipo VIII-XI). Todavía es relativamente admisible, que en principio esta diferencia no debe ser tan importante como en los equipos VIII - X.

El registro de la figura 2 (canoas-dobles) presenta cierto interés, en la medida en que la compatibilidad de técnica de los dos atletas está próxima al óptimo. En efecto se señala:

- Una concordancia entre el comienzo y el final de la fase de apoyo.
- Hay igualmente concordancia en los esfuerzos máximos.
- En el dinamógrafo hay una ausencia de rupturas (pérdida de apoyo) que provoca una bajada en velocidad de la embarcación.
- A nivel del dinamograma del nº 2, se pone acento sobre el final de la fase de apoyo, de los que resulta una mayor uniformidad de movimientos.

Todo lo que acabamos de decir, demuestra la característica netamente informativa de los datos obtenidos con estas pruebas. En caso necesario, puede doblarse el registro tensiométrico con un registro de video, lo que beneficia a las informaciones haciéndolas aún más significativas.

En vista de su innegable eficacia, estos registros tensiométricos pueden ser largamente explotados por los entrenadores y por los deportistas, tanto para corregir faltas técnicas, como para formar equipos o para evaluar el nivel de preparación de los equipos, en el momento de las competiciones.

También preconizamos una utilización muy amplia de estos textos, utilizando la tensiometría a nivel de equipos nacionales o de los clubs más representativos.

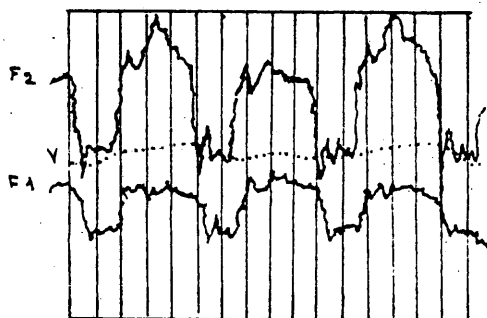


Figura. 1 Kayak-doble

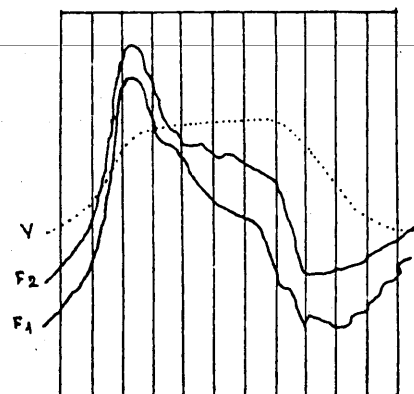


Figura. 2 Canoas-dobles

Tipo de embarcación, distancia recorrida			Resultado segundos	FM. kg.	F.MED. kg.	Cadencia golp./mint.	t'o seg.	1 cm.	N.kgm. /Seg.	Lactato mg.%
K-2 masculino 500 metros	(I)	A	101'6	15'3	11'0	133	0'326	137	33'3	134
		Б		16'0	11'2		0'323	136	33'7	144
K-2 masculino 500 metros	(II)	B	100'6	18'6	14'5	120	0'352	153	44,3	-
		Г		21'0	14'1		0'350	150	42'5	-
K-2 masculino 1000 metros	(III)	Д	217'0	18,5	13'3	100	0'430	175	38'8	120
		Е		18'5	13'0		0'404	163	35'3	135
K-4 masculino (IV) 3 1000 metros		Ж	197'5	17'2	12'4	116	0'354	156	37'6	125
		З		17'8	13'4		0'321	140	36'4	132
		И		18'6	12'5		0'361	160	38'8	130
		К		15'0	12'2		0'360	159	37'7	126
K-2 Femenino 500 metros (V)		Л	117'4	13'0	10'2	116	0'378	138	27'3	138
		М		14'4	10'3		0'378	138	27'7	140
K-2 Femenino 500 metros (VI)		Н	117'0	15'6	10'3	112	0'404	145	27'8	140
		О		16'0	9'8		0'375	132	24'1	126
K-2 Femenino 500 metros (VII)		П	116'4	13'4	10'3	116	0'368	135	26'8	132
		Р		13'3	10'2		0'366	134	26'4	126
C-2 masculino 500 metros (VIII)		С	112'6	25'4	15'0	55	0'627	278	38'8	-
		Т		23'0	12'8		0'632	281	33'0	-
C-2 masculino 500 metros (IX)		У	110'8	30'0	16'0	54	0'657	290	42'2	-
		Ф		26'6	14'1		0'633	278	35'0	-
C-2 masculino 500 metros (X)		Х	109'5	27'8	14'8	58	0'612	280	39'9	138
		Ц		21'7	12'8		0'612	280	32'3	142
C-2 masculino 1000 metros (XI)		Ч	241'0	27'6	16'7	47	0'676	280	36'8	120
		Ш		21'9	15'4		0'673	279	33'8	134

Cuadro de resultado de las pruebas.

# **La ciencia y la medicina del piragüismo (Canoa y Kayak)**

**Por: Roy J. Shephard**

Traducción de First World Congress on "Science & Football", 13 -  
17 April 1987, pag. 19 - 33

## La ciencia y la medicina del piragüismo (Canoa y Kayak)

El piragüismo, en canoa y kayak, es un deporte que se practica con la parte superior del cuerpo, sometido el mismo a exigencias diversas, según el tipo de prueba y la distancia por cubrir. Las pruebas más cortas (500 m.) son esencialmente anaeróbicas (2 minutos de ejercicio) y requieren gran potencia en los músculos de los hombros, así como una alta proporción de fibras de contracción rápida. Por el contrario, las pruebas de 10.000 m. necesitan de la labor aeróbica de los brazos. Los participantes en este tipo de prueba precisan una alta proporción de fibras de contracción lenta, junto con la capacidad de desarrollar casi al 100% el consumo de oxígeno máximo de las piernas durante las paladas. El valor de las pruebas fisiológicas en el slalom y el descenso es relativamente limitado, ya que el rendimiento depende en gran parte de la experiencia y de la habilidad del palista en maniobrar con rapidez y precisión bajo tanta presión emocional. Los palistas se enfrentan al peligro en su entorno de aguas frías y hostiles; se estudiarán brevemente las causas de algunos accidentes (ahogo, paro cardíaco, formación de fibras ventriculares e hipotermia).

El aspecto médico cubre la aportación de una alimentación adecuada así como el suministro de agua potable, los efectos de la inmersión repetida (ablandamiento de la piel, ampollas, panadizos, sinusitis, otitis), las varices (que resultan de la fijación torácica) así como los riesgos relativos a la exposición a la fibra de vidrio y al poliestireno en el taller casero. Corresponden al ámbito quirúrgico los esguinces musculares y heridas mecánicas (hematomas, laceraciones, contusiones, conmociones y fracturas).



## 1. ASPECTOS HISTORICOS

La originalidad del piragüismo (canoa kayak) estriba en que proviene de Norteamérica, en lugar del "viejo mundo", o sea Europa o Asia Menor. Los primeros colonos norteamericanos no tardaron en adaptar a sus necesidades las canoas que los Indios usaban para la guerra y el comercio y las hazañas de los exploradores ocupan un lugar preponderante en la historia del Canadá. Tampoco tardó en aparecer el aspecto lúdico, y los Howells (1969) nos dan una fascinante visión de lo que fueron las primeras carreras entre Indios y colonos. La construcción de los ferrocarriles transcontinentales consiguió anular el papel comercial de la canoa, pero no así su aspecto deportivo, que siguió floreciendo. La Asociación Americana de Piragüismo se fundó en 1880, la inglesa en 1887, la canadiense en 1890, y el Canoe Club de Francia, en 1904.

El kayak es una embarcación ártica, desarrollada por el pueblo Inuit (esquimal). Los residentes tradicionales de la costa ártica utilizaban el "umiak" (una barca abierta de bao amplio cuya longitud podía variar entre 4,5 y 18 m.) para el transporte de pasajeros y mercancías, y el "kayak" que era mucho más pequeño y ligero, para otros menesteres como la pesca con redes. El kayak, como deporte, es de origen más reciente. Por ejemplo, la Federación Francesa de Canoë-Kayak no se fundó hasta en 1949.

Hoy en día hay muchos tipos de competición en canoa y en kayak, y cada uno ejerce sus exigencias específicas en el atleta. Las competiciones olímpicas masculinas incluyen carreras en canoa para 1 (C1) y 2 (C2) competidores sobre distancias de 500 y de 1000 m., así como carreras en kayak de 500 m. (K-1 y K-2) y 1000 m. (K-1, K-2, K-4). Las competiciones femeninas (K-1, K-2 y K-4) se desarrollan sobre una distancia de 500 m. Otras pruebas a nivel nacional e internacional cubren distancias de 3.000, 5.000 y 10.000 m., y hasta una distancia "maratón" de 40 km. Además de las pruebas en aguas tranquilas, hay descensos por aguas bravas y competiciones de slalom, y cada tipo de prueba exige algunas modificaciones, no sólo en la técnica, sino también en el diseño de la embarcación y de la pala. Por ejemplo, la pala usada en el descenso suele ser asimétrica, mientras que la pala del slalom es 10 cm. más corta y simétrica (derrives-Deluzurieux 1984). Nolan y Bates (1982) han sugerido que en las pruebas de maratón, se podrían obtener velocidades mayores si se sustituyera la pala recta convencional por otra donde la hoja tuviera un ángulo de 15 grados a partir del mango. Se usan palas especialmente grandes en las competiciones de canoas de tipo batanga en el Pacífico Sur. Estas pruebas consisten en cubrir distancias entre las islas de 60 y 70 km., con 12 palistas en embarcaciones de 12 m. de eslora y 2,8 m. de manga (Horvath y Finney 1968).

El Slalom en aguas bravas se estrenó como deporte olímpico en Munich 1972. En este tipo de prueba, los participantes han de avanzar lo más rápidamente posible sobre una distancia de 400 a 800 m. que comprende un par de docenas de puertas instaladas en aguas muy rápidas. Los cambios de velocidad del agua y de dirección son tan bruscos y repentinos que se ha comparado esta actividad a palear en una gigantesca lavadora. Se calcula la puntuación del palista en base al tiempo transcurrido, penalizado cada fallo de puerta con 10 a 15 segundos.

## 2. LA MECANICA DE LA PROPULSION

La canoa y el kayak se impulsan hacia adelante por la resistencia y fricción viscosa del agua y de la formación de olas. Otros elementos menores influyen también, como el arrastre y la resistencia del aire. La fricción del agua depende de la zona mojada de la embarcación, y por lo tanto de la profundidad de inmersión (que varía según la masa conjunta de la embarcación + la tripulación de la misma). Por ello, la impedancia suele variar como masa  $s/3$  (Scott y Williams 1967) o masa 2 (Secher y otros 1983). Suele haber interacción entre competidores y la impedancia de las olas y se puede reducir avanzando en un punto adecuado tras la estela de otro competidor, lo que hay que sopesar con gran precisión; a veces lo más indicado es separarse del pelotón para no verse obstaculizado por las olas de un contrincante (Armand 1983). Tanto la embarcación como su tripulación presentan cierta resistencia al aire y por ello, la dirección del viento afecta los tiempos de recorrido así como las proporciones relativas de metabolismo aeróbico o anaeróbico. Un viento cruzado suele llevar la embarcación a la deriva, con lo cual el palista (especialmente en monoplaza) ha de dedicar gran parte de su esfuerzo en corregir la dirección. En la labor del palista influyen así mismo la profundidad del agua, el tamaño de las olas (especialmente en los lagos) y la velocidad de la corriente.

El piragüismo (canoa y kayak) difiere del remo por el hecho de que la parte inferior del cuerpo se mantiene prácticamente inmóvil. En un kayak, el competidor se encuentra en posición sentada y la fuerza se transmite al barco mediante el reposapiés y la barra del asiento. En la canoa, el palista se arrodilla, manteniendo las piernas tan apartadas como posible, para obtener la máxima estabilidad.

## 3. BIOMECANICA

Los pormenores de los movimientos usados en piragüismo han



sido ampliamente descritos por Dransart y Gaut-Petit (1973), Plagenhoef (1979) y Logan y Holt (1985). En canoa, se da la primera palada con una flexión de  $30^\circ$  y una rotación del tronco de  $30^\circ$ . El brazo de abajo se extiende en semipronación paralela al eje de la canoa, mientras el codo del brazo de arriba se mantiene a  $120^\circ$  y el centro de gravedad se establece delante de la pierna que se encuentra más atrás. El mejor ángulo de palada para empezar es de  $35$  a  $40^\circ$  (Plagenhoef 1979). La flexión del tronco se incrementa y disminuye a medida que se va paleando, mientras que la rotación del cuerpo va disminuyendo. Se deja caer el brazo de abajo hasta el nivel de la canoa, con la mano delante del muslo de detrás, mientras que el brazo más alto baja casi al nivel de los ojos. La fuerza se aplica primero a la pierna de delante, y el peso del cuerpo se dirige luego hacia la pierna trasera. El tronco se va estirando a medida que se avanza. El brazo inferior se flexiona y levanta, con el codo moviéndose hacia fuera, mientras que el brazo superior se baja y se mueve hacia el interior de la canoa. Durante el movimiento de vuelta, el tronco vuelve a flexionarse y el brazo inferior, semiflexionado, se mueve hacia adelante, mientras que el brazo superior se levanta hacia fuera, es decir, en sentido contrario al cuerpo.

Los movimientos en kayak son algo diferentes, siendo el ángulo ideal de palada de  $50$  a  $60^\circ$  (Plagenhoef 1979); los expertos en kayak suelen adoptar un alto punto de pivotaje. La palada se inicia inclinándose unos  $10^\circ$  hacia adelante, con el tronco rotando a  $30$  ó  $40^\circ$ , al tiempo que se efectúa una ligera flexión lateral en dirección opuesta al agua. Baja el hombro del brazo inferior que se mantiene en postura de semipronación, mientras que el brazo superior se flexiona a la altura de los ojos. Las rodillas se juntan, aunque la que se encuentra del lado de ataque se mantiene un poco más alta que la otra. Al palear, disminuye la rotación del tronco y gira la cadera del lado contralateral del cuerpo. Al principio se ponen los hombros en el mismo plano lateral, mientras que la pala se mantiene perpendicular, pero a medida que se va atacando, el hombro activo se mueve hacia delante. El codo del brazo inferior se encuentra ahora flexionado en  $130^\circ$  y la pala casi roza el barco. El empuje se inicia en la zona del hombro del brazo superior y se sigue con el brazo de este lado del cuerpo. La mano del brazo superior se alza primero para luego volver a caer a la altura del mentón. Las rodillas bajan un poco y la pierna del lado de ataque se estira ligeramente. Al avanzar con la pala, el tronco rota en  $60^\circ$ , inclinándose en sentido opuesto al agua. El brazo inferior se encuentra ahora en flexión de  $90^\circ$  y se levanta sin que toque el cuerpo. Al mismo tiempo, se baja el brazo superior, reduciendo la presión en el reposapiés. En la fase de vuelta, se efectúa una leve flexión y rotación ( $10^\circ$ ) del tronco. Se prepara el brazo inferior en posición

para la siguiente palada y el brazo superior se baja y estira a 175°, mientras descansan las piernas.

Varios estudios han logrado confirmar el papel preponderante de los músculos del hombro y del codo en los que practican el kayak. Dichos estudios han sido elaborados en base a aspectos diversos, como son la biomecánica formal (Campagne y otros 1982; Logan y Holt 1985; Mann y Kearney 1980; Plagenhoef 1979), la electromiografía (Yoshio y otros 1974) y la potencia muscular (Cermak y otros 1975). Observaciones telemétricas preliminares han demostrado que fuerzas de hasta 350N pueden pasar por la pala (Vos y Pluijmers 1979). La estabilidad escapular también es de vital importancia cuando los músculos abdominales trabajan para hacer girar el tronco. Lamentablemente, parece ser que aún no se han realizado estudios electromiográficos semejantes con respecto a la canoa.

#### 4. EL GASTO DE ENERGIA DEL PIRAGUISTA

Los primeros informes habidos en materia del gasto de energía del palista, situaban el mismo entre 12 y 29 kJ/min. (Durin y Passmore 1967; Thorner 1966; Wholfeil 1928); no obstante, las velocidades computadas (de 4 a 6.5 km/h.) eran de recreo, más que de competición. Seliger (1966; 1969) realizó pruebas con estudiantes de educación física y palistas de kayak de nivel mediano (16 chicos y 13 chicas). El promedio de velocidad resultó ser de 8.3 km/h. en carrera C2 de 1.000m, 15 km/h. para los chicos y 12.5 km/h. para las chicas en un recorrido de 500m. en K-1. En canoa, los palistas desarrollaron su mayor nivel de ritmo cardíaco en 149 latidos/min., con una frecuencia media de 143 latidos/min., mientras que en kayak femenino, fueron de 177 latidos/min., 166 latidos/min. y 69kJ/min., respectivamente. Más reciente es el estudio llevado a cabo por Melin y otros (1982), en el que se recogieron ritmos de 171 a 182 latidos/min. en un recorrido de descenso.

Los palistas de Hawai consiguen velocidades de hasta 12 km/h. en recorridos cortos, pero en una prueba de dos días de duración, su velocidad oscila entre 2 km/h. (con un fuerte viento en contra) y 8 km/h. (siendo la media de 5,9 km/h, según Horvath y Finney 1969). Su gasto de energía también varía considerablemente, siendo de 20 a 50 kJ/min.

Tesch y otros (1984) efectuaron pruebas con palistas de kayak en carreras simuladas sobre recorridos diversos. Se tardaron unos dos minutos en completar el recorrido de 500m. (15 km/H.) y el ritmo cardíaco final, correspondiente a un campeón mundial, resultó ser de 179 latidos/min. El

consumo de oxígeno alcanzó un 77% del máximo en el ergómetro de la pierna, oscilando entre 3,7 L/min. (en condiciones favorables) y 4,2 L/min. (con un fuerte viento en contra). Por su parte, el recorrido de 1.000m. se completó en unos 4 minutos. El ritmo cardíaco en un campeonato mundial se estableció entre 170 y 190 latidos/min. durante las eliminatorias, entre 180 y 190 latidos/min. en las semi-finales y entre 185 y 195 latidos/min. en las finales. El consumo medio de oxígeno de 4,5 L/min. para esta distancia alcanzó 91% del máximo en el ergómetro. Además, los resultados obtenidos en 1.000m. parecían indicar un tope en piragüismo, ya que no pudieron incrementarse ni girando contra el viento ni siguiendo un recorrido más extenso.

En una prueba de 10.000m., el ritmo cardíaco empezó a unos 180 latidos/min., incrementándose después a unos 190 latidos/min. durante gran parte de la carrera y alcanzando unos 195 latidos/min. en el sprint final. En esta prueba simulada sobre 10.000m. se gastó un 86% del consumo máximo de oxígeno de las piernas. En las 3 pruebas mencionadas, se observaron altos contenidos de lactato en la sangre (de 12 a 14 mmol/L en los campeones). El consumo de oxígeno era directamente proporcional a la velocidad del agua en el orden de 9.0 a 12.6 km/h., pero no se observaron otros incrementos en velocidades mayores. Es muy posible que el mayor gasto de energía en velocidades superiores a 12.6 km/h. se compensara anaeróbicamente.

## 5. CONDICION FISICA IDEAL

### 5.1 Estatura

El palista con probabilidades de éxito suele ser un poco más alto (de pie) que la media indicada en la Tabla I, pero la estatura excesiva acarrea dificultades a la hora de mantener la embarcación en equilibrio. Por ello, la estatura en posición sentada puede ser inferior al de la media de la población (Gedda y otros 1968). Sidney y Shephard (1973) hallaron un coeficiente de correlación de 0.57 entre la evaluación del entrenador sobre la capacidad general y la estatura de pie, mientras que Hirata (1983) demostró además que los ganadores en la mayoría de los tipos de competición olímpica eran de 2 a 8 cm. más altos que los atletas menos afortunados. Asimismo, Armand (1983) observó que los palistas de kayak eran un poco más altos que los de canoa, y que los participantes olímpicos en Francia eran más altos que los demás deportistas. Analizando los datos proporcionados por Hirata (Tabla II), se manifiesta una tendencia secular hacia participantes cada vez más altos, con poca diferencia entre las pruebas múltiples o sencillas, pero denotando, eso sí una

Tabla I. Las características de los piragüistas (canoa/kayak)

Referencia	Pruebas	Masc. Junior		Masc. Senior		Femenino	
		estatura (cm)	masa corp.(kg)	estatura (cm)	masa corp.(kg)	estatura (cm)	masa corp.(kg)
Armand (1983)	en kayak		68-70	179,5	77-79	167,5	61-63
	en canoa		68-70	177,5	71-73		
	equipo olímpico			182	79	166	60,5
Avramoff y Cionabu (1983)							71,5
Carter (1982)	en Canoa			185,4	79,1	170,7	63,0
Cermak y otros (1975)	en Canoa y kayak			177,6	75,8		
Dal Monte y Leonardi (1976)				180,4	79,8		
Derrives-Deluzurieux (1984)	en kayak			175,2	65,7		
	en canoa			174,5	67,5		
Dransart (1977) <sup>a</sup>	Descenso K-1		66,3		68,3		
	Slalom K-1		65,8		66,6		
	Descenso C-1				69,6		
	Slalom C-1				69,8		
	Aguas Tranquilas				73,4		
Heller y otros (1983)	en kayak	181-183	74-79	180-186	79-87	168-171	64-66
	en canoa	176-179	74-76	177-178	77-80		
Hirata (1977)	en canoa			180-181	80-87		
	en kayak			179-185,8	82-87,8	170-178	69,5-78,0
Horvath y Finney (1969)	piragüistas de Hawai				73,2-75,7		
Melin y otros (1982)	Descenso			171-175	70,7-72,0	163-167	53,2-67,0
Selinger (1969)	en Canoa C-2			177,2	75,1		
	C-1			181,0	75,0		
	en kayak			178,0	76,2	165,5	62,2
Sidney y Shephard (1973)		173	64,0	180	79,2	166	57,3
Tesch (1983)				185	80		
Tesch y Karlsson (1985)				184,7	80,9		
Tesch y Lindeberg (1984)				186,2	82,4	169,8	66,5
Vaccaro y otros (1984)	Descenso			179,9	76,3		
Vrijens y otros	en Kayak			178,7	77,6		

a= club a escala regional

diferencia de 3,5 cm. entre los maestros del kayak y aquellos de la canoa.

### 5.2 Masa corporal

Los competidores más jóvenes (junior) suelen ser relativamente ligeros. Por ejemplo, Sidney y Shephard (1973) hallaron que su masa corporal media estaba 3.8 kg. por debajo del peso teóricamente ideal. Por el contrario, los adultos estudiados ofrecían bastante exceso de masa (5.8 kg. en los hombres y 9.5 kg. en las mujeres. El exceso de masa se pudo atribuir a tejidos sin grasa que contribuían en gran medida al rendimiento del atleta; la correlación entre su capacidad general y su masa de carne sin grasa, era de 0.72. Hirata (1977) demostró que los ganadores de las medallas de oro en Montreal eran de 3 a 10 kg. más pesados que los competidores normales (Tabla II). Armand (1983) observó una diferencia de 6 kg. de masa media entre los palistas de kayak y de canoa, mientras que los datos de Hirata sitúan la diferencia en 2.9 kg. para las medallas de oro (Tabla II).

### 5.3 Grasa corporal

Los competidores junior carecen por así decir de grasa subcutánea. Sidney y Shephard (1973) informaron que el espesor medio de 8 capas cutáneas cubría únicamente un 55% del total previsto para una persona cuya masa era teóricamente ideal. Los resultados obtenidos fueron bajos para las mujeres, excepto en la zona de las rodillas. Se especuló que la inmovilidad de las rodillas pudiera haber contribuido a la acumulación de grasa en esta zona del cuerpo. Carter (1972) también comparó espesores, hallando resultados de 6.3 y 11.6 mm. en palistas de ambos sexos en México D.F., al tiempo que en Montreal, se recogían las cifras de 6.2 y 12.6 mm. El somatotipo Health-Carter consistía en un mesomorfo ectomórfico (1.5/5.2/3.1 en el hombre, 2.8/4.1/2.9 en la mujer, ambos atletas). Tesch (1983) señaló un 6% de grasa corporal en los palistas de kayak. Heller y otros (1983) utilizaron una fórmula basada en 10 capas cutáneas para establecer la grasa corporal en 10 a 12% en los palistas de canoa junior, 6 a 10% en los palistas de kayak masculinos, y 13 a 17% en las kayak femeninas. Pesando el equipo americano de Slalom (masculino) bajo el agua, se obtuvo un resultado de 10.4% de grasa corporal (Vaccaro y otros 1984). Mientras la grasa sirve de aislante y ayuda a la flotación, también incrementa la impedancia del movimiento hacia delante de la embarcación (proporcionalmente al cuadrado de la embarcación + la masa corporal).

Tabla II. Incidencia del tipo de prueba en la estatura y el peso idóneos (basado en datos de Hirata 1977)

		Olimpiada Montreal				Olimpiadas Tokyo		Olimpiadas Munich	
		masc.		fem.		masc.	fem.	masc.	fem.
		oro	normal	oro	normal				
<b>Estatura (cm.)</b>									
500 m.	K-1	183,0	180,0	178,0	170,0	178,1	165,4	179,3	165,2
	K-2	185,0	180,0	170,0	169,0	177,2	165,8	178,0	167,2
1.000 m.	K-1	188,0	180,0					175,6	
	K-2	179,0	179,5					173,8	
	K-4	185,8	181,5			178,0		179,3	
kayak (en conjunto)		184,2	180,2	174,0	169,5	177,8	165,6	177,2	166,2
500 m.	C-1	180,0	178,0			179,7		178,4	
	C-2	181,0	179,5			178,0		178,0	
1.000 m.	C-1							177,4	
	C-2	181,0	179,0					173,8	
Canoa (en conjunto)		180,7	178,8			178,9		176,9	
<b>Peso (kg)</b>									
500 m.	K-1	85,0	79,0	78,0	63,5	75,8	63,5	76,0	63,0
	K-2	84,0	77,0	69,5	64,0	75,0	61,3	75,0	65,8
1.000 m.	K-1	87,0	77,0					70,2	
	K-2	82,0	76,0					71,2	
	K-4	87,8	78,5			76,0		77,0	
Kayak (en conjunto)		85,2	77,5	73,8	63,8	75,6	62,4	73,9	64,4
500 m.	C-1	87,0	78,0			76,6		78,2	
	C-2	80,0	76,8			77,3		77,0	
1.000 m.	C-1		80,5					74,8	
	C-2	80,0	76,5					71,2	
Canoa (en conjunto)		82,3	78,0			77,0		75,3	

## 6. FUERZA Y VELOCIDAD MUSCULARES

### 6.1 Fuerza isométrica

Pese a la deficiencia de datos normativos, Sidney y Shephard (1973) pudieron concluir que el tronco de los piragüistas de descenso no era excesivamente fuerte. La potencia de sujeción de la pala era normal dentro de lo alto y la capacidad de extender las rodillas y flexionar los codos estaba bien desarrollada. Los coeficientes de correlación para el rendimiento en conjunto eran de 0.58 en la extensión de las rodillas, 0.29 en la sujeción de la pala, 0.11 en la flexión de los codos, y de 0.13 en la suma de las fuerzas que intervienen en la espalda. La correlación en un total de 6 resultados sobre la fuerza, fue de 0.45, aunque la misma se redujo a cero una vez normalizada por concepto de peso.

Cermak y otros (1975) señalaron asimismo unas cifras poco espectaculares en materia de extensión y flexión de los codos, pero la fuerza de extensión del tronco era 29% superior al de los estudiantes sin entrenar. Vaccaro y otros (1984) midieron la flexión del tobillo, la extensión del hombro y de la rodilla, encontrando resultados que alcanzaban un 95.3% de los parámetros empleados en realizar sus pruebas de fuerza. Tesch (1983) observó una similitud en la potencia isométrica de extensión de los hombros en los palistas de kayak, esquiadores acuáticos y culturistas.

### 6.2 Rendimiento isocinético

Tesch (1983) encontró un parecido en el rendimiento isocinético de los palistas de kayak, esquiadores acuáticos y culturistas a velocidades angulares de 15 a 180 grados/seg. Sin embargo, el ir soltándose con contracciones repetidas era menor en los palistas que en los esquiadores acuáticos. Asimismo, Clarkson y otros (1982) notaron que los músculos flexores de los palistas americanos de élite eran resistentes a la fatiga.

### 6.3 Velocidad muscular

El ritmo normal de paleo oscila entre 65 paladas/min. en una canoa de dos plazas y 120 paladas/min. en un kayak de 4 plazas (Armand 1983). Incluso esta última cifra está muy por debajo del máximo de 229 r.p.m. observado por el mismo autor durante el pedaleo sin carga de un ergómetro de brazo. Tanto Armand (1983) y Vandewalle y otros (1983) diseñaron un diagrama fuerza/velocidad para los piragüistas, comparando su rendimiento con el de otros tipos de atletas (Tabla II). Puede que la velocidad máxima fuera un poco más alta de lo normal, pero la potencia de los brazos era netamente superior al de las otras categorías de competidores

que fueron examinados especialmente en los palistas de kayak. Conste que la potencia máxima se desarrolló a la mitad de la velocidad máxima (120 r.p.m.), correspondiendo con bastante exactitud al ritmo utilizado en un kayak de 4 plazas.

## 7. CAPACIDAD Y POTENCIA ANAEROBICA

### 7.1 Problemas de medición

La capacidad y potencia anaeróbicas son evidentemente importantes en los recorridos cortos. Más arriba se ha hablado de la potencia anaeróbica. Ahora hay ciertos datos disponibles; por ejemplo, Logan y otros (1980) citan la emisión de 70W de potencia durante 20 segundos por parte de los piragüistas canadienses. No obstante, Armand (1983) ha advertido los problemas inherentes a la realización de pruebas de esfuerzo total en competidores internacionales (por ejemplo las pruebas Wingate o Margaria). Los resultados deportivos dependen ineludiblemente de la motivación del atleta, y suele ser difícil convencer a éste último de realizar el máximo esfuerzo fuera del agua. Existen el temor hacia los accidentes, la negativa a aceptar el dolor, y el rechazo de lo que se considera como un proceso de selección fisiológica.

Tabla III. La relación fuerza/velocidad en varios tipos de atletas, utilizando un ergómetro de brazo (basado en los datos de Vandewalle y otros (1983) así como de Armand (1983)). Los kayakistas son de nivel internacional, mientras algunos de los demás atletas están a niveles inferiores de competición.

Referencia	Deporte	Velocidad max. (rpm)	Fuerza max. (N)	Potencia max (W)
Vandewalle y otros (1983)	Canoa/kayak	243	165	948
	hombres	218	103	549
	mujeres			
	Balonmano (hombres)	230	134	768
	Boxeo (hombres)	240	124	768
	Tenis (hombres)	237	112	662
	Sedentarios (hombres)	222	104	578
Armand (1983)	Kayak senior (hombres)	226	122	1045
	Kayak junior (hombres)	216	171	698
	Canoa senior (hombres)	233	147	916
	Canoa junior (hombres)	213	180	642
	Canoa/kayak senior (mujeres)	211	187	583
	Canoa/kayak junior (mujeres)	193	222	413



## **7.2 La tolerancia anaeróbica**

Cerretelli y otros (1979) así como Tesch y Lindberg (1984) han coincidido en admitir el gran nivel de tolerancia anaeróbica de los piragüistas. Y no parece ser tan sólo cuestión de masa o tensión muscular. Los factores posibles incluyen la absorción rápida de oxígeno pasajero (Cerretelli y otros 1979), la adaptación localizada en los músculos de los hombros, junto con una alta densidad capilar (Tesch y Lindberg 1984), un gran potencial de oxidación (Gollnick y otros 1972), y una actividad deshidrogenizante baja en lactato (Tesch y otros 1976).

## **7.3 Pago de la deuda de oxígeno**

Uno de los primeros estudios de Seliger (1969) recogió un pago de deuda de oxígeno de 3.8L en los palistas de canoa masculinos (C-2, recorrido de 1.000m.), 8.2L y 4.5L en los palistas de kayak masculinos y femeninos, respectivamente (K-1, recorrido de 500m.). Por su parte, Sidney y Shephard (1973) estudiaron a los piragüistas de aguas bravas durante sus esfuerzos en ejercicios de máximo valor, en tapiz rodante. Los niveles más altos de lactato sanguíneo alcanzaron 14.1mmol/L en los hombres adultos, 13.4mmol/L en las mujeres adultas y 16.2mmol/L en los adolescentes masculinos. Los volúmenes correspondientes de deuda de oxígeno pagados fueron de 7.2, 4.6 y 6.6L en contraste con 7.3L para los nadadores universitarios y 6.3L para chicos sedentarios. A medio tiempo del pago de la deuda de oxígeno con sus componentes rápidos y lentos, los resultados fueron bastante parecidos a los de otras clases de atletas. Existía una significativa correlación entre la capacidad general y la deuda de oxígeno (0.68), que no obstante desaparecía al ser normalizados los datos por concepto de masa corporal. Heller y otros (1983) señalaron una deuda de oxígeno algo más elevada, de 9L sobre un recorrido de 1.000m, mientras que los palistas de Hawai estudiados por Horvath y Finney (1969) acumularon una deuda de oxígeno de 5.55L.

## **7.4 Niveles de lactato**

Cermak y otros (1975) apuntaron lecturas de lactato en la sangre que alcanzaron hasta 18.4mmol/L en los sujetos masculinos y 16.8mmol/L en los femeninos durante el uso de un ergómetro de paleo. Sin embargo, muchos autores han hallado cifras más bajas que para el trabajo de piernas, pudiendo deberse en parte a que intervienen volúmenes musculares más reducidos. Tesch y Lindberg (1984) hallaron cifras de 5.0mmol/L (hombres) y 6.0mmol/L (mujeres) mediante ejercicios agotadores de ergometría en los brazos. Asimismo, Dal Monte (1983), apuntó valores más bajos tras la ergometría en canoa que los obtenidos con los ejercicios

en tapiz rodante (Tabla IV), Heller y otros (1983) recogieron niveles de lactato alcanzando un tope de 11 y 12mmol/L en el tapiz rodante, pero de tan sólo 8 a 10mmol/L tras carreras simuladas (1.000m. para los hombres y 700m. para las mujeres).

La motivación también puede suponer un problema en el laboratorio. Melin y otros (1982) hallaron concentraciones de 14.2mmol/L en ergometría de brazo, y 6.1 a 12.8mmol/L en recorrido de aguas bravas. Estas cifras contrastan con las de Dal Monte (1983) y Tesch y otros (1984) que obtuvieron resultados más elevados durante pruebas activas simuladas (14mmol/L) que en los experimentos realizados en el laboratorio. En los palistas de Hawái, los niveles de lactato definitivos resultaron ser de 8.1mmol/L (Horvath y Finney 1969).

Tabla IV. Niveles de lactato en la sangre medidos con ergómetro de canoa durante ejercicios de valor máximo (según datos de Dal Monte 1983).

Prueba	Sujeto (masc/femen)	Lactato sanguíneo (mmol/L)
Canoa (Slalom)	M	6,7
Kayak (Slalom)	M	12,8
	F	8,8
Canoa	M	7,6
Kayak	M	6,1
Canoa (Aguas Bravas)	M	6,7
Kayak (Aguas Bravas)	M	5,8
	F	5,3
Canoa (2.000m.)	M	13,3

## 8. POTENCIA AEROBICA Y RENDIMIENTO CARDIO-RESPIRATORIO

### 8.1 Función en descanso

El ritmo cardíaco de los piragüistas en descanso es relativamente rápido. Sidney y Shephard (1973) recogieron resultados en descanso de 71 latidos/min. en competidores masculinos adolescentes, 60 latidos/min. en hombres adultos y 67 latidos/min. en las mujeres. Armand (1983) apuntó de 55 a 56 latidos/min. (mayores en algunos finalistas olímpicos), mien-

tras que Derrives-Deluzurieux (1984) hallaron una media de 63 latidos/min. para los palistas de kayak y 68 latidos/min. para los de canoa. Las cifras suelen ser bastante elevadas inmediatamente antes de la carrera (más de 100 latidos/min. (Melin y otros 1982; Tesch y otros 1984).

La presión sistólica sanguínea es bastante elevada (135/-175mm Hg en los palistas de kayak, y 132/74mm Hg en los de canoa). Esto puede indicar un alto volumen sanguíneo, aunque Armand (1983) atribuyó estos resultados al bloqueo de la circulación por fijación de la caja torácica durante el paleo.

El volumen pulmonar de los piragüistas no es especialmente notable en comparación con los niveles normales. Sidney y Shephard (1973) observaron capacidades vitales de 5.16, 4.77 y 3.70L BTSP en hombres adultos, adolescentes y mujeres, respectivamente. No obstante, existía una importante correspondencia entre la capacidad vital y el rendimiento (0.64 para la capacidad vital absoluta, y 0.69 para el porcentaje previsto en relación con la edad y la estatura). Derrives-Deluzurieux (1984) hallaron volúmenes algo mayores, quizás por haber incluido competidores de fondo (6.03L en los palistas de kayak masculinos y 5.43L en los de canoa). Avramoff y Ciabanu (1977) recogieron un volumen medio de 5.20L en las piragüistas rumanas.

### 8.2 Respuesta metabólica al ejercicio

Vrijens y otros (1975) comentaron que durante el ejercicio de piernas, desarrollaban los palistas una ventilación mayor a la que daban los controles a cualquier ritmo determinado de trabajo exterior. Pero al tratarse de ejercicio de brazos, se invertía la situación, reflejando en parte la fuerza relativa de los músculos del brazo y dando así lugar a una acumulación menor de lactato durante el trabajo de brazos a niveles inferiores al valor máximo. Ya se han discutido más arriba otros factores que atañen a la acumulación de lactato.

### 8.3 El transporte de oxígeno y el rendimiento

Como en otros deportes en los que la masa corporal tiene un soporte, el rendimiento se define mejor por el valor absoluto que por el relativo, en términos de potencia aeróbica (Sidney y Shephard 1973; Tesch y otros 1984). Sidney y Shephard (1973) anotaron resultados de carreras efectuadas en tapiz rodante de 3.8L/min (60ml/kg/min) en los adolescentes masculinos, 4.5L/min (55ml/kg/min) en los adultos, y 2.8L/min (49ml/kg/min) en las mujeres, todos ellos participantes en pruebas de aguas bravas. Los integrantes del equipo de aguas bravas masculino americano (Vaccaro y otros 1984) alcanzaban en el tapiz rodante un consumo máximo

de oxígeno de 4.7L/min (61ml/kg/min). Heller y otros (1983) obtuvieron resultados que llegaron a alcanzar 5.26L/min en piragüistas adultos, mientras que las kayakistas femeninas alcanzaron niveles de 3.3 a 3.4L/min. Los palistas de embarcaciones del tipo batanga desarrollaron un promedio de 3.8L/min. (Horvath y Finney 1969).

Tabla V. Estudio comparativo del  $\text{VO}_2^{\text{max}}$  en tres tipos de competición (según datos de Dransart -1977- en los campeonatos franceses).

Prueba	Masa corporal (kg)	Absorción máxima de oxígeno	
		L/min	ml/kg/min
Carrera en aguas tranquilas	73,4	4,59	62,6
Descenso en aguas bravas	68,4	4,19	61,3
Slalom	70,8	3,94	55,6

Otros, utilizando un ergómetro de pierna, han dado a conocer resultados de hasta 5.3 y 5.6L/min (Avramoff y Ciabanu 1977; Cermak y otros 1975; Dransart 1977; Hollmann y otros 1964; Israel y Brenke 1967; Rusko y otros 1978; Tesch y otros 1976, 1984; Vrijens y otros 1975). Tesch y otros (1984) citaron promedios de 4.94L/min (74ml/kg/min) en los adolescentes suecos, 5.07L/min (65ml/kg/min) en los adultos, y 5.4L/min (68ml/kg/min) en un campeón sueco; a su modo de ver, una puntuación elevada era imprescindible para conseguir el éxito. Dransart (1977) informó de un competidor francés con un resultado de 5.56L/min (85ml/kg/min), señalando que las previsiones submaximales (Astrand) infrabalaraban hasta un 33% la puntuación media, recogida directamente. Dicha puntuación variaba ligeramente según el tipo de prueba (Tabla V). Los estudios sobre equipos femeninos no son tan numerosos, aunque las competidoras rumanas alcanzaron un promedio de 3.8L/min (53ml/kg/min) (Avramoff y Ciabanu 1977).

#### 8.4 Relación entre brazos y piernas

Un criterio de suma importancia para el piragüista es el consumo máximo de oxígeno centralizado que se puede efectuar durante el ejercicio de los brazos. Este tema ha sido abordado mediante el uso de ergómetros de brazo

(Gollnick y otros 1972; Heller y otros 1984; Israel y Brenke 1967; Melin y otros 1982; Pendergast y otros 1979; Tesch y otros 1984; Thomson y Scrutton 1978; Vaccaro y otros 1984), la recogida de aire en las canoas (Saltin 1966), la extrapolación inversa de los datos de consumo de oxígeno durante el período de recuperación (Heller y otros 1984; Léger y otros 1980), así como el uso de diversos tipos de simuladores de canoa y kayak (Campagna y otros 1982; Dal Monte 1983; Dal Monte y Leonardi 1976; Dal Monte y otros 1981; Dransart 1977; Pyke y otros 1973; Wojcieszak y otros 1984). Mientras que una persona normal sedentaria sólo puede utilizar un 70% de la capacidad de las piernas mientras también se usan los brazos (Bergh y otros 1976; Bobbert 1960; Simmons y Shephard 1972), el promedio para los piragüistas es mucho más elevado (Tabla VI). Mientras usan los brazos, pueden alcanzar el mismo ritmo cardíaco que el obtenido en el tapiz rodante (Tesch 1983), pero el transporte de oxígeno se encuentra limitado por un volumen respiratorio más bajo por minuto, así como por diferencias en el volumen de palada y en el oxígeno arteriovenoso.

Tabla VI. Porcentaje del  $VO_2^{max}$  de piernas desarrollado por los piragüistas

Referencia	% de $VO_2^{max}$ de piernas
Vrijens y otros (1975)	
Palistas	89
Controles	81
Cermak y otros (1976)	
Palistas masculinos	95
Palistas femeninas	100
Dransart (1977)	77
Tesch y otros (1984)	
Palistas	87
Vaccaro y otros (1984)	89

Heller y otros (1984) han insistido sobre las dificultades en alcanzar un tope de consumo de oxígeno cuando el paleo se combina con la recogida de gas, y por ello prefieren el sistema de extrapolación inversa propuesto por Léger y

otros (1980). No obstante, Tesch y otros (1984) han encontrado palistas que podían alcanzar casi el 100% de su puntuación de piernas tanto con un ergómetro de brazo como mientras se hallaban en sus canoas.

## **9. TIPO DE FIBRA MUSCULAR, RESERVAS DE GLUCOGENO Y DE LIQUIDO**

### **9.1 Tipo de fibra muscular**

En vista de la gran importancia del deltoides para el kayakista, los competidores de fondo muestran una proporción sorprendentemente elevada de fibras de contracción lenta en este músculo (63%, en comparación con 44% para estudiantes típicos) (Gollnick y otros 1972; Tesch y Karlsson 1985). La composición muscular óptima parece ser de 45 a 50% de fibras de contracción lenta durante una prueba de 500m., de 60 a 70% en una carrera de 1.000m. y de 60 a 80% en una prueba de 10.000m.

### **9.2 Reservas de Glucógeno**

Los competidores pueden realizar hasta seis carreras de 1.000m. y tres de 10.000m. en 3 días, con la subsiguiente tensión en sus reservas de glicógeno. En una carrera de 10.000m., un 80% de las fibras de contracción lenta y un 10% de las de contracción rápida se vacían de glucógeno (Tesch y otros 1984), mientras que el promedio del contenido muscular baja de 88 a 40mmol. En una prueba de 180km., o sea, una prueba de marathón de 4 días de duración, un 70% de los competidores mostraron niveles de glucosa en la sangre menores de 3.9mmol/L, y en 27% de los casos, los niveles eran aún inferiores a 3mmol/L; hubo incluso que aplicarle a un competidor glucosa intravenosa en la meta (Noakes y otros 1985).

### **9.3 El equilibrio líquido**

La pérdida de líquido puede ser importante después de una prueba larga (Horvath y Finney 1969). Noakes y otros (1985) han señalado un ritmo de transpiración del 0.5 a 1.0L/h. Tesch y otros (1984) observaron por su parte una pérdida de un kilo de masa corporal tras una prueba de 10.000m. en temperaturas tan bajas como 12 a 13°C. Parte de esta pérdida es sin duda atribuible al agua en relación con el glucógeno, pero también puede haber suficiente deshidratación real para afectar la capacidad de trabajo, especialmente si la carrera ha tenido lugar en un día caluroso. Desgraciadamente es difícil paliar la falta de líquido bebiendo durante la prueba, pero se pueden en cambio colmar las reservas

tomando 500ml de una bebida conteniendo un 5% de solución de glucosa unos 30 minutos antes de la carrera.

#### 9.4 Temperatura base

Nadel (comunicación personal) examinó el incremento de temperaturas base mientras los sujetos analizados paleaban sus kayaks bajo temperaturas de 20 a 22°C. En relación con el ejercicio de las piernas, las temperaturas del esófago subieron más y las del recto menos, reflejando una distribución variable del calor corporal.

### 10. PREVISIONES FISIOLÓGICAS SOBRE EL RENDIMIENTO

Sigue siendo discutible hasta qué punto ayudan las pruebas fisiológicas a identificar al gran competidor internacional, o a establecer los puntos flacos en el plan de entrenamiento de un individuo determinado. Muchas de las variantes que parecen interesantes vienen determinadas por el tamaño del cuerpo, relacionándose entre sí, y no se sabe hasta qué punto un resultado alto en determinado tipo de medición pueda compensar a otro que resulte bajo en una segunda medición. Asimismo, intervienen elementos no paramétricos, como son la destreza, la experiencia y la resistencia ante el stress, cuya contribución es de vital importancia, especialmente en las pruebas de slalom y descenso en aguas bravas.

Sidney y Shephard hallaron que las variables coincidían bastante con la evaluación del entrenador en términos de capacidad general, incluyendo criterios como la potencia muscular, la estatura, la capacidad vital, la potencia aeróbica, la deuda de oxígeno, la masa corporal sin grasa y los años de experiencia en competición. Se utilizó un método de evaluación no paramétrica para combinar estos datos. El resultado acumulativo mostró una alta correspondencia con la evaluación del entrenador (8.87); la excepción principal (las pruebas le concedían gran importancia mientras que los entrenadores sólo le situaban en tercer lugar) fue un individuo cuyo rendimiento era buénsimo en competiciones a nivel nacional, pero que se dejó sobrepasar por otros dos canadienses bajo las condiciones del Slalom olímpico, debido, sobre todo, a que acumuló muchos puntos de penalización al fallar las puertas, un problema que no había sido detectado por las pruebas fisiológicas.

### 11. FACTORES PSICOLÓGICOS

Las pruebas de slalom y descenso ejercen mucho stress

psicológico. Se producen temores al frío, a los rápidos y a desafíos desconocidos (Derrives-Deluzurieux 1984). Además, se ha de mantener un alto nivel de concentración a lo largo de la carrera para efectuarla lo mejor posible, esquivando puertas y/o rocas.

Mediante cuestionario sometido a los entrenadores, relativo a las características psicológicas de los competidores, Dransart (1977) concluyó que las características principales del palista de aguas tranquilas eran la obstinación, la eficacia, el aceptar el dolor, el conocimiento de sí mismo y el auto-dominio. Al piragüista de aguas bravas le gustaba tomar riesgos, aunque también resaltaban la eficacia, la obstinación, la búsqueda de aventura, el conocimiento de sí y el auto-dominio. El competidor de slalom por su parte, se caracterizaba por la eficacia, la obstinación, la reflexión, el gozo del juego, el conocimiento de sí y el arte, mientras que el "excursionista" se destacaba por su sentido de independencia, aventura, sensibilidad, disfrute del esfuerzo, hostilidad ante la confrontación y ausencia de sumisión a las reglas.

Schweitzer (1980) realizó otras pruebas con el equipo francés de piragüismo junior. Una sencilla prueba estereotipada con papel y lápiz se efectuó con rapidez, buena memoria visual y buena capacidad de concentración. El test Cattell 16 PF mostró niveles de ansiedad bajos, siendo la inseguridad el factor principal de ansiedad entre los jóvenes. También se revelaron tendencias hacia la introversión, una personalidad en ascendencia, y una preferencia por las soluciones teóricas de problemas, en lugar de las prácticas. El test de evaluación psíquica reveló problemas de adaptación social debidos a sentimientos de inferioridad, de agresividad y a la necesidad de demostrar su valía ante el mundo, mientras que el test Rosenweig mostró poca tolerancia ante la frustración.

## 12. PLAN DE ENTRENAMIENTO

Como en otros deportes, algunos países como el Canadá tienen que hacer frente al problema de que sus ríos y lagos se encuentran helados durante gran parte del año, lo que interrumpe el proceso normal de entrenamiento. El objetivo del entrenador durante los meses de invierno ha de ser el buscar una forma de entrenamiento muscular y cardio-respiratorio que mantenga la alta relación brazos/piernas con respecto al consumo máximo de oxígeno. Las actividades como correr o el esquí de fondo son inadecuados para este propósito (Tesch y otros 1984). Se han diseñado máquinas de paleo aunque no se sabe con certeza si estos aparatos activan los mismos grupos musculares que se usan en carreras normales. Además, las características de la pala suelen



diferir en un aparato de entrenamiento, con el subsiguiente riesgo de adoptar posturas erróneas.

Siempre que lo permita el tiempo, el mejor plan de entrenamiento es el de efectuar competiciones de río, tanto sprints cortos como (para el competidor de fondo) de 150 a 200 km. de trabajo de fondo a la semana (Dransart y Gaud-Petit 1976; Tesch y otros 1984).

Según Klassen y otros (1970), el entrenamiento reduce el rendimiento cardíaco de los piragüistas durante esfuerzos submaximales (especialmente al reducir la circulación en zonas inactivas).

### 13. LOS PROBLEMAS MEDICOS DEL PIRAGUISTA

Los riesgos derivados del piragüismo (canoa y kayak) suelen ser objeto de debate (Burrel y Burrel 1982; Dransart 1976). Dietz y Baker (1974) hallaron que en los EE.UU., el ahogo ocupaba el cuarto lugar como motivo de accidente mortal. En el estado de Maryland, 5 de 117 incidentes tenían que ver con vuelcos de canoa.

Según Burrel y Burrel (1982), suelen ocurrir accidentes con los piragüistas inexpertos que se atreven con ríos que desafían su destreza, con un nivel de agua alto y bajo condiciones climáticas adversas. El Departamento californiano de Navegación (1973-74) halló que, en 35 de 38 accidentes mortales, los afectados habían omitido ponerse su chaleco salvavidas. Dransart (1976) estudió 30 accidentes en detalle. Veinte de ellos surgieron en presas, debiéndose al encharcamiento de la canoa o a la entrada en un remolino justo debajo de las cataratas. En estos últimos casos, al piragüista a veces no le fue posible salvar el peligro antes de agotarse o ahogarse. Otros seis incidentes recibieron el nombre de "hidrocución", un paro cardíaco o formación de fibrilación ventricular, causado bien por impacto mecánico o por el choque de inmersión repentina en agua muy fría. Dos kayakistas hallaron la muerte por una serie de razones; el agua y el viento fríos provocaron una hipotermia, el agotamiento y la confusión mental, con mayor riesgo de ahogarse, chocar contra las rocas o enredarse en el hielo o en las ramas que sobresalen. Las dos últimas víctimas de los accidentes de Dransart fueron palistas que habían sido succionados al interior de un remolino donde las rocas y otros obstáculos impidieron su salida del barco.

El consejo que se suele dar para salir de un remolino es permanecer en el barco. Por lo general éste último es más

largo que el remolino y es eventualmente expulsado. Un buen nadador también puede intentar bucear por debajo del remolino, aunque esto suele ser difícil por el equipo salvavidas que provee hasta 6kg. de flotación. Por último, se puede lanzar una cuerda a un compañero en otro barco. Las aguas bravas jamás han de bajarse en solitario (Dransart 1976).

Los piragüistas más expertos se ven a veces atrapados al hundirse el barco en sus piernas (Burrel y Burrel 1982).

### **13.1 Inmersión**

Baker y Atha (1981) informaron que 85 de 288 palistas de kayak habían experimentado una o más veces la inmersión en condiciones invernales. Los síntomas, por orden de frecuencia, eran dolor de cabeza frontal (89%), ansiedad (79%), dificultad para hablar (64%), desorientación temporal y espacial (62%), manos hinchadas (56%) y pérdida de conocimiento (6%). Resulta interesante apuntar que la desorientación a veces no sólo ocurría en agua fría, sino también en agua templada. Llevar un traje tipo buceador acelera la fatiga y limita la movilidad durante el paleo normal. Pocos kayakistas estarían dispuestos a llevar un traje de buceador, pero sí se deben llevar un traje ligero de neopreno, guantes y botines (Burrel y Burrel 1982). Bajo condiciones adversas, se puede completar el atuendo con un anorak a prueba de agua y un gorro de lana. Si vuelca el barco, también conviene hacer un fuego y secar la ropa. Incluso en verano, la temperatura de los torrentes alpinos no pasa del margen 0 a 8°C (Derrives Deluzurieux 1984).

La fisiología deportiva de la exposición al frío se ha vuelto a analizar recientemente (Shephard 1985). En piragüismo surgen problemas específicos derivados de la hiperventilación involuntaria (que puede causar la inhalación de agua y espasmos bronquiales) y el paro cardíaco o la formación de fibrilación ventricular (en relación con la inmersión repentina en agua helada, o el trabajo cardíaco adicional en hipertensión fría). El impacto del agua fría en el tímpano del oído puede causar molestias en la función vestibular y desorientación como ya se ha mencionado.

No suele haber muerte por hipotermia, salvo en los casos en que el atleta se ve atrapado por su barco en agua fría. Sin embargo, el enfriamiento progresivo puede causar problemas de discernimiento, y una sensación de alborozo que propicia los accidentes (Burrel y Burrel 1982).

### **13.2 Otros problemas**

El piragüista (canoa y kayak) se enfrenta con muchos de

los problemas médicos y quirúrgicos que normalmente afectan a otros sectores en medicina deportiva. Viajes largos de tipo recreativo adentrándose en los bosques exigen muchísima energía, y se han de llevar suficientes reservas de agua y comida en envases a prueba de agua. Beber agua del arroyo que parece "pura" puede causar gastroenteritis aguda o giardiasis grave (Brown 1976).

La exposición al frío sin previos ejercicios de estiramiento predispone a forzar los músculos. Surgen problemas en los tendones de zonas muy utilizadas, especialmente la zona del hombro (Derrives-Deluzurieux 1984) y de la muñeca (Burrel y Burrel 1982). Asimismo, la posición fija del cuerpo suele causar dolores en la parte inferior de la espalda en el palista de kayak y fatiga en el tendón de la corva, en el caso de la canoa. El paleo prolongado, al igual que en otras pruebas de tipo marathón, incrementa los niveles de creatina y de proteína reactiva al carbono en la sangre (Noakes y otros 1985).

Al volcar el barco, pueden producirse hematomas, contusiones y rozaduras contra las rocas, al igual que desgarraduras contra los lados del barco. Siempre conviene llevar un casco protector. Los tobillos pueden sufrir fractura por flexión dorsal forzada al chocar el kayak con un obstáculo, mientras pueden surgir dislocaciones en el hombro por hiperabducción, al cercar la barca contra una fuerte corriente (Burrel y Burrel 1982). El ablandamiento de la piel por inmersión repetida propicia las ampollas en las manos, así como panadizos, rozaduras y desgarraduras de orden secundario. La inmersión frecuente de la cabeza puede dar lugar a sinusitis e infecciones auriculares.

La fijación de la caja torácica durante el paleo vigoroso puede obstruir la circulación en las venas, favoreciendo la formación de varices (Buchholz y otros 1980).

Por último, se llama la atención sobre los accidentes que pueden surgir en el taller casero. La fibra de vidrio y las resinas de poliestireno utilizadas por los entusiastas para reparar una embarcación pueden causar dolores de cabeza, irritaciones en la córnea, y problemas herpéticos en la piel. El vapor y el polvo pueden a su vez provocar la tos, con irritaciones de la nariz y garganta y el uso frecuente de estos materiales puede causar leucopenia, daños hepáticos o renales y hasta principios de cáncer.

#### 14. CONCLUSIONES

En la última década, han avanzado mucho nuestros conocimientos de la ciencia y medicina del piragüismo (canoa y kayak). Se disponen de informes detallados relativos a la mecánica de la propulsión, la biomecánica de los miembros y el gasto de energía del paleo. Asimismo, ha habido buen número de estudios relativos a las características fisiológicas y la buena forma del cuerpo, pero dichas variantes tan solo han mostrado una relación limitada con respecto a los resultados de las pruebas internacionales. Otros factores determinantes importantes en materia de rendimiento son simplemente la destreza, la experiencia y el perfil psicológico, y hay que seguir investigando en estos campos. Se han señalado problemas médicos y quirúrgicos pero aquí también hay que seguir investigando para determinar la incidencia exacta a distintos niveles de competición y experiencia; por otra parte, hay que prestar mayor atención a los antecedentes inmediatos de heridas de todo tipo, con vistas a desarrollar medidas de prevención más eficaces.

**Referencias (Original Escuela Nacional de Entrenadores de Piragüismo).**