

FEDERACION ESPAÑOLA DE PIRAGÜISMO
Escuela Nacional de Entrenadores

enep



I JORNADAS DE PERFECCIONAMIENTO
TECNICO SUPERIOR DE PIRAGÜISMO

Número especial



JUNTA DE CASTILLA Y LEON



COMITE OLIMPICO ESPAÑOL

ESCUELA NACIONAL DE ENTRENADORES

COMUNICACIONES TECNICAS

Nº Especial

**1as. Jornadas de Perfeccionamiento Técnico Superior de Piragüismo
de Castilla y León**



escuela nacional de entrenadores

FEDERACION ESPAÑOLA DE PIRAGÜISMO

INDICE

| | |
|---|-----|
| Fundamentos morfo-fisiológicos de la mujer aplicados al deporte. | 7 |
| Entrenamiento del kayak femenino. | 23 |
| Valoración funcional y entrenamiento del canoista | 29 |
| La valoración funcional | 42 |
| El sobreentrenamiento | 55 |
| Correlación test de campo con parámetros de laboratorio en piragüistas de categoría infantil | 70 |
| Estudio del rendimiento de paleo en piragüistas adolescentes | 74 |
| Modelo analítico de valoración de la técnica de canoa y kayak | 77 |
| Munisvalías y piragüismo | 80 |
| Test para valorar la capacidad anaeróbica en piragüismo | 86 |
| La fuerza en los grupos de edad. Estudio estadístico de distintas varia- bles | 89 |
| Entrenamiento de fuerza especial de los piragüistas (Kayak-Canoa) | 100 |

**FUNDAMENTOS MORFO -
FISIOLOGICOS DE LA MUJER
APLICADOS AL DEPORTE**

Autor: Guillermo Cuesta Beltrán de Lubiano

Fundamentos morfo-fisiológicos de la mujer aplicados al deporte.

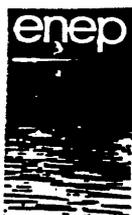
Autor: Guillermo Cuesta Beltrán de Lubiano

Instituto Municipal Deporte de Vitoria. (I.M.D. Gasteiz)

Introducción

Los Juegos Olímpicos de 1900 fueron la primera Olimpiada que incluyó deportes para la mujer (tenis y golf). En los Juegos de 1984 sólo 7 deportes olímpicos no tenían participación de la mujer. La participación de la mujer en el deporte ha ido aumentando progresivamente a pesar que **hasta la década de los años setenta se desaconsejaba a la mujer participar en deportes** que requerían actividad física intensa (resistencia, fuerza...). En 1973 Miki Gorman realizó 2 h. 46 min. 36 seg. en la prueba de marathón y en 1983 Joan Benoit realizó en la marathón de Boston un nuevo récord del mundo 2 h. 22 min. 42 seg. Coincidiendo con esto, **el papel del deporte y el ejercicio para la mujer cambió en nuestra sociedad**, con la aceptación del jogging por la mujer como actividad de recreo y beneficiosa para la salud. Asimismo, aumentaron los estudios y publicaciones sobre la capacidad de rendimiento de la mujer, hasta entonces escasas.

El objetivo de esta ponencia es poner de relieve algunas de las **características y respuestas fisiológicas de la mujer al ejercicio y entrenamiento**. Debe quedar claro desde el primer momento que básicamente la respuesta de la mujer al ejercicio y entrenamiento **no es diferente a la del hombre**. Después de todo debemos recordar que los mecanismos celulares controlados por respuestas bioquímicas y fisiológicas al ejercicio son los mismos en ambos sexos; sin embargo, sí hay diferencias en la magnitud.



Si observamos los resultados de los Campeonatos de España del año 1987 en algunas especialidades, podemos comprobar que el rendimiento deportivo de la mujer oscila entre el 80-90% del hombre, no existiendo diferencias significativas para ejercicios de piernas y de brazos. Por otro lado, las diferencias son máximas en el salto de altura y disminuyen en la natación. Con estos datos en la mente vamos a comentar cuales pueden ser los factores que condicionan esto.

Especialidad Hombre/Mujer Coeficiente rendimiento de la mujer

| | | | | |
|--------------------|---------|---------|-----------|----------|
| Atletismo 800m | .(SEN) | . 1:48" | .. 2:05" | .. (86%) |
| | .(JUN) | . 1:52" | .. 2:13" | .. (85%) |
| 10.000m | | 28:44" | .. 34:15" | .. (84%) |
| Salto de altura(m) | | 2:24" | .. 1:80" | .. (80%) |
| | | | | |
| Kayak K-1,500 | ..(SEN) | . 1:54" | .. 2:15" | .. (84%) |
| | .(JUN) | . 1:58" | .. 2:19" | .. (85%) |
| | | | | |
| Natación 200ml | | 1:52" | .. 2:03" | .. (91%) |

1.- Tamaño y composición corporal.

Quizás es la menos considerada y más clara diferencia entre ambos sexos. Las diferencias en la estructura ósea entre el hombre y la mujer son mínimas antes de la pubertad. **El pico de crecimiento** ocurre aproximadamente a los 12 años en la mujer y a los 14 años en el hombre, hecho que coincide con el aumento del diámetro biocromial y torácico. Existe una **distribución del tejido graso diferente**. Las chicas tienden a poseer relativamente más grasa en tronco en los primeros años de adolescencia, para luego tener similar porcentaje en tronco y extremidades. En los chicos ocurre lo contrario, luego mayor porcentaje en tronco (Malina y Bouchard, 1988).

En general, la mujer es unos 10 cms. más baja, su peso total es de 15 kg menor. Su peso graso 5 kg mayor (23%, mujer y 12,5%, hombre) y su peso libre de grasa es 19 kg menor. El hombre tiene mayor longitud de piernas, el 56% de su altura (en la mujer que es el 51%).

Algunas de las diferencias de rendimiento pueden empezar a ser justificadas por estas diferencias morfológicas. Así por ejemplo, en el salto de altura al tener el centro de gravedad más alto para el

hombre es ventajoso, y por el contrario, en natación el mayor peso graso de la mujer constituye una ventaja por un mejor índice de flotación.

2.- Sistemas de energía.

De los tres sistemas de energía (ATP-PC, anaeróbico-láctico, vía oxidativa) los dos primeros precisan de más investigación.

a) **ATP-PC. Vía anaerobia aláctica.** Ha sido demostrado que la **concentración muscular de ATP y PC en la mujer es similar al hombre** sobre 4mM.kg-1 y 16 mM.kg-1, respectivamente (Hultman y col., 1967). Sin embargo, debido a que la masa muscular total en la mujer es menor, **el total de disponibilidad de fosfágenos durante el ejercicio son menores (en valores absolutos).**

b) **Anaeróbico-láctico. Vía glucolítica anaerobia.** Se ha sugerido que **la mujer posee unas características en el músculo esquelético más favorables para el metabolismo oxidativo (aerobio)** y que su capacidad para obtener energía de la vía glucótica anaerobia está limitada respecto al hombre (menores lactatos postejercicio máximo) Astrand, 1960; Hagerman y col., 1974; Jacobs, 1981). Sin embargo, los lactatos máximos obtenidos por mujeres corredoras de medio fondo demuestran que no existen diferencias entre ambos sexos. Similares resultados ha obtenido Jacobs y col. en 1983 al comparar la acumulación de lactato intramuscular en hombres y mujeres después del test de Wingate (30 seg.) Todas estas observaciones cuestionan la hipótesis inicial por la cual la capacidad glucolítica de la mujer estaría limitada.

c) **Sistema 02. Vía oxidativa.** Numerosos han sido los estudios dirigidos a encontrar los mecanismos fisiológicos que diferencian la capacidad de resistencia entre ambos sexos. La variable más importante para cuantificarla es la **Potencia Máxima Aeróbica (máxima toma de oxígeno que un individuo puede alcanzar en ejercicio, expresado por V02 max) representa una interacción de potencial biológico y del grado de actividad física,** aunque su combinación relativa no se conoce.

Antes se consideraba que las diferencias biológicas por factores ligados al sexo en la capacidad de transporte y utilización del oxígeno que existe en la mujer era primario, (menor volumen sanguíneo, menor concentración de hemoglobina 25% en no entrenados y 12% en entrenados, menor tamaño del corazón, cuya capacidad

de bombeo determina el oxígeno que puede ser transportado a los músculos y menor masa muscular por peso corporal, 23% mujer comparado con el 40% en el hombre), sin embargo, posteriormente se sugiere que las diferencias radican en la falta de entrenamiento. Así Sparling en 1980 encontró diferencias entre hombres y mujeres del mismo deporte y nivel de competición menores que entre no entrenados (14 y 24%, respectivamente).

Igual que las vías anaeróbicas, el $\dot{V}O_2$ max es menor en la mujer que en el hombre (15-25%) a partir de la pubertad en valor absoluto. Cuando el $\dot{V}O_2$ max lo expresamos en relativo al peso corporal libre de grasa (kg LBM) estas diferencias se hacen más pequeñas (hecho que pone en desventaja a la mujer en actividades de carga) entre el 5% y 9% (ml/kg LBM/min) Sparling, 1980.

El porcentaje del $\dot{V}O_2$ max al que se encuentra la transición aeróbico-anaeróbica es similar en ambos sexos. Puede ser determinado por parámetros respiratorios (umbral anaeróbico) o por el incremento importante de lactato (OBLA), siendo más dependiente del metabolismo muscular que las diferencias cardio-respiratorias.

2a.- Entrenabilidad en la mujer. Los efectos del entrenamiento.

La discusión sobre el grado de entrenabilidad de la mujer está limitada por múltiples variables que se modifican en cada estudio. La influencia de factores como intensidad, frecuencia y duración del programa de entrenamiento, factores genéticos... y los efectos específicos del tipo de entrenamiento (potencia, resistencia, carrera a pie, bicicleta, remo, kayak...) no permiten establecer conclusiones. A pesar de ello nadie duda de los beneficios que en la mujer tiene como actividad física como se ha demostrado en varios estudios.

Los cambios inducidos son similares a los observados para el hombre: incremento de la potencia máxima aeróbica ($\dot{V}O_2$ max), ventilación máxima ($\dot{V}E$ max), incremento del pulso de oxígeno y mejora del rendimiento a intensidades submáximas. Del mismo modo, en el 80% de los estudios no se ha modificado la frecuencia cardíaca máxima (FC max).

La mejora del $\dot{V}O_2$ max en la mujer **depende sobre todo del nivel inicial** (13%, si el $\dot{V}O_2$ max inicial 42 ml.kg-1.min-1 mayor del 30%, si el $\dot{V}O_2$ max inicial 33 ml.kg-1.min-1) (Knowlton y col.,

1978) y de la **composición muscular** (% fibras musculares ST) Rusko y Rakhila, 1983.

Se ha sugerido que el mecanismo fundamental de mejora del V_{O2} max puede ser diferente entre ambos sexos. El hombre por incremento del volumen sistólico (V_s) y de la diferencia arterio-venosa de oxígeno (d_{av-O_2}). Por otro lado, (Kilbom y Astrand, 1971) encontraron que en la mujer aumenta el (V_s) pero no varía la (d_{av-O_2}). (Cunningham y Hill), 1975) atribuyeron esta hipótesis no a diferencias entre los sexos sino a diferentes efectos del entrenamiento determinado por la intensidad de este. SI la mujer entrenaba altas densidades (70-100% V_{O2} max.) durante 12 semanas también aumentaba la (d_{av-O_2}).

La sensación de fatiga a un % del V_{O2} max y nivel de lactato no difiere del nivel de entrenamiento ni del sexo. Correspondiendo el umbral de lactato (aproximadamente mmol.L y 70% V_{O2} max) con un grado

13-14 (escala de Borg) sobre 20. Demello y col, 1987).

3.- Perfil hematológico.

Varias diferencias fisiológicas entre ambos sexos son encontradas en los índices hemotológicos. La mujer, por ejemplo tiene un valor volemia, menor concentración de hemoglobina, menor hematocrito, mayor concentración de lipoproteínas de alta densidad (HDL), mayores niveles de estrógenos y menores de andrógenos que el hombre. **Puesto que algunas de estas variables se han considerado como responsables de las diferencias entre ambos sexos en la fuerza y potencia aeróbica, se ha examinado su posible influencia.**

El déficit de hierro por problemas nutricionales es un importante problema en ambos sexos. A la posible deplección de los depósitos por el entrenamiento se añade en la mujer las pérdidas por el flujo menstrual (pérdidas diarias de 1.3 mg de hierro). Las corredoras a pie tienen mayor riesgo que otros deportes.

4.- Fibras musculares.

La técnica de la biopsia muscular ha permitido a diferentes investigadores usar métodos histoquímicos y bioquímicos para examinar las fibras musculares del hombre y la mujer y así poder identi-

ficar las similitudes y diferencias en la composición así como del potencial metabólico de las fibras.

Se han establecido diferencias en la composición de las fibras más importantes entre atletas de resistencia y velocidad que entre los sexos. El porcentaje de fibras de contracción lenta (ST) para hombres y mujeres no entrenados es del 52% y 51.2% respectivamente, mientras que la media para mujeres deportistas varía entre 27.4 y 60.6%. Igual que ocurre con el hombre, las mujeres entrenadas para especialidades de resistencia presentan porcentajes mayores de fibras (ST) (Costill y col., 1976). **Del mismo modo, no existen diferencias significativas en el porcentaje de fibras (ST) entre deportistas de ambos sexos en una misma especialidad, existiendo diferencias en el tamaño de las fibras, siendo más grandes las fibras St en la mujer y las FT en el hombre (Saltin y col., 1977).**

Estudios realizados entre personas no entrenadas, reflejan que la mujer presenta fibras musculares con porcentaje del área FT y ST un 68 y 71% respecto al hombre, hecho que puede ser relacionado con las diferencias en los porcentajes se han encontrado entre mujeres deportistas de especialidades de fuerza y sprint. Sin embargo, en mujeres entrenadas para competiciones de resistencia las fibras musculares FT y ST es del 85% respecto a los hombres (en porcentaje del área) **siendo el porcentaje del área de las fibras ST/FT igual a 1.06, el mismo que para hombres entrenados para la resistencia.** Mientras el porcentaje de fibras determinado genéticamente, **el área de la fibras puede determinar si existen diferencias entre los sexos en la hipertrofia de las fibras FT por defecto de entrenamiento anaeróbico y/o fuerza.**

El potencial oxidativo de las fibras musculares esta normalmente reflejada por la actividad del enzima succinato-deshidrogenasa (SDH). Los niveles de su actividad se incrementan por el entrenamiento, dependiendo principalmente de la intensidad y nivel inicial de condicionamiento y siendo mayores en deportistas de resistencia respecto a los de fuerza y sprint, en ambos sexos. Rusko y col., (1978) reflejó igual actividad (SDH) en esquiadores de fondo de élite de ambos sexos, pero (Burke y col., 1977) encontró en ciclistas hombres un 50% mayor actividad (SDH) que en mujeres ciclistas. En mujeres entrenadas se han encontrado niveles de (SDH) dobles que en hombres no entrenados.

Se ha sugerido cierta limitación de la capacidad glucótica en la mujer (Komi y Karlsson, 1978; Nyggaard, 1981). Estudios realiza-

dos en los enzimas glucolíticos lactatos-deshidrogenasa (LDH) fosforilas a (PH) no muestran diferencias significativas entre hombres y mujeres practicantes de atletismo (Costill y col., 1976), pero mujeres ciclistas si presentan mayores niveles de (LDH) y (PH) que hombres ciclistas (Burke y col., 1977).

El músculo de la mujer parece presentar unas mejores cualidades para obtener energía por el metabolismo aeróbico, como se demuestra en los estudios bioquímicos que sugieren una menor capacidad glicolítica que el hombre, un mayor contenido de lípidos intracelulares (normalmente mayor en las fibras tipo ST), una utilización del 50% del glucógeno que el hombre en esquiadores, y la mayor duración de la mujer en ejercicios de muy baja intensidad (20% MCV).

Aunque el hombre y la mujer parecen tener similar composición en sus fibras musculares, resulta necesario investigar las posibles diferencias entre ambos sexos respecto al área de las fibras y los niveles de actividad enzimática.

5.- Fuerza.

Las diferencias de fuerza entre el hombre y la mujer deben ser examinadas desde dos puntos de vista:

a) **Fuerza absoluta.** De un modo general podemos decir que la fuerza muscular de la mujer es aproximadamente un 65% respecto al hombre, existiendo además diferencias entre los diversos grupos musculares. (p.e. la musculatura del torax, brazos y hombros 40%; antebrazos , mano 53%; tronco, espalda 60% y las piernas 73%. Como media, **un 55% en extremidades superiores y 70% en extremidades inferiores.**

La explicación de estas diferencias puede estar en que la mujer presenta una **menor masa muscular** (60 a 85% respecto al hombre), menores diámetros óseos y diferente grado de actividad física en sus grupos musculares. Bell y Jacobs en (1986) determinaron la existencia de **diferencias en la respuesta electromecánica en ejercicios de fuerza máxima** (tipo y proporción del reclutamiento de unidades motoras durante la contracción, excitabilidad de las motoneuronas y fenómenos eléctricos-bioquímicos asociados a la contracción-relajación de las proteínas contráctiles). Está diferente respuesta observada no existe si la contracción muscular es a un porcentaje del máximo. Aura y Komi, (1986) observaron **diferente**

capacidad elástica máxima en el músculo del hombre y la mujer (46% y 41%, respectivamente).

b) Fuerza en relación al tamaño corporal. Las diferencias disminuyen entre el hombre y la mujer si la fuerza se expresa en función del peso corporal total (60% para EESS y 85% para EEII) y aún más en función del peso muscular (65% para EESS y 100% para EEII).

No existen diferencias de fuerza entre los sexos si la expresamos en función de la altura a edades comprendidas entre los 7 y 17 años.

5a.- Entrenabilidad de la mujer. Efectos del entrenamiento de pesas.

El aumento de la fuerza muscular con el entrenamiento de pesas en el hombre y la mujer ha sido demostrado por varios autores. **El porcentaje de incremento en la fuerza para la mujer en algunos grupos musculares puede ser incluso mayor que en el hombre,** debido en parte a su más bajo nivel inicial (p.e. musculatura del torax). Resulta importante destacar este hecho, puesto que se había tenido una creencia de que la mujer era menos entrenable que el hombre con respecto a la fuerza. Programas de entrenamiento de 10 a 12 semanas de duración, dos o tres días por semana, entre 8 y 15 repeticiones pueden producir incrementos de la fuerza del 28-31% en ejercicios como el press de banca (PB) y del 20 % en ejercicios como las sentadillas (S) (Wilmore, 1974; Brown y Harrison, 1986), y del 37% (PB) y 28% (S) a las 24 semanas en deportistas más entrenadas, con edades comprendidas entre los 16 y 23 años (Brown y Wilmore, 1974).

A nivel de la composición corporal el entrenamiento de pesas, apenas produce variaciones del peso corporal total en la mujer, **pudiendo existir pérdidas significativas del tejido graso y aumento del peso muscular.**

Se ha observado que el entrenamiento de pesas con cargas altas, produce aumento del tamaño de los músculos en los humanos y en los animales, reflejo posiblemente de un aumento del diámetro de las fibras musculares, no observándose signos de hiperplasia. Sin embargo, **similares incrementos relativos de fuerza producen menor hipertrofia en la mujer que en el hombre** (Hettinger, 1961;

Wilmore, 1974). Incluso se han descrito incrementos del 44% en la fuerza sin signos de hipertrofia, sugiriéndose como explicaciones la menor concentración de testosterona en la sangre de la mujer y consecuentemente una mayor adaptación neural al entrenamiento de pesas en la mujer (hipótesis no aceptadas por todos los autores como Cureton y col, 1988).

Cureton y col, 1988 observaron **cambios similares en el hombre y la mujer** después de un programa de entrenamiento de 16 semanas con respecto a la fuerza y la hipertrofia muscular. La fuerza se incrementó de manera significativa en el hombre y la mujer, en flexores del codo (36.2 y 59.2%), extensores de codo (32.6 y 41.7%), flexores de rodilla (12.8 y 24.4%) y extensores de rodilla (28.8 y 33.9%), respectivamente. Signos de hipertrofia muscular son evidentes en los brazos, la circunferencia de los brazos aumentó un 7.9 en ambos sexos y el área de sección muscular medido por tomografía axial computerizada (TAC) aumentó 7 cm² o 16% y 5 cm² o 23%. En las piernas no se observaron signos de hipertrofia muscular, la circunferencia aumentó 1.7 y 2.3% y el área de sección muscular aumentó 2.9 en ambos sexos. El diferente grado de hipertrofia muscular inicial de los brazos y piernas puede influir en estos resultados.

6.- La regulación térmica.

La temperatura ambiental en la que se desarrollan muchas competiciones puede ser muy variable (extremas), por lo que el equilibrio térmico es difícil de mantener durante el ejercicio. A la producción de calor metabólico se añade la influencia de una posible temperatura ambiental elevada que puede que exceda la capacidad de disipar el calor del deportista. Los primeros estudios realizados demostraron que podían existir diferencias en la termorregulación entre ambos sexos (la mujer presenta mayor stress de calor que el hombre cuando ambos realizan una misma carga de trabajo absoluta e intensidades muy altas del V_O2 max), sin embargo, estudios más recientes cuestionan esta hipótesis. **La temperatura interna del organismo (T_c) durante el ejercicio está relacionada con la intensidad de trabajo (% V_O2 max).**

El rendimiento cardiovascular juega un importante papel en la regulación térmica, y así el entrenamiento de resistencia se asocia con una menor (T_c) en reposo, un mayor volumen plasmático en reposo y menor disminución en ejercicio, una mayor entrada de proteínas plasmáticas al espacio vascular durante el ejercicio, una menor frecuencia cardíaca, una mayor duración del tiempo del

ejercicio y un más rápido inicio de la sudoración en el tiempo a una (T_c). Cohen y Gisolfi, (1982) muestran que **entrenamiento fraccionado (interval training)** al 90-95% FC max a 22° C, disminuye el tiempo de aclimatación al calor (mejorando la tolerancia térmica).

Se observa que la aclimatación puede ser más rápida y eficiente en la mujer, dado que la respuesta al calor depende en mayor parte de su rendimiento cardiovascular (más bajo inicialmente y con mayor porcentaje de mejora en la mujer). Un aspecto que necesita mayor investigación es la importancia de factores morfológicos en la tolerancia al calor. Si tenemos en cuenta que la producción de calor durante el ejercicio es proporcional al peso corporal (wt) y las pérdidas y ganancias de calor a través de la piel es proporcional a la superficie corporal (BSA), algunos autores concluyen **que la mujer puede tener cierta ventaja en calor húmedo**, puesto que la mujer tiene una mayor relación superficie corporal a peso corporal (BSA/wt). Por otro lado, son varios los autores que sugieren que esto puede a su vez explicar la menor tolerancia de las mujeres en ambientes de calor seco (Avellini y col., 1980).

La influencia del ciclo menstrual es pequeña o no tiene efecto en el ejercicio expuesto al calor. Uno de los problemas que presentan estos estudios es el pequeño tamaño de la muestra, sin embargo, los resultados parecen confirmar que las variaciones de los niveles hormonales a lo largo del ciclo menstrual no afectan de manera importante la regulación térmica al ejercicio en el calor, en la mujer. **Tan sólo destacar que en la fase folicular, la más rápida disminución del volumen plasmático** con el aumento de la hemoglobina y osmoconcentración, no influye en los indicadores de aclimatación al calor (T_c , FC, índice de sudoración...).

Cuando existe deshidratación antes de la exposición al calor, ambos sexos muestran cambios similares.

7.- Alteraciones hormonales.

La participación de la mujer en programas de ejercicio regular ha hecho dirigir la atención al estudio de la respuesta hormonal al ejercicio por varias vías: a) modificaciones agudas hormonales asociados con el entrenamiento (estudios epidemiológicos de mujeres entrenadas y no entrenadas, y estudio longitudinales de la función menstrual en la mujer que participa en programas de entrenamiento).

El **problema que se plantea** en este tema es que varias hormonas están influenciadas por múltiples variables (variaciones diurnas, episodios de secreción, sueño o insomnio, alimentación o ayuno, dieta, temperatura, composición y peso corporal, factores emocionales, posición del cuerpo, ejercicio...) Algunas de estas, sólo o en combinación, pueden modificar los niveles hormonales y sus determinantes (producción, metabolismo, utilización y aclaramiento). Además de los efectos de una hormona pasa por la cuantificación de su concentración local libre, número y afinidad de sus receptores y potencia.

Del mismo modo, respuestas diferentes entre el hombre y la mujer son con frecuencia debidas a diferencias en el rendimiento, duración e intensidad del entrenamiento, más que a diferencias entre los dos sexos.

7a.- Modificaciones agudas con el ejercicio.

El efecto del ejercicio en las gonadotropinas (hormona folículo estimulante-FSH y hormona luteinizante-LH) por su liberación fásica y en las hormonas esteroideas sexuales (estrógeno y progesterona) por su hemoconcentración resultante de cambios de volumen plasmático durante el ejercicio o disminución del aclaramiento de las hormonas en la sangre, **es difícil de interpretar**. Sin embargo, el ejercicio breve e intenso causa **elevación de los niveles de testosterona y prolactina**. El aumento de los niveles de testosterona puede causar inhibición por feedback de la secreción de hormona luteinizante originando alteraciones menstruales. La explicación de por qué la elevación de los niveles de prolactina original amenorrea, no está clara. La prolactina, parece alterar el ciclo menstrual por acción directa sobre el ovario.

7b.- Modificaciones crónicas y menstruales con el entrenamiento.

La frecuencia de alteraciones menstruales como el retraso de la menarquia, irregularidades menstruales o amenorrea secundaria es mayor en **las deportistas (10-20%)** que en la **población en general (5%)**. Así mismo su frecuencia es mayor en las **corredoras a pie (26-45%)** y **bailarinas de élite (33%)** que entre las nadadoras y ciclistas (12%). **Determinar exactamente la influencia del ejercicio, es muy difícil** por multiplicidad de variables.

Las alteraciones menstruales suelen seguir las siguientes fases:

a) **Retraso en la menarquía** (por cada año de entrenamiento intenso retraso de 5 meses).

b) Alteración del desarrollo adolescente (retraso en el desarrollo del pecho, incremento de escoliosis, fracturas de stress (40-70%)...

c) **Acortamiento de la fase lútea** (2º parte del ciclo, menos de 10 días de duración con bajos niveles de progesterona) difícil detectar a no ser que se realice un estudio de infertilidad (determinación de progesterona o biopsia endometrial los días 21 a 23 del ciclo). Es un fenómeno reversible y está relacionado con variaciones en el volumen e intensidad del entrenamiento. No requiere tratamiento.

d) Anovulación con niveles de estrógenos normales.

e) **Amenorrea con niveles de estrógenos bajos** (estradiol menor de 39 ng/L, normal 107 ng/L).

* en estos dos últimos casos el tratamiento está basado en administrar medicamentos hormonales siempre bajo control médico.

f) Infertilidad.

Causas de amenorrea atlética: La pérdida de peso (<48 kg) y tejido graso (<17,5%) que con frecuencia acompaña al entrenamiento, puede originar amenorrea aún en ausencia de ejercicio (Frish, 1972), del mismo modo antecedentes de alteraciones menstruales, cambios en la dieta (baja ingesta de carnes rojas y calcio...), sueño y el stress físico y emocional (prisiones, academias militares...) puede contribuir a alteraciones menstruales. En todas estas circunstancias, la amenorrea es una situación irreversible. En las corredoras a pie se ha observado una relación entre el volumen de entrenamiento y la frecuencia de amenorrea (16 kms/sem, 6% y 113 kms/sem, 43%) Feicht y col, 1978. Otras causas pueden ser neoplasias de la glándula pituitaria (exceso de prolactina), hipotiroidismo, fracaso ovárico (menopausia), hiperandrogenismo, embarazo...

Mientras muchas **mujeres obesas y delgadas** tienen ciclos regulares, la **incidencia de alteraciones menstruales** (anovulación, oligomenorrea, amenorrea, hipoestrogenismo) es **mayor que en las mu-**

jeros normales por causas metabólicas y hormonales. Los estrógenos son metabolizados de diferente manera en las mujeres obesas que en las delgadas, en estas últimas por diferente estructura bioquímica su vida media es más corta y por lo tanto sus efectos menores. La mujer obesa por la **capacidad que tiene el tejido graso de convertir andrógenos en estrógenos** tienen una fuente de estrógenos (pequeña si se compara con la producción de los ovarios). En el tejido muscular ocurre lo contrario, los estrógenos son precursores de andrógenos.

En los ciclos menstruales normales, los estrógenos estimulan el crecimiento del endometrio y la progesterona protege al endometrio de un excesivo crecimiento (hiperplasia, cancer) por efecto estrógeno. **Existe riesgo de hiperplasia de endometrio, adenocarcinoma y cancer de mama en mujeres que producen estrógenos en cantidades normales, pero no la progesterona (ciclos anovulatorios)**. Por esta razón constituye un mayor problema la anovulación que la oligo/amenorrea. Además, por los **efectos que los estrógenos tienen sobre los huesos y epitelio urogenital**, una disminución de sus niveles puede provocar osteoporosis (disminución de la densidad del 20% sobre todo en huesos de la columna, cadera) atrofia vaginal y uretritis.

No parece existir una clara influencia de la fase del ciclo menstrual y el rendimiento. Se ha descrito disminución del rendimiento coincidiendo con la fase premenstrual, aumento del tiempo de duración al 90% V02 max en la fase lútea y lactatos mayores en la fase folicular (Hall Jurkowski, 1982). La respuesta fisiológica (cardiovascular y ventilatoria) es similar en ambas fases del ciclo menstrual, excepto la temperatura rectal que es mayor en la fase lútea (entre el 14 y 20 día). Por lo tanto, el rendimiento deportivo no puede ser predecido en función de la fase menstrual.

Otros temas como las **lesiones específicas** (dolor rotuliano, fracturas de stress...), **alteraciones nutricionales** (déficits, anorexia nerviosa, bulimia...), **motivación de la mujer deportista** (individual, desarrollo de conceptos positivos, no inhibirse de la competición...) pueden ser también importantes en el rendimiento de la mujer.

BIBLIOGRAFIA

Astrans I.: Aerobic work capacity in men and women with specific reference to age. *Acta Physiol. Scand*, 49 (Suppl.): 169, 1960.

Aura O., and P.V. Komi: The mechanical efficiency of locomotion in men and women with special emphasis on stretch-shortening cycles exercises. *Eur. J. Appl. Physiol.* 55:37-43, April 1986.

Avellini B.A., E. Kamon, and J.T. Krajewski. *Physiol.* 49:254-261, 1980.

Bell D.G., and I Jacobs: Electro-mechanical response times and rate of force development in males and females. *Med. Sci. Sports Exerc.* 18:31-36, February 1986.

Brown C., and J. Wilmore: The effects of maximal resistance training on the strength and body composition of women athletes. *Med. Sci. Sports*, 6: 174-177, 1974.

Brown R.B., and J.M. Harrison: The effects of a strength training program on the strength and self-concept of two female age groups. *Res. Q. Exerc. Sport* 57: 315-320, December 1986.

Burke E.J., F. Cerny, D. Costill, and W. Fink: Characteristics of skeletal muscle in competitive cyclists. *Med. Sci. Sports* 9:109-112, 1977.

Cohen J.S., and C.V. Gisolfi: Effects of interval training in work-heat tolerance of young women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14:46-52, 1982.

Costill D.L., J. Daniels, W. Evans, W. Fink, G. Kranhenbulhl, and B. Saltin: Skeletal muscle enzymes and fiber composition in males and female track athletes. *J. Appl. Physiol.* 40: 149-154, 1976.

Cunningham D.A., and J.S. Hill: Effect of training on cardiovascular response to exercise in women. *J. Appl. Physiol.* 39:891-895, 1975.

Cureton K.J., M.A. Collins, D.W. Hill, and F.M. McElhannon:

Muscle hypertrophy in men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 20:338-344, 1988

Demello J.J., K.J. Cureton, R.E. Boineau, and M.M. Singh: Ratings of perceived exertion at the lactate threshold in trained and untrained men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 19: 354-362, 1987.

Feicht H., T.S. Johnson, B.J. Martin, K.E. Sparks, and W.W. Wargner: Secondary amenorrhoea in athletes. *Lancet*, 2, 1145-1146 (1978).

Hall Jurkowski J.E: Hormonal and physiologic responses to exercise in relation to the menstrual cycle. *Can. J. Appl. Sport Sci.* 7.85-89, june 1982.

Hagerman F., E. Fox, M. Connors, and J. Pompei: Metabolic responses rowers during ergometric rowing. *Med.Sci.Sports*, 6 (1):87, 1974.

Hettinger T.: *Physiology of strength*. Springfield, III., C.C. Thomas, 1961.

Hultman E., J. Bergstrom, and N.A. McLennan: Breakdown and resynthesis of phosphorylcreatine and adenosine thiphosphate in connection with muscular work. *Scand. J. ClinLab.Invest.*, 19:56-66, 1967.

Jacobs I.: Lactate, muscle glycogen and exercise performance. *Acta Physiologica Scandinavia (Supplementum 495)*.1981.

Jacobs I., P.A. Tesch, O. Bar-Or, J. Karlsson, and R. Dotan:Lactate in human skeletal muscle after 10 and 30 seg of supramaximal exercise. *J. Appl. Physiol.* 55:365-367, 1983.

Kilbom A., and I Astrans: Physical training with submaximal intensities in women.II. Effect of cardiac output. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 28: 163-175, 1971.

Komi P.V., and J.Karlsson: Skeletal muscle fiber types, enzyme activites and physical performance in young males and females.

Acta Physiologica Scandinavica 103:210-218, 1978

Knowlton R.G., D.S. Miles, M.N. Sawka, J.B. Critz, and C. Blackman: cardiorespiratory adaptations of females to cross country training. *J. Sports Med.* 18:391-398, 1978.

Malina R.M., and C. Bouchard: Subcutaneous fat distribution during growth. In C. Bouchard and F.E. Johnston (eds.), *Fat distribution during growth and later health outcomes*. New York:Liss.63-84 in press.

Nuggard E: Skeletal muscle fiber characteristics in young women. *Acta Physiologica Scandinavica* 112: 299-304, 1981.

Rusko H., Havu, and E. Karvinen: Aerobic performance in athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* 38: 151-159, 1978.

Rusko H., and P. Rahkila:Effect of training on aerobic capacity of female athletes differing in muscle fiber composition. *J. Sports Sci.* 1:185-194, 1983.

Saltin B., J. Henriksson, E. Nuggard, and P. Anderson: Fiber types and metabolic potentials of skeletal muscles in sedentary man endurance runners. *Annals of the New York Academy of Science*, 301.3-29, 1977.

Spearling P.B.: A meta-analysis of studies comparing maximal oxygen uptake in men and women. *Res.Q.*51:542-552, 1980.

Wilmore J.: Alteracions in strength, body composition and anthropometrics measurements consequent to a 10-week weight training program. *Med. Sci. Sport.*, 6: 133-138, 1974.

ENTRENAMIENTO DEL KAYAK FEMENINO

Autor: Guglielmo Guerrini y Josefa Idem

Entrenamiento del kayak femenino

Las diferencias entre mujeres y hombre son de origen:

1.- Psicológico:

- Las muchachas son más emotivas durante la carga (estrés de carga).
- Las muchachas sufren muchísimo la tensión y la presión del ambiente favorable.
- Las muchachas son mucho más emotivas antes de la competición.
- La prestación sufre mucha influencia de las variaciones humorales-emotivas del ambiente favorable y de la propia vida.

2.- Fisiológico:

- Recuperaciones diferentes para el ejercicio de pesas.
- Es más difícil mantener el máximo pico de fuerza.
- Flesibilidades más altas.
- Es más difícil la disponibilidad temporal de soportar cargas elevadas (anemia con más facilidad).
- Dificultad en mantener el peso estable.

3.- Volitivo:



- Las muchachas están ligadas al deber.
- Las muchachas son más cerebrales, menos musculares.

- Se entrenan mucho más duramente que los varones.
- Siguen al entrenador de forma total y sin problemas.

Por consiguiente, el entrenador además de programar de forma precisa, respetando características y principios de la carga física, debe poner atención a los tres puntos arriba señalados, para que los atletas resuelvan de forma positiva los problemas que sucesivamente se vayan presentando o, mejor aún procurar evitar el que surjan tales problemas. Por esta razón es necesario utilizar las artimañas que lleven al atleta a trabajar con tranquilidad y satisfacción.

Artimañas referidas al punto 1:

a) Reforzar los conocimientos del atleta referentes a la metodología del entrenamiento en general, y en particular del estrés de carga.

b) Utilizar técnicas de relajación.

- Entrenamiento autógeno general. (Mejor recuperación energética).

- Entrenamiento autógeno especial (para descargar todas las tensiones, especialmente las somatizadas).

c) Visualizaciones-Entrenamiento visual.

- Para adquirir la certidumbre de hacer todo aquello de lo que uno es capaz, en la competición.

- Adquirir seguridad.

d) Tener en general actitudes referidas a lo positivo.

e) En la semana previa a la competición se tendrán sólo actitudes positivas.

- Antes de la competición no se corrigen los errores, es bueno

señalar lo que se sabe hacer.

f) Los errores se corrigen, con calma, durante el entrenamiento.

Referidas al punto 2:

a) Hacer pesas sólo cada 48 horas, (las mujeres se recuperan en 48 horas, los hombres en 24 horas; Verchosanskij).

b) Sin embargo utilizar a menudo pesas. Máximo y submáximo. Además para trabajos de resistencia usar pesas elevadas.

c) Controlar mensualmente la sangre (ferretina/hemoglobina/transferrina) para no llegar a la anemia. En caso de problemas tomar hasta 80 mg de hierro al día más vitamina C.

d) Control de la dieta. EL ambiente no debe facilitar dietas desajustadas. En las concentraciones se necesita un dietista para llevar un control.

e) Mantener la flexibilidad con stretching (estiramiento) activo y pasivo, ya que la mujer es poco fuerte por ello puede y debe ser más técnica (la flexibilidad facilita la técnica incluso en condiciones de cansancio).

Referidas al punto 3:

a) El entrenador puede tener atletas que piensen de forma personal o que sufran.

A mi parecer, para trabajar duro y con poco aprovechamiento. Por eso es necesario que el ambiente haga que los atletas estudien, haciéndolos culturalmente más activos, que los incite a resolver personalmente los problemas para que se habitúen a estar implicados en ellos sinceramente. No obstante, haciendo esto, los atletas no sufren, pero quieren comprender de forma crítica lo que hacen. Para un entrenador directivo no es fácil aceptar esta independencia por parte del atleta. Además los ambientes que rodean al atleta deben dar seguridad de vida futura desde el punto de vista económico y profesional, y deben aceptar y respetar la vida afectiva y privada de las atletas (las mujeres necesitan de un modo

decisivo una tranquilidad familiar).

b) Al entrenador le siguen de forma total, y por eso puede estar seguro de la honestidad de las atletas, especialmente en cargas altas, trabaja así más tranquilo y sereno.

c) Con las muchachas se puede trabajar más sobre el objetivo propio y sobre lo técnico-coordinativo, porque están más dispuestas al diálogo cerebral y menos muscular. Un trabajo correcto sobre el objetivo propio y coordinativo, facilita un rendimiento más alto a igualdad de fuerza. Por lo tanto, se necesita activar un programa coordinativo en agua y en tierra.

Trabajo con pesas

- 80% - 2 circuitos de seis estaciones
 - a repetir 5 veces al 80% más 2 veces al 40%
- Piramidal - sólo ejercicios fundamentales (pectoral/dorsal)
 - 75% 5 repeticiones / 90% 3 repeticiones
 - 80% 4 repeticiones / 85% 5 repeticiones
 - 85% 3 repeticiones / 80% 7 repeticiones
 - 90% 2 repeticiones / 75% 9 repeticiones
- 90% - 6 ejercicios de tres series con
 2-3 repeticiones por cada circuito.

El trabajo de fuerza máxima se hace por la mañana.

La transformación se hace siempre en embarcación.

Fuerza resistencia

- a) Rumanos: 5 circuitos de 10 ejercicios con 30 repeticiones.
 b) Rumanos + Doble alternados para cada 5 circuitos.

Reutilización elástica:

Dobles 20" de trabajo en una carga del 60% a velocidad máxima, un minuto de descanso y nº máximo de repeticiones hasta el agotamiento, con el 60% de la carga.

100 repeticiones cada 3", sin pausa, período de carga 2" concéntrico, sin reutilización elástica.

El trabajo de resistencia se hace por la tarde.

Es importante el variar mucho el programa para no estereotipar el estímulo y como consecuencia la reacción.

Se hacen tres semanas de carga y una de descarga (30% de trabajo menos).

VALORACION FUNCIONAL Y ENTRENAMIENTO DEL CANOISTA

Roberto Collo, Pedro Faccini, Claudio Schermi, Isabel Introini,
Antonio del Monte, Departamento de Fisiología y Biomecánica.

INSTITUTO DE CIENCIA DEL DEPORTE, ROMA (Director
científico, prof. Antonio del Monte).

Valoración funcional y entrenamiento del canoista

Identificación del modelo de prestación del canoista por medio de la valoración funcional específica.

Roberto Collo, Pedro Faccini, Claudio Schermi, Isabel Introini, Antonio del Monte, Departamento de Fisiología y Biomecánica.

INSTITUTO DE CIENCIA DEL DEPORTE, ROMA (Director científico, prof. Antonio del Monte).

RESUMEN:

El análisis de los modelos de prestación en distancias olímpicas para kayak, efectuado por medio del consumo de oxígeno y de la lactacidemia, pone de manifiesto cómo la intervención del sistema anaeróbico es mayoritaria en las carreras breves (500 m) y sea como fuere también elevada en las distancias de los 1000 m. Es evidente la importancia, sobre todo en las fases centrales de los 1000 m. Es evidente la importancia, sobre todo en las fases centrales de los 1000 m, de la interacción entre el metabolismo aeróbico y la capacidad de disolución del lactato producido. Es visible el papel de la distribución del esfuerzo, especialmente en el primer minuto de carrera. Se consideran de forma crítica los sistemas de valoración funcional, deduciendo de ello la exigencia de una mayor utilización de test que simulen la cinética metabólica de competición, como se ha confirmado por la observación del confrontamiento entre tests especiales y generales. Los principales factores de predisposición por parte del canoista de alto nivel, con respecto a los de nivel medio, están representados por el mejor rendimiento en la prueba sobre la distancia específica de competición y del más elevado porcentual de fuerza resistente especial.

Introducción



El canoista es un ejemplo clásico de una ley fundamental del ser viviente: la adaptabilidad. En efecto, el hombre atleta en efecto modifica sus características morfológicas y funcionales en relación

alas exigencias específicas determinadas por la práctica deportiva. El canoista, por esta razón, desarrolla la parte superior del tronco, en oposición a la ley evolutiva que ha privilegiado en el hombre la posición erecta y por consiguiente la diferenciación morfológica entre los miembros superiores y los inferiores. Además, los que practican esta disciplina deportiva son los únicos en el campo fisiológico cuya potencia aerobiótica y la del sistema cardiocirculatorio, obtenidas con el empleo de los miembros superiores, se aproxima (y a veces supera) de forma particular a la obtenida con los miembros inferiores (Cuadro 1).

| | Ergómetro Kayak (max. cantidad trabajo) | | Cicloergómetro (max.cantidad trabajo) |
|---|--|---------|--|
| FC (b.min ⁻¹) | 186.90 [±] 12,59 | N.S. | 185.90 [±] 11,03 |
| VO ₂ /kg (ml.min ⁻¹ .kg) | 42.11 [±] 6,84 | N.S. | 45.40 [±] 7,84 |
| VO ₂ /FC (ml.min ⁻¹ .b ⁻¹ .min ⁻¹) | 18.76 [±] 3,71 | p<0,025 | 20.72 [±] 3,87 |
| VO ₂ ² (ml.min ⁻¹) | 3369.45 [±] 649,97 | N.S. | 3629.90 [±] 733,53 |
| Ve (l.min ⁻¹) | 144.29 [±] 30,58 | N.S. | 133.61 [±] 28,69 |

Cuadro 1.- Valores metabólicos y cardiovasculares obtenidos en los mismos sujetos en dos test con ergómetros diferentes con el empleo de los miembros superiores (ergómetro kayak) y los inferiores (cicloergómetro).

Según la clasificación fisiológica y biomecánica de las actividades deportivas (Dal Monte, Matteucci 1975), el deporte de canoa en las especialidades de 500 y 1000 metros está comprendido entre las actividades aeróbico-anaeróbico masivas. En este grupo (duración entre 40 sg. y 4-5 min.) están incluidas las actividades deportivas que requieren, en lo que conciernen a las características orgánico funcionales, una gran potencia de los aparatos de transporte cardiocirculatorio y respiratorio y de los sistemas de utilización periférica del oxígeno (enzimas) y, al mismo tiempo, una gran capacidad de producción de trabajo por medio de la vía metabólica anaeróbica mediante la reacción bioquímica glucosa - ácido láctico.

Biomecánicamente la canoa es además una actividad en la que el porcentaje de las masas musculares corporeas implicadas es de tipo medio, pero resultan bastante intensas las demandas regionales de fuerza.

Identificación del modelo de prestación funcional

No obstante, como se ha dicho, el que la canoa venga clasificada respecto a los aspectos fisiológicos y biomecánicos, se advierte de todas formas la necesidad, para una determinada programación del entrenamiento, de definir con mayor detalle cómo y en qué proporción han de intervenir los diferentes factores funcionales restrictivos para la realización de la prestación.

La identificación del modelo funcional de prestación es por consiguiente uno de los puntos fundamentales para el desarrollo del entrenamiento y de la selección y por tanto del mejoramiento de la prestación.

En las competiciones de tipo cíclico, como en piragüismo, su individualización no resulta particularmente difícil.

Es posible en efecto, utilizando ergómetros específicos, reproducir en el laboratorio la prestación de competición analizando al mismo tiempo los parámetros fisiológicos fundamentales, tales como consumo de oxígeno (VO_2), lactacidemia, frecuencia cardíaca (Fc), gasto de oxígeno y trabajo mecánico. Es cierto que la reciente utilización (Dal Monte 1988) de un nuevo instrumento telemétrico y miniaturizado para la medida de oxígeno (K2 Cosmed) ha ofrecido una nueva posibilidad de seguir las observaciones directamente sobre el campo. Pero este aspecto será objeto de la segunda parte de este trabajo.

Antes de proceder al análisis de los datos experimentales se hará una oportuna premisa relativa a los métodos utilizados para medir el déficit de O_2 . Este problema no se puede resolver de manera práctica con los métodos disponibles actualmente.

Generalmente se recurre para tal fin a:

- 1) medida de lactato sanguíneo producido y su posterior equivalencia con un valor conocido de oxígeno (de Prampero 1987);
- 2) cálculo de la diferencia de O_2 consumido durante la prueba y O_2 necesario para efectuarla, tomado del producto entre trabajo mecánico (si es apreciable) y el rendimiento durante un test aeróbico (compromiso constante además en pruebas maximales);

3) medida del O₂ consumido durante la recuperación (gasto de O₂) y asumir que esto equivalga al déficit.

Estas tres metodologías presentan aspectos que no permiten una actualización exenta de críticas en lo que concierne a la exactitud metodológica (ver Saltin, 1988).

Esta premisa aclara que los métodos y resultados presentados en este artículo no pueden considerarse como absolutamente válidos. Aún más se ha optado por tal selección en consideración a algunos factores:

a) la finalidad principal del estudio es hacer patente la diferencia cinética del VO₂ en pruebas diferentes pero en el mismo sujeto;

b) las dos pruebas analizadas, en 500 y en 1000 metros, no son significativamente diferentes, en duración e intensidad mecánica, de forma tal que se pueda suponer una marcha diferente de todos los factores biológicos que determinan un aumento del VO₂ de recuperación (temperatura, producción hormonal, etc.);

c) el consumo de O₂ medido en las dos pruebas en un mismo sujeto es casi idéntico, es decir si hay diferencia ésta es sólo cinética;

d) incluso valorando la diferencia entre las otras dos pruebas con los dos métodos iniciados se llega a las mismas conclusiones generales;

e) la marcha de la potencia mecánica está de acuerdo con las conclusiones alcanzadas.

Establecido esto, considerando los datos no como valores absolutos (aunque no se cree que estén significativamente lejos de la realidad), sino como medio de análisis orientativo, podrán observarse en los párrafos sucesivos los modelos de prestación de las pruebas sobre 500 y 1000 metros.

Modelo de prestación sobre 1000 metros.

En el cuadro 2, a modo de ejemplo, se han reflejado los valores registrados en el laboratorio sobre un atleta de alto nivel durante

un test simulando la carrera de los 1000 metros en el kayakergómetro. En la primera columna se ha señalado el oxígeno consumido globalmente por el sujeto al efectuar la prueba (suma del oxígeno consumido durante la prueba y en la recuperación, es decir del consumo de oxígeno, todo al neto del valor basal). Dicho valor se expresa bien en litros de O₂ o bien en K julios (1 litro VO₂ + 20'93 K julios). La relación entre el trabajo mecánico medido en el kayakergómetro y el trabajo orgánico (costo del ejercicio) indica el rendimiento de ese sujeto para aquel tipo de ejercicio en aquel momento. En el caso del cuadro es del 17'57%. La valoración de la intervención porcentual se obtiene refiriendo el consumo de oxígeno durante la prueba con el consumo total de oxígeno. En este caso el 58'4% del oxígeno total se consumió durante la prueba mientras que el 42% representa la parte del consumo de oxígeno. Por consiguiente se puede asumir que la intervención directa del metabolismo aeróbico en la producción de energía es del 58%.

| PERIODO DE TRABAJO (4 min) | COSTO ENERGETICO TOTAL | | TRABAJO MECANICO (kj) | POTENCIA MECANICA (watt) | RENDIMIENTO (%) | OXIGENO CONSUMIDO DURANTE LA PRUEBA (l) | OXIGENO CONSUMIDO EN EL RESTO (l) | PRODUCCION DE ENERGIA POR VIA AEROBICA CALCULADA (%) | PRODUCCION DE ENERGIA POR VIA ANAEROBICA CALCULADA (%) |
|----------------------------|------------------------|-----------|-----------------------|--------------------------|-----------------|---|-----------------------------------|--|--|
| | (O ₂) | (kj) | | | | | | | |
| Total prueba | 25,42 | 532,207 | 93,509 | 389 | 17,57 | 14,85 | 10,57 | 59 | 41 |
| I min (0-1 min) | 6,86** | 143,545** | 25,221 | 420 | 17,57* | 1,75 | 5,10** | 26 | 74 |
| II min (1-2 min) | 6,04** | 126,397** | 22,208 | 370 | 17,57* | 4,17 | 1,86** | 69 | 31 |
| III min (2-3 min) | 5,76** | 120,660** | 21,200 | 353 | 17,57* | 4,48 | 1,28 | 78 | 22 |
| IV min (3-4 min) | 6,76** | 141,605** | 24,88 | 415 | 17,57* | 4,45 | 2,33** | 66 | 34 |

Cuadro 2.- Prueba de 4 min. en el kayakergómetro con análisis de las componentes metabólicas.

Leyenda: * valores no medidos, pero supuestos iguales al rendimiento total de la prueba.

****** valores no medidos, pero calculados sobre la base del rendimiento.

Conociendo el trabajo mecánico de cada minuto y suponiendo un rendimiento constante durante todo el test puede verificarse además la marcha de los sistemas metabólicos en el tiempo: como es lógico esperar que el sistema aeróbico participa desde el punto de vista energético con más del 70% durante la parte central de la carrera mientras que en el primer minuto el consumo de oxígeno es de 5'1 litros y representa la mayor parte de trabajo.

Suponiendo un consumo de oxígeno de origen alactácido igual a unos 2'5 litros, el consumo de oxígeno lactácido en el primer minuto es de unos 2'6 litros, mientras que en los minutos siguientes puede presumirse que el consumo sea totalmente de origen lactácido. Por lo cual, en conclusión, el consumo total lactácido sería, en el caso referido, de unos 8 litros.

Como confirmación de lo dicho y para una mejor definición de la cinética metabólica se puede someter al atleta a una serie de pruebas, cada una de intensidad igual a la de los 1000 metros (4 minutos) pero con duraciones de 1, 2, 3 y 4 minutos.

Para cada test se valoran, con el mismo método ilustrado anteriormente, los parámetros metabólicos y mecánicos del sujeto. Para obtener los datos relativos a cada uno de los minutos de la prueba (0-1 min; 2-3 min; 3-4 min) se ha procedido a restar de cada prueba sucesiva los valores de la prueba precedente de duración inferior, una vez comprobado que los parámetros mecánicos eran constantes (por ejemplo: oxígeno consumido en el test de los 2 min = oxígeno consumido en la fracción 2-3 min). En el cuadro 3 se reflejan los datos relativos a un protocolo de este tipo. Como se ha dicho, los valores relativos al II, III y IV minuto están medidos por diferencia.

| PERIODO DE TRABAJO (4 min) | COSTO ENERGETICO TOTAL | | TRABAJO MECANICO (kJ) | POTENCIA MECANICA (watt) | RENDIMIENTO (%) | OXIGENO CONSUMIDO DURANTE LA PRUEBA (l) | OXIGENO CONSUMIDO EN EL RESTO (l) | PRODUCCION DE ENERGIA POR VIA AEROBICA CALCULADA (%) | PRODUCCION DE ENERGIA POR VIA ANAEROBICA CALCULADA (%) | LACTATO EMATICO | |
|----------------------------|------------------------|---------|-----------------------|--------------------------|-----------------|---|-----------------------------------|--|--|-----------------|------|
| | (O ₂ l) | (kJ) | | | | | | | | mm * | mm * |
| Total prueba(0-4 min) | 26,16 | 547,528 | 94,10 | 392 | 17,23 | 15,03 | 11,13 | 58 | 42 | | |
| I min (0-1 min) | 7,63 | 159,695 | 26,26 | 437 | 16,43 | 1,82 | 5,81 | 24 | 76 | 6,70 | 6,70 |
| II min (1-2 min) | 6,00 | 125,580 | 21,80 | 363 | 17,34 | 4,36 | 1,64 * | 73 | 27 | 8,00 | 1,3 |
| III min (2-3 min) | 5,79 | 121,185 | 21,96 | 366 | 18,12 | 4,40 | 1,39 * | 76 | 24 | 8,12 | 0,12 |
| IV min (3-4 min) | 6,74 | 141,068 | 24,08 | 401 | 17,06 | 4,45 | 2,29 * | 66 | 34 | 8,44 | 0,32 |

Cuadro 3.- Pruebas fraccionadas del mismo atleta del cuadro 2. El canoista era interrumpido a intervalos prefijados, pero ignorados por el atleta que desarrollaba la potencia siguiendo los parámetros de la prueba completa, descrita en el cuadro 2.

Leyenda: Diferencia entre el consumo total de oxígeno y el del minuto o minutos precedentes

*** Pico lactacidémico sobre el valor básico.**

**** Incremento de la concentración de lactato con respecto al minuto precedente.**

Una primera observación significativa es que el rendimiento no se cambia en el curso del tiempo, si no es de forma marginal. Es menor en particular en presencia de una gran intervención del metabolismo anaeróbico, pero como se ha señalado, no en forma elevada. También la cantidad registrada de lactato nos lleva a efectuar una importante consideración: ya después del primer minuto, la concentración hemática de lactato es de 7 mM. Si se considera que en la zona muscular la concentración de lactato es ciertamente más elevada, se deduce que el complejo de enzimas que sobreentiende a la activación del metabolismo aeróbico debe obrar en un ambiente más ácido de lo normal y se orienta de modo particular a la metabolización del lactato producido, según un modelo biológico aceptado actualmente, por el que la tasa de lactato señalado en la sangre o en el músculo, está determinado por la diferencia entre producción y eliminación del mismo (Brooks 1985). Cuanto mayor sea la capacidad adquirida por el músculo de oxidar lactato tanto más elevada resulta la capacidad de trabajo.

Además se advierte que en las fases centrales del test se verifica una separación entre la cantidad del consumo y el incremento del lactato hemático. Esto confirma aún una vez más que la tasa de ácido láctico en la sangre es sólo un índice muy indirecto del lactato producido por el músculo.

En el cuadro 4 se refiere a más atletas y se observa como en una prueba de 4 min la relación entre las fuentes energéticas aeróbica es igual para todos y es de un 60% aeróbico y de un 40% anaeróbico.

| Atleta | Consumo de O ₂ durante la prueba (ml/kg) | Falta O ₂ (ml/kg) | % aeróbico | % anaeróbico |
|--------------|---|------------------------------|------------|--------------|
| L.P. | 196 | 139 | 59 | 41 |
| S.D. | 184 | 108 | 63 | 37 |
| P.A. | 188 | 122 | 61 | 39 |
| B.B. | 200 | 119 | 63 | 37 |
| D.B. | 180 | 119 | 60 | 40 |
| M.G. | 184 | 140 | 57 | 43 |
| M.F. | 180 | 106 | 63 | 37 |
| Media e D.S. | 187,4, + 7,8 | 121,8 ± 13,4 | 60,8 ± 2,3 | 39,2 ± 2,3 |

Cuadro 4.- Datos de los siete mejores canoistas italianos en la relación entre los sistemas aeróbico y anaeróbico, en una prueba maximal de 4 minutos.

Modelo de prestación en los 500 metros.

El mismo procedimiento ha sido adoptado para la especialidad de los 500 metros. Los cuadros 5a) y 5b) muestran los datos de un test simulando la competición de los 500 m en el kayakergómetro con atletas evolucionados de alto nivel: el metabolismo aeróbico participa en menos de un 40% en la contribución directa de energía en la competición. Este dato es un índice de la profunda diversidad que existe entre las dos pruebas y por ello de la necesidad de diferenciar también el nivel de preparación. La aportación del metabolismo aeróbico resulta importante considerando sobre todo su velocidad de activación (onset del O₂) no la capacidad de mantener elevado el VO₂ mientras dure la prueba junto a un descenso no excesivo de la potencia mecánica. Hay que considerar también que la cantidad total de trabajo se desarrolla a una potencia superior y que, incluso admitiendo que la tasa de lactato en la sangre sea proporcional a la producción muscular de este metabolito, el atleta debe poseer una elevada capacidad de soportar variaciones del ambiente interno muscular mucho más rápidamente con respecto a la prueba de los 1000 metros.

| PERIODO DE TRABAJO (2 min) | COSTO ENERGETICO TOTAL | | TRABAJO MECANICO (kj) | POTENCIA MECANICA (watt) | RENDIMIENTO (%) | O ₂ CONSUMIDO DURANTE LA PRUEBA (l) | O ₂ CONSUMIDO EN EL RESTO (l) | PRODUCCION DE ENERGIA POR VIA AEROBICA CALCULADA (%) | PRODUCCION DE ENERGIA POR VIA ANAEROBICA CALCULADA (%) |
|----------------------------|------------------------|-----------|-----------------------|--------------------------|-----------------|--|--|--|--|
| | (O ₂ l) | (kj) | | | | | | | |
| Total prueba | 16,82 | 352,042 | 51,7 | 431 | 14,68 | 6,48 | 10,34 | 38,5 | 61,5 |
| I min | 8,83** | 184,811** | 27,14 | 452 | 14,68 * | 1,92 | 6,91 ** | 22 | 78 |
| II min | 7,99** | 167,231** | 24,56 | 409 | 14,68 * | 4,56 | 3,43 ** | 57 | 43 |

| PERIODO DE TRABAJO (2 min) | COSTO ENERGETICO TOTAL | | TRABAJO MECANICO (kj) | POTENCIA MECANICA (watt) | RENDIMIENTO (%) | O ₂ CONSUMIDO DURANTE LA PRUEBA (l) | O ₂ CONSUMIDO EN EL RESTO (l) | PRODUCCION DE ENERGIA POR VIA AEROBICA CALCULADA (%) | PRODUCCION DE ENERGIA POR VIA ANAEROBICA CALCULADA (%) |
|----------------------------|------------------------|-----------|-----------------------|--------------------------|-----------------|--|--|--|--|
| | (O ₂ l) | (kj) | | | | | | | |
| Total prueba | 10,71 | 224,160 | 28,11 | 243 | 12,54 | 4,02 | 6,69 | 37,5 | 62,5 |
| I min | 5,66** | 118,463** | 14,86 | 248 | 12,54 * | 1,05 | 4,61 ** | 18,5 | 81,5 |
| II min | 5,05** | 105,696** | 13,25 | 221 | 12,54 * | 2,97 | 2,08 ** | 59,0 | 41 |

Cuadro 5.- Prueba de 2 min. en el kayakergómetro del mismo canoista del cuadro 2, (a) y de una canoista (b). La componente anaeróbica aparece mayoritaria para los dos.

Leyenda: * valores no medidos pero supuestos iguales al rendimiento total de la prueba.

**** valores no medidos, pero calculados sobre la base del rendimiento.**

El criterio determinante de diversificación de las dos especialidades es por consiguiente la modalidad con la que se instaura el déficit de oxígeno y, consecuentemente, se contrae el consumo de O₂. Tal dato se puede referir a groso modo a la velocidad a la que se produce el lactato.

En efecto, después de 60 seg en el test de los 500 m, con una potencia mecánica de 452 watos, se produce un consumo de O₂ de 6'91 litros contra los 5'1 litros del test de los 1000 m donde se desarrolla una potencia mecánica de 420 watos. En el segundo minuto del test de 500 m, desarrollando 409 watos, se produce un consumo de 3'43 litros de O₂ contra el consumo de 1'86 litros en el test de los 1000 m prosigue la prueba durante otros dos minutos con un consumo respectivo de 1'28 litros de O₂ en el tercer minuto y de 2'33 litros en el cuarto minuto. AL final el atleta ha efectuado un consumo de O₂ de más de 10 litros en ambas pruebas, pero distribuido de un modo completamente diferente en el tiempo.

Se observa que, aún no considerando como una prueba los datos alcanzados con el cálculo del consumo de O₂, estos son confirmados por la marcha del trabajo mecánico, cuando se supone un rendimiento constante.

Si, no obstante, en los 1000 m los factores restrictivos de la prestación parecen residir en una buena potencia aeróbica máxima, tal como para oxidar en forma masiva el lactato producido, en una buena capacidad de amortiguar el lactato y de mantener en el tiempo un nivel elevado de potencia mecánica, que debe estar lo más cerca posible al máximo, en los 500 m, más que el VO₂ máximo, resultando fundamentales la capacidad láctica y una consiguiente capacidad de amortiguación óptima, el onset del oxígeno y niveles de potencia mecánica máxima elevados.

En el entrenamiento de la prestación resulta por ello determinante, justamente sobre la base de los conocimientos consolidados sobre la especialidad de las adaptaciones de los atletas de top level, reproducir con buena continuidad y sobre todo progresividad estas situaciones, a fin de crear ulteriores especializaciones de funciones del atleta. Bueno es recordar, que esto no se puede obtener con dinámicas musculares diferentes a las de competición, como entrenamientos desarrollados con natación, carrera o con pesas. Al contrario, los ejercicios lácticos deben efectuarse en embarcación e incluso en seco con movimientos imitativos precisos (ergómetros

de pala o similares) que comprometan en la misma secuencia los músculos y fibras aptos para la propulsión y aquellos elegidos para la eliminación del lactato.

Estudio del trabajo durante la palada en el agua.

Como complemento del análisis del modelo funcional de competición referido esencialmente a las fuentes energéticas, parece útil analizar también las características mecánico-musculares, por medio de la valoración del trabajo mecánico que se desarrolla en la palada en el agua y de sus variaciones en las distintas especialidades. También resulta importante valorar la capacidad de trabajo máximo por palada (J/palada) a diversas frecuencias a fin de poder calcular el porcentaje que se mantiene de dicho trabajo en la competición.

El método para el cálculo de tal parámetro es el propuesto por Boiko (Boiko 1987) por medio del cual, sabida la velocidad media de movimiento de una embarcación, es posible llegar al trabajo, y refiriendo este último al número total de paladas, se puede calcular el trabajo por palada bien en absoluto o con referencia al peso corporal (J/palada/kg). En la práctica la observación de la capacidad máxima de trabajo se efectúa haciendo que el atleta realice sobre un kayakergómetro o bien en el agua, una prueba de 30 segundos, igual a una distancia de unos 150 m, a desarrollar con distintas frecuencias de palada (hpg), pero imprimiendo siempre en el golpe la máxima fuerza posible. Sucesivamente el mismo atleta efectúa algunos test de competición, sobre los 500 o los 1000 m según sea su especialización. Los resultados obtenidos por atletas de diversas calificaciones se han reflejado en el cuadro 6. Para facilitar la valoración se han reflejado sólo los que se refieren a un atleta avanzado y a una joven promesa. Como puede observarse, el trabajo por palada que los dos atletas llegan a efectuar en la prueba de 30 segundos es parecido, desde luego superior en el atleta joven. Sin embargo, cuando se analiza la prueba de 1000 m se observa que el atleta avanzado posee la capacidad de mantener un porcentaje de trabajo por palada superior al del canoista joven (78% contra 61%).

Esto demuestra lo importante que es, una vez alcanzado cierto nivel de J/palada en ausencia de fatiga, el mejorar la componente de fuerza resistente específica. En los atletas jóvenes la reducción de la diferencia entre la capacidad de trabajo máximo y la capacidad específica de competición puede alcanzarse en más años; con el atleta avanzado los tiempos son necesariamente más breves y

por lo tanto es oportuno prever, en los dos ciclos anuales de entrenamiento, un período con predominio del mejoramiento de la capacidad de trabajo por palada y un período dedicado exclusivamente a la fuerza resistente específica.

| PRUEBA DE 150 m (+30 s) | | | | | |
|--------------------------|----------|---------|------------------|----------|---------|
| Atleta experto | | | Atleta inexperto | | |
| Hpg | J/pag/kg | Watt/kg | Hpg | J/pag/kg | Watt/kg |
| 71 | 3,33 | 3,94 | 70 | 3,65 | 4,27 |
| 79 | 3,42 | 4,52 | 79 | 3,42 | 4,51 |
| 88 | 3,55 | 5,24 | 89 | 3,64 | 5,42 |
| 91 | 3,46 | 5,28 | 99 | 3,54 | 5,90 |
| 100 | 3,29 | 5,53 | 112 | 3,59 | 6,55 |
| 107 | 3,47 | 6,23 | 117 | 3,35 | 6,74 |
| 110 | 3,41 | 6,3 | 139 | 3,67 | 8,59 |
| PRUEBA DE 1000 m (240 s) | | | | | |
| Hpg | J/pag/kg | Watt/kg | Hpg | J/pag/kg | Watt/kg |
| 89 | 2,71 | 4,04 | 103 | 2,17 | 3,74 |
| | % | % | | % | % |
| | 76,3 | 77 | | 61,2 | 63,3 |

Cuadro 6.- Comparación entre fuerza y fuerza resistente a la palada. Como se observa el atleta joven dispone de capacidad de trabajo por palada (en una prueba de 30 seg.) igual a la del atleta experto de alto nivel. La diferencia sustancial entre ellos reside en la resistencia a la fuerza por palada. En efecto en la prueba de carrera de 1000 m el atleta experto es capaz de utilizar el 76'3% de la capacidad máxima de trabajo por palada con respecto al 61'2% del atleta inexperto.

Sobre la base del criterio expuesto anteriormente parece inútil someter al atleta a entrenamientos a ritmos lentos, con hpg que no tengan en cuenta la fuerza que hay que imprimir en la palada: esto puede ser valido solamente si el entrenamiento es considerado como de recuperación o bien si en este entrenamiento se han incluido pausas activas durante las cuales el atleta varia la fuerza durante la pasada en el agua, porque está recuperándose (incluso con frecuencias cardiacas algo inferiores al umbral)². Nota 2.

Parece por el contrario más útil en la fase preparatoria, el entrenar la componente aeróbica con una trabajo fraccionado, desde 30 seg. a 120 seg., con breves intervalos (10-20 seg.) según la especialización, ya que de ese modo, como ya se señala en la literatura (Astrand 1978), pueden mantenerse potencias más elevadas, o

bien empleando un trabajo continuo con ritmos diferentes, llevando las variaciones de ritmo al 30%-50% de potencia sobre el umbral anaeróbico, pero con un hpg capaz de desarrollar los mismos J/palada que se tienen en la competición. Nota 3.

Después de haber demostrado cómo no es posible tener un enfoque metodológico para una disciplina deportiva sin primero haber individualizado el modelo funcional de la prestación, es oportuno mostrar cómo, utilizando tests específicos, es posible dar indicaciones útiles sobre las características individuales de los atletas.

LA VALORACION FUNCIONAL

1. Ergospirografía a cargas crecientes

Hasta no hace mucho tiempo la valoración ergospirográfica se venía desarrollando con la intención principal de determinar el valor de la máxima potencia aeróbica distribuible del atleta. En tal sentido el test más difuso era el de las cargas crecientes hasta el agotamiento. No obstante en un deporte como piragüismo, en el que la prestación se desarrolla entre 80 y 230 segundos y que requiere una activación maximal de los sistemas aeróbicos que intervienen cuando ya ha habido una sólida implicación de los sistemas anaeróbicos, parece más correcto utilizar los sistemas de valoración que respetan esta cinética de un modo específico. Por ello resulta más importante, especialmente a nivel de los atletas avanzados, el estudio de otros parámetros como el rendimiento (relación entre el trabajo mecánico y el gasto energético), la fuerza resistente especial, la capacidad de asumir una deuda de oxígeno, etc. Sin embargo con esto no se quiere ni se puede desconocer, sea como fuere, el papel de predisposición de un buen valor de VO₂ máx. Por ello es natural que la valoración ergospirográfica tienda a variar sus intentos. El test espirográfico a cargas crecientes puede suministrar en ese sentido indicaciones útiles, además de para la selección del talento, incluso en el período preparatorio inicial a fin de determinar, por ejemplo, los ritmos de entrenamiento, que en esta primera fase tienen un valor predominantemente aeróbico, del mismo modo en lo que se refiere a las modalidades de reclutamiento muscular que deben tener necesariamente en cuenta la fuerza que se manifiesta en la competición. En el cuadro 9 y en la figura 2 se representan los datos relativos a un atleta que ha efectuado el test ergospirográfico a cargas crecientes, así como su utilización práctica para el entrenamiento de intensidad en torno al umbral anaeróbico o por entrenamiento tipo fartlek.

A través de una regresión desmenuzada de los valores de lactato en la sangre tomados en cada carga del test de admisión, el umbral anaeróbico se identifica, de acuerdo con Mader, en un valor de 4 mM correspondiente a una potencia de 3'10 watios/kg igual a una velocidad de 4'06 m/seg y una Fc de 177 pulsaciones/minuto. Este valor de Fc puede emplearse como medio de regulación de

la intensidad de entrenamiento, así como, por ejemplo, el mismo método se puede utilizar para la intensidad mecánica correspondiente al valor de lactacidemia de 2 mM (153 Fc).

| a | | | | c | | | | |
|---------|--|--|---------------|-----------------|---------|--------------------|------------------|-------------|
| watt/kg | VO ₂ /kg (ml/min/kg) (al neto del basal) | Lactacidemia (mM) (valor basal 0,9) | Fc (b/min) | Lactato (mM) | watt/kg | velocidad (m/s) | Tiempo 1000 m | Fc b/min |
| 1,2 | 15 | 0,69 | 122 | 2 | 2,26 | 3,61 | 4min37s | 153 |
| 1,7 | 21 | 0,90 | 134 | 3 | 2,72 | 3,87 | 4min78s | 167 |
| 2,2 | 30 | 1,85 | 151 | 4 | 3,1 | 4,06 | 4min6s | 177 |
| 2,7 | 39 | 2,95 | 166 | 5 | 3,29 | 4,15 | 4min1s | 181 |
| 3,2 | 46 | 4,25 | 180 | 6 | 3,42 | 4,2 | 3min58s | 183 |
| 3,7 | 50 | 8,23 | 187 | 7 | 3,54 | 4,25 | 3min55s | 185 |
| | | | | 8 | 3,67 | 4,3 | 3min52s | 187 |
| | | | | 9 | 3,78 | 4,34 | 3min50s | 180 |

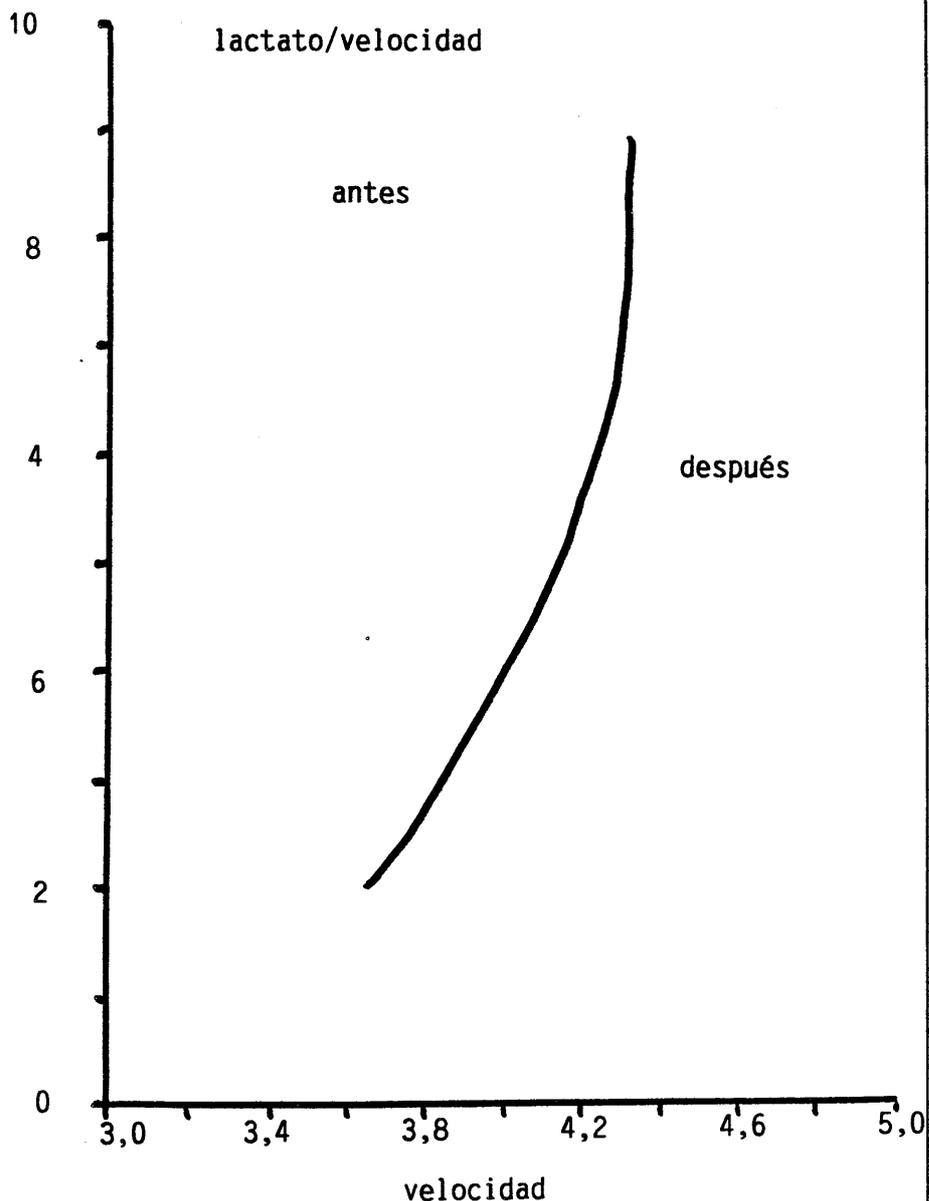
| b | | | | d | | | | |
|---------|--|--|---------------|-----------------|---------|--------------------|------------------|-------------|
| watt/kg | VO ₂ /kg (ml/min/kg) (al neto del basal) | Lactacidemia (mM) (valor basal 0,9) | Fc (b/min) | Lactato (mM) | watt/kg | Velocidad (m/s) | Tiempo 1000 m | Fc b/min |
| 1,2 | 15 | 0,60 | 117 | 2 | 2,78 | 3,9 | 4min16s | 156 |
| 1,7 | 23 | 0,55 | 130 | 3 | 3,12 | 4,06 | 4min6s | 166 |
| 2,2 | 32 | 0,65 | 142 | 4 | 3,43 | 4,2 | 3min58s | 174 |
| 2,7 | 41 | 1,75 | 154 | 5 | 3,72 | 4,32 | 3min51s | 180 |
| 3,2 | 49 | 3,21 | 168 | 6 | 3,96 | 4,43 | 3min46s | 184 |
| 3,7 | 54 | 4,91 | 180 | 7 | 4,2 | 4,53 | 3min40s | 187 |
| | | | | - | - | - | 3min40s | 187 |

Cuadro 9.- Test de cargas crecientes hasta el agotamiento, con incremento de las cargas (5 vatios/Kg) cada tres minutos. Se efectúa una toma de sangre del lóbulo de la oreja al final de cada carga (cuadros a y b). Después del empleo (unos tres meses) de las sistemáticas de entrenamiento con intervalos breves y fartlek el atleta (incluso tratándose del campeón italiano) muestra visibles mejoras que podemos resumir así:

- A igual de carga, menor acumulación de ácido láctico para todos los pasos;
- aumento de la potencia del umbral anaeróbico de un 16% y a la vez grandes perfeccionamientos incluso a 2 mM (23'2%) también por efecto de las recuperaciones activas del fartlek que se desarrollan en esa zona, además de una mejora del rendimiento;
- capacidad de alcanzar una potencia aeróbica más elevada en la última carga (+ 12%);
- capacidad de desarrollar durante tres minutos un trabajo mecánico de 4'2 vatios/kg que corresponde a una velocidad de 4'53 m/seg, muy próxima a la velocidad media objetivo para el atleta sobre los 1000 m (4'58 m/seg).

En los cuadros c) y d) y en la fig. 2 se muestran los datos mecánicos y fisiológicos (Fc) obtenidos en el test, pero puestos en relación con valores fijos de lactato en la sangre. De esta forma el entrenador puede determinar la intensidad de la carga en función de un nivel deseado de concentración hemática de lactato.

En los farlek esta valoración tiene importancia en el régimen de variación: en efecto, si el atleta pasara de 3'1 wátios/kg a 3'54 (valores de potencia mecánica correspondientes en el test a 4 mM y a 7 mM respectivamente), que en embarcación significa pasar de 4'06 m/seg a 4'25 m/seg, se puede suponer que la acumulación de lactato será de cerca de 1 mM por minuto, mientras que si llegara a 3'8 wátios/kg (velocidad 4'37 m/seg) la acumulación sería de casi 1'66 mM por minuto. Estas informaciones nos permiten dirigir la variación en el trabajo bien en los que concierne a la potencia o bien a la duración. La eficacia del trabajo se controló con un test idéntico transcurridos tres meses.



2. Test específicos (tipo competición)

Como anteriormente se ha dicho, para el atleta es mucho más importante efectuar test que reproduzcan el esfuerzo de competición. En ese sentido va dirigido el test de Moritani (1981) que en el caso de la canoa puede considerarse específico. En los atletas jóvenes es útil llevar a cabo el test sobre tres pruebas en el kayakergómetro (60, 120 y 240 segundos) con la medición simultánea del VO₂ y del ácido láctico en la sangre, ya que es importante controlar las respuestas del atleta en esfuerzos que se refieran a diferentes distancias. Para el atleta avanzado se puede efectuar este test incluso solamente en los 60 seg. y sobre la distancia específica de competición. Con respecto al test ergospirográfico con cargas crecientes este control se viene efectuando mucho más a menudo justamente por tratarse de un test de competición.

El test en los 60 segundos proporciona esencialmente indicaciones sobre la componente anaeróbica y sobre la marcha de la potencia mecánica muscular en ese lapso de tiempo. En realidad incluso si el máximo de ácido láctico sanguíneo es parecido en la prueba de 60 seg. y en la de 240 seg, la velocidad de producción es evidentemente superior en la más breve mientras que la marcha del lactato en la recuperación aparece diferente y resulta mucho más lenta la difusión del lactato la difusión del lactato desde el músculo a la sangre.

Consideremos, por ejemplo, un 500 metrista que en el test de 60 seg. desarrolle una potencia de 500 watios igual a un tiempo de 60 segundos sobre 300 m y que en competición deba desarrollar 490 watios igual a 1 minuto 42 segundos sobre 500 m; es improbable que, dada la potencia máxima expresada en 60 seg., pueda realizar el tiempo previsto ya que debería mantener durante aproximadamente 2 minutos la potencia que ha sido capaz de mantener en solo 60 segundos. Para ello será necesario aumentar su potencia anaeróbica y por consiguiente su J/palada, o bien si todavía es posible, su hpg. Nota 4

Como demostración de cuanto hemos afirmado y como confirmación de que los sistemas de valoración no específicos en uso hasta ahora no están de ningún modo relacionados con la prestación, se han correlacionado los resultados de los test genéricos, efectuados en un conjunto de la selección nacional italiana, con algunos tests efectuados en laboratorio.

En particular los test genéricos comprendían:

- a) test de carrera 1200 y 5000 m;
- b) test de natación 100 y 300 m;
- c) impulsiones y extensiones con peso en banco por 60 segundos;
- d) tracciones en la barra durante 60 segundos.

Los tests específicos de laboratorio comprendían por el contrario:

- a) test de 60 y 240 segundos en el ergómetro de paladas con observación del VO₂.
- b) test submaximales, para implicar en régimen de steady-state (creación continua) exclusivamente el metabolismo aeróbico a 76hpg con medida del rendimiento.

Las correlaciones estadísticas mostrada en el cuadro 11 a), b) y c) se refieren a los siete mejores atletas italianos (que han participado en competiciones olímpicas en Seul o en el último mundial) y a otros nueve que, aún siendo de nivel nacional, no han participado en estas competiciones y por ello se consideran de nivel inferior.

| PRUEBA 1000 m (ergómetro de paladas) | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------|
| | T.L. (media e Ds) | H.L. (media e Ds) | P |
| Watt/kg | 3,66 [±] 19 | 3,37 [±] 0,34 | <0,05 |
| J/pala/kg | 2.129 [±] 3,6 | 2.016 [±] 0,12 | <0,05 |
| Hpg | 102,7 [±] 3,6 | 100 [±] 1,0 | N.S |
| PRUEBA 300 m (ergómetro de paladas) | | | |
| Watt/kg | 50,1 [±] 0,24 | 4,62 [±] 0,57 | <0,05 |
| J/pala/kg | 2,36 [±] 0,15 | 2,31 [±] 0,10 | N.S. |
| Hpg | 127 [±] 7 | 119 [±] 10 | <0,05 |
| PRUEBA EN STEADY-STATE (76 Hpg) | | | |
| Watt/kg | 2,37 [±] 0,24 | 2,46 [±] 0,19 | N.S. |
| J/pala/kg | 1,87 [±] 0,16 | 1,94 [±] 0,15 | N.S. |

Cuadro 11a.- Relación entre canoistas de alto nivel (T.L.) y de buen nivel (H.L.) italianos sobre pruebas de 1000 m, de 300 m y aeróbicas en el ergómetro de paladas.

| | Test específico | | | | P |
|---|-----------------|-------|-------|-------|------|
| | T.L. | | H.L. | | |
| | media | Ds | Media | Ds | |
| Natación 100 m (s) | 77 | ± 8 | 90 | ±15 | 0,05 |
| Natación 300 m (s) | 284 | ±38 | 327 | ±56 | 0,05 |
| Carrera 1.200 m (s) | 247 | ±27 | 231 | ± 8 | N.S. |
| Carrera 5.000 m (s) | 1143 | ±90 | 1167 | ±66 | N.S. |
| Tracción asiento (nº de repeticiones 50 kg/60s) | 40,4 | ± 5 | 40,4 | ± 6,8 | N.S. |
| Empuje asiento (nº de repeticiones 50 kg/60s) | 34,6 | ± 9,8 | 33,6 | ± 4,8 | N.S. |
| Tracción de la barra (nº repeticiones en 60 s) | 43,8 | ± 6,8 | 47,1 | ±12 | N.S. |

Cuadro 11b.- Relación entre los parámetros metabólicos en atletas de alto nivel (T.L.) y de buen nivel (H.L.) durante una prueba de 4 min.

| PRUEBA 1.000 m (ergómetro de palada) | | | | |
|---|-----------|----------------------|----------------------|--------|
| | | T.L. (media e Ds) | H.L. (media e Ds) | P |
| Consumo de O ₂ durante la prueba (ml/kg) | (0-4 min) | 180±3,8 | 180±4,9 | N.S. |
| | (0-1 min) | 21±3 | 21±4 | N.S. |
| | (1-2 min) | 52±4 | 51±4 | N.S. |
| | (2-3 min) | 54±3 | 53±4 | N.S. |
| | (3-4 min) | 53±3 | 53,5±5 | N.S. |
| Deuda de O ₂ (ml/kg) | | 118±14 | 109±3 | N.S. |
| Rendimiento (%) | | 14,16±0,74 | 13,42±0,51 | <0,005 |
| PRUEBA EN STEADY-STATE (76 Hpg) | | | | |
| Rendimiento (%) | | 15,02±1,4 | 15,53±1,1 | N.S. |
| Consumo medio de O ₂ (ml/kg/min) | | 46±5,6 | 45±6,7 | N.S. |

Cuadro 11c.- Relación entre atletas de alto nivel (T.L.) y de buen nivel (H.L.) en pruebas generales de valoración. Carrera, pesos y tracciones no representan un elemento de calificación para un atleta de buen nivel.

Los resultados indican que los test genéricos no discriminan el nivel prestativo de los dos grupos y que en los niveles específicos éste no está vinculada a los valores del VO₂. En efecto el grupo de los mejores (top level-TL) y los de alto nivel (high level-HL) producen la misma cantidad de trabajo por kg de peso en los 60 segundos de extensión y de impulsión; además el grupo HL hace más tracciones en la barra. En la carrera el grupo HL es mejor en los 1200 m mientras que son iguales los tiempos en los 5000 m. En natación sucede lo contrario, pero se puede suponer que los atletas de TL, al efectuar en grupo muchas horas de entrenamiento en piscina, han desarrollado adaptaciones específicas incluso en el estilo. Además de esta falta de diferencia entre los dos grupos y en los diversos tipos de tests genéricos, el dato característico es que la potencia aeróbica media sostenible por los dos grupos en el test de 4 minutos sobre kayakergómetro es idéntica (45 ml/min/kg) así como su distribución en el tiempo por minuto.

Analizando los datos relativos a los parámetros mecánicos de las tres pruebas en el ergómetro de paladas, se observa por el contrario, que el grupo TL presenta en el test específico, además de una potencia, incluso una capacidad de trabajo superior (J/palada) que se expresa en la mayor fuerza aplicada en el agua. Esa mayor fuerza cuando se aplica 103 hpg permite un notable aumento de la potencia mecánica que después a su vez se traduce en una velocidad superior en embarcación.

El breve test de los 60 seg. proporciona por el contrario indicaciones sobre la capacidad de mantener el mismo J/palada a ritmos muy superiores: en efecto, el grupo TL sostiene un ritmo de 127 hpg, efectuando además más trabajo en el agua con respecto al grupo HL. La frecuencia más alta permite en este caso la mayor potencia del grupo TL.

Estas observaciones conducen a las siguientes consideraciones:

1) si se admite que el rendimiento es constante tanto en las pruebas aeróbicas como en las maximales, si se considera que los dos grupos, el TL y el HL, han demostrado el mismo rendimiento en steady-state (cuadro 11), se debe deducir que los atletas TL tienen una mayor capacidad de déficit de O₂ y por consiguiente de trabajo anaeróbico;

2) si, por el contrario, se considera que el déficit de O₂ no se

diferencia entre los dos grupos, como indicaría el valor no diferente del consumo de O₂ (aún con las reservas que se señalan) y del lactato producido, se deduciría que el rendimiento específico de competición sirve para diferenciar los niveles prestativos.

Aparte de las consideraciones metodológicas esta última valoración parece la más probable, en relación con la elevada especificidad de las adaptaciones que intervienen en los atletas de top level, como se pone de manifiesto en otras disciplinas deportivas.

En conclusión, basándonos en los datos y en verificaciones experimentales y no en especulaciones de carácter teórico, se puede sostener que los trabajos que tengan como única finalidad el aumentar unilateralmente la potencia aeróbica o el umbral anaeróbico, desarrollándose con un J/palada y/o en un número de golpes muy bajo, para mejorar el rendimiento a estos regímenes, sin la posibilidad de transferir a los ritmos mucho más altos de competición y los que se basan en la fuerza que se debe aplicar paleando en competición, no se pueden considerar como metodológicamente correctos.

CONCLUSION

El presente artículo pone fin, en el momento actual, a los métodos de valoración del modelo funcional del canoista (kayak) olímpico realizables en laboratorio y a su utilización como control durante los ciclos de entrenamiento.

En un próximo trabajo nos proponemos tratar como temas fundamentales:

- a) los test de campo, con valoración de los metabolismos energéticos;
- b) la valoración de los medios de entrenamiento, por medio del sistema telemétrico (K 2 de la Cosmed), ácido láctico en la sangre y parámetros mecánicos;
- c) la organización y el control del ciclo anual del entrenamiento.

Se agradece al Dr. Franco Sardella por la ayuda aportada sobre la problemática del ácido láctico y al Dr. Marcello Faina por su ayuda en la parte fisiológica y en la revisión del texto.

NOTAS

(1) Todos los datos experimentales reflejados en este artículo se han obtenido del Departamento de fisiología y biomecánica del Instituto de Roma utilizando los aparatos científicos del Departamento: analizador de gas (Dataspir Jaeger), analizador del ácido láctico en la sangre (Lactate analyzer 640 KONTRON), ergómetro de paladas y kayakergómetro (Dal Monte, Cerini).

(2) Pongamos un ejemplo: si un atleta palea a un ritmo de 85 hpg con una velocidad de 3'6 m/seg. (algo inferior a su umbral anaeróbico) desarrolla una potencia de 201 watios con una J/palada de 141 julios; apenas un 65% del J/palada que éste desarrolla en competición. Esto altera completamente la secuencia de reclutamiento de las fibras musculares (sólo se reclutarían las más lentas) y el tiempo de tránsito en el agua será más largo, alterando además los aspectos técnicos.

| | CLASE DE ENTRENAMIENTO | | | |
|---|------------------------|-----------|-----------|--|
| | 1 x 4 min | 2 x 2 min | 4 x 1 min | |
| Trabajo total (Kj) | 24 | 60,48 | 70,56 | Trabajo dividido al paso del umbral anaeróbico el kayakergómetro (explicación en la leyenda) |
| Potencia media fase activa (watt) | 225 | 252 | 294 | |
| Consumo de O ₂ (al neto del basal) (l/min) | 4,44 | 4,30 | 3,95 | |
| Frecuencia cardiaca (b/min) | 178 | 179 | 180 | |
| Lactato emático (mM) | 5,50 | 6,16 | 5,46 | |

Cuadro 7.- Trabajo a una frecuencia cardiaca de umbral con tres métodos diferentes de fraccionamiento. Parece evidente la mayor potencia ejercida en las pruebas de 60 seg. y el menor consumo de oxígeno durante ellas. Es de suponer que esto es debido a la utilización del metabolismo alactácido, dado que con 20 seg. de descanso se resintetiza cerca del 15% de la PC (fosfocreatina). La Fc bajaba unos 10p/min. en la recuperación y después de unos 10-15 seg. volvía a los valores de umbral requeridos, que en este caso son de 180 p/min. (pulsaciones/minuto).

Nota: el VO₂, la Fc y el lactato se han obtenido al final de la fase activa.

(3) Un ejemplo de trabajo fraccionado es el realizado en los 4 minutos examinado en el ergómetro de paladas en laboratorio y efectuado con tres métodos diferentes: una prueba entera de 4 min., 2 pruebas de 2 min. con quince segundos de intervalo, cuatro repeticiones de 1 min, con 15 segundos de intervalo (cuadro 7). El atleta en la prueba de 4 min, consecutivos, realizada a una fc de umbral, desarrolla un trabajo con una potencia mecánica ligera-

mente superior al umbral (umbral = 210 vatios a 4 mM y 177 pulsaciones/minuto) con una marcha, no señalada en el cuadro, de tipo decreciente en los 4 min. (de 250 a 205 vatios); en la prueba fraccionada de dos veces dos minutos con 15 seg. de pausa la potencia es de 252 vatios (+20% del umbral) y se nota también un ligero incremento de la parte anaeróbica láctica que interviene en el II minuto de trabajo para sostener el aumento de intensidad. Por el contrario cuando el trabajo fraccionado preve cuatro fracciones de 60 seg. con 15 seg. de recuperación entre ellas, el atleta llega a desarrollar una potencia de 294 vatios, superior al 40% del umbral anaeróbico sin determinar el aumento del nivel de lactato en la sangre. Se debe deducir que en una prueba de 60 seg. el aumento de la potencia respecto a los otros dos tipos de prueba es casi totalmente satisfecho por el depósito de fosfato oportunamente reconstruido después de cada fracción. Hay que tener presente que 294 vatios corresponden a una velocidad de embarcación de 4'13 m/seg. igual a un tiempo de 4 min. sobre los 1000 m; suponiendo que se quiere alcanzar una velocidad de 4'55 m/seg. igual a 380 vatios y como consecuencia a 3 min. 40 seg. sobre los 1000 m, con este método, incluso entrenando principalmente la componente aeróbica, se consigue desarrollar una intensidad de trabajo cercana al 80% de la competición. El entrenamiento asume por consiguiente, ya desde esta fase, características de especificidad, que se reflejarán en el aumento del rendimiento en la competición. Se añade además que se requiere al atleta a que efectúe la mayor parte de las fases activas a 78 hpg, desarrollando 3'2 m/palada a fin de tener 233 J/palada, que corresponden al trabajo desarrollado en el agua en el agua para recorrer 1000 m en 3 min. 38 seg. Sin embargo, por ejemplo, 250 m se deberán alcanzar en 60 seg. a 78 golpes para respetar la fuerza específica, ya en las fases de preparación. Por el contrario en los fartek, pueden requerirse velocidades incluso superiores, manteniendo siempre extremadamente activos los procesos aeróbicos, sobre todo en función de la reutilización del lactato producido. El canoista reflejado en el cuadro 8, ha efectuado en el ergómetro de palada 2 tipos de variaciones: la primera de duración de 100 seg. a 310 vatios (+48% del umbral) y recuperación de 180 seg. a 185 vatios (-14% del umbral); la segunda a 360 vatios (+70% del umbral) durante 75 seg. y recuperación de 170 vatios en 180 seg. Como se pone de manifiesto en el cuadro, el incremento del lactato sanguíneo en la prueba de los 360 vatios no es elevado (unos 5'5 milimoles), aunque el atleta cumpla trabajos a un 95% de la potencia de competición. Esto indica que con tal trabajo (3 series de repeticiones) el canoista ha cumplido 4200 m a un ritmo del 95% de la competición y 7800 m de recuperación activa durante los cuales, más que

presumiblemente, el lactato producido con anterioridad ha sido metabolizado a nivel muscular por vía aeróbica.

| FARTLEK AL KAYAKERGOMETRO | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| | I Tipo * | II Tipo ** |
| | 310 Watt (rec. 185 watt) | 360 Watt (rec. 170 watt) |
| Trabajo total en la fase activa (kj) | 31 | 27 |
| Trabajo Total en la fase de recuperación (Kj) | 33,3 | 30,5 |
| VO ₂ en la fase de trabajo (l/min) | 4,44 | 4,5 |
| VO ₂ en la fase de recuperación (l/min) | 3,4 | 3,2 |
| Fc de trabajo (b/min) | 186 | 191 |
| Fc de recuperación (b/min) | 171 | 165 |
| Lactacidemia al final de la fase activa (mM) | 3,82 | 5,46 |
| Lactacidemia al final de la fase de recuperación (mM) | 3,3 | 5,1 |
| Intensidad de trabajo (% de la intensidad de curso) | 82 | 95 |

Cuadro 8.- Fartlek tipo I (*): se trata de un trabajo más orientado al desarrollo de la componente anaeróbica y empleado en la primera fase de la preparación. Corresponde a un valor del 82% de la potencia mecánica de competición y se desarrolla sobre distancias de más de 300 m. En nuestro caso 400 m en 95 seg. y recuperación de 170 seg. para 600 m; en la recuperación el atleta está a un 80% del umbral y la Fc resulta 10 p/min. más elevada de la que se tiene en un trabajo a steady state de esta potencia. **Fartlek tipo II (**):** Es utilizado en un segundo período de preparación. Se desarrolla al 95% de la potencia de competición, consintiendo una recuperación más larga y menos comprometida para el atleta en un 75% del umbral a fin de obtener una buena calidad de palada. Para el aumento del lactato es aconsejable seguir el trabajo en 3-4 series de 4-6 repeticiones para el trabajo del tipo II, y en 2-3 series de 4-6 repeticiones para el trabajo del tipo I. En embarcación se puede dividir la distancia de 100 m, en el tipo I, en 400 m, aumento de velocidad, y 600 m de recuperación al 80% del umbral; en el tipo II 300 m, aumento de velocidad y 700 m al 70% del umbral.

Naturalmente se efectúa un control sobre el atleta del J/palada; cuando el atleta realiza un fartlek a 310 watios debe recorrer la distancia de 400 m a 80 hpg y 3'15 m/palada, en 95 seg. y con un total de 127 golpes; en el farlek de 360 watios, se efectúan los 350 m a 93 hpg y 2'88 m/palada, para que el tiempo recorrido sea de 78 seg. y 121 el número total de paladas. De esta forma se respeta el mismo J/palada de competición. Esta tipología de farlek se pue-

de aplicar al atleta que esté especializado en los 1000 m. Para los de 500 m, el concepto será desarrollar distancias más breves, pero con potencias superiores. Un canoista que tenga por objetivo hacer 500 m en 1 min. 43 seg., queriendo efectuar los primeros 250 m en 50 seg, debe desarrollar una potencia de 493 watos con 246 J/palada a 120 hpg. Para trabajar al 80% de la potencia de carrera (394 watos) es necesario cumplir 300 m en 65 seg. y 104 golpes a 96 hpg. Las recuperaciones deben ser activas también en esta ocasión y superiores a los 150 seg., a una marcha ligeramente más baja que la indicada para los de 1000 m (unos 130-140 watos). La longitud de los trayectos con velocidades especificadas se establece normalmente con base en las capacidades del atleta para mantener los parámetros arriba señalados de frecuencia (hpg) y de J/palada. Se tendrá presente que antes de trabajar sobre la fuerza resistente específica de manera continuada y sólida, es oportuno trabajar sobre la calidad del golpe en el agua, manteniendo fijo, si es posible, el trabajo por palada y desarrollando aquel que es el target (objetivo) de competición en la previsión de la prestación. Claramente si el atleta no soporta ni siquiera por 30 seg. este target, faltan los presupuestos de fuerza adecuados a bien existe una carencia de técnica para esta frecuencia de palada que no permite la transformación de la fuerza aplicada en propulsión.

| | | Prueba de 60 s Watt/kg | Prueba de 120 s Watt/kg |
|--|----------|---------------------------|----------------------------|
| Test de acceso | | 3,67 | 2,92 |
| 1. -3.meses bloqueo de fuerza y combinado de carga aeróbico y anaeróbico | I ciclo | 4,24 (+15%) | 3,63 (+24,3%) |
| 4. -5 meses carga a superioridad lactácida | | 4,60 (+8,4%) | 3,59 (-1,1%) |
| 6. - 7 meses carga en superioridad de ritmo de consurso | II ciclo | 4,61 (+0,2%) | 3,93 (+9,1%) |
| variación total % | | +25,60% | +34,20% |

Cuadro 10.- Variación de los parámetros mecánicos durante la temporada . Como se nota en el primer período competitivo, el atleta desarrolla preferentemente sus características de potencia sobre los 60 seg., debidas al trabajo de fuerza especial sobre la palada y sobre la componente láctida. En el segundo período, hay una preponderancia de la resistencia especial con recurso total a los ritmos de competición (empleados también en el ciclo I pero como mayor atención a la fuerza por palada). Es de notar que, en el período más importante, el incremento mayor corresponde, en cada caso con respecto a los valores de salida, a la prueba específica de competición (120 seg).

(4) En el cuadro 10 se observa como es posible controlar por medio de los test específicos el proceso de entrenamiento y verificar las posibilidades de prestación. En el caso ilustrado se ve como una carga correcta, orientada primeramente a un mejoramiento general con un régimen aeróbico preponderante, pero con un método fraccionado en fartlek, conlleva un perfeccionamiento de ambas capacidades de prestación, con un beneficio evidente para la prueba de los 500 m. Sin embargo, como el target corresponde a una potencia de unos 4 w/kg, parece del todo improbable que esta metodología de trabajo suficiente para mejorar la componente anaeróbica. Por ello es necesario dedicarse principalmente a trabajos en torno a los 30-60 seg. con intensidad muy elevada, incluso superior a los ritmos de competición, con recuperaciones breves no superiores a los 3 min., a fin de determinar una disminución de la capacidad de trabajo mecánico de un 10-15% (una canoista aumenta el tiempo de recorrido de 250 de 56 a 59 después de 6-8 repeticiones con una bajada simultánea de la hpg de 7-8 golpes por minuto). El efecto de tal trabajo es visible en el test sucesivo, donde el atleta muestra una mejora del 8'5% de la componente anaeróbica, con mejora simultánea del J/palada; en la prueba de los 500 metros el atleta mantiene la misma intensidad del test precedente, lo que corresponde a 1 min. 57 seg. 6. Antes de los encuentros más importantes, el atleta dedica con preferencia su entrenamiento a trabajos entre 60 seg. y 100 seg. que se aproximan a la distancia de competición, empleando velocidades de carrera o poco superiores, con una recuperación más larga (8 min. o más), repitiéndolos hasta que la disminución de potencia mecánica no resulte superior al 5-10%. Esto sucede normalmente después de 4-6 repeticiones.

EL SOBREENTRENAMIENTO

Autor: Sabino Padilla Magunacelaya

El Sobreentrenamiento

AUTOR: Sabino Padilla Magunacelaya

Instituto Vasco de Educación Física. Vitoria-Gasteiz.

Introducción.

El incremento del nivel competitivo tanto en el volumen como en la intensidad del entrenamiento anual así como el mayor número de años en competición, han generado nuevos sistemas de entrenamiento de acorde con las nuevas exigencias. La exposición crónica a cargas de trabajo para cubrir los objetivos deportivos cada vez más numerosos, ha creado a su vez, diferentes niveles y formas de adaptación del organismo, presentándose nuevos tipos de patología. Dentro de ésta nueva patología se encuadra una alteración biológica denominada genéricamente como "Sobreentrenamiento". Previamente a definir el "Sobreentrenamiento", es importante enmarcar a la fatiga física como un proceso que cursa con una disminución de las prestaciones de portivas durante la competición o el entrenamiento (Karlsson, 1979). La aparición de la fatiga física obedece a diversas causas. La fatiga de origen central obedece a una falta de adaptación del S.N.C. a las exigencias de coordinación, actividad mental de ciertas actividades (gimnasia, patinaje...), estando el efector, que es el músculo, intacto. La fatiga de origen periférico obedece a alteraciones del propio músculo, incluyéndose dentro de ella una forma de presentación aguda y otra más solapada denominada crónica. Debemos de diferenciar un primer estado de fatiga aguda (que sobreviene de forma brusca durante el ejercicio físico) del que se instaura lentamente a lo largo de varios días o semanas sin que exista justificación de un ejercicio previo. La fatiga aguda es un proceso consecuente a un ejercicio de intensidad y duración bien determinadas, guardando una estrecha relación con ésta. Los dos tipos de ejercicios que originan la fatiga aguda son:



- Ejercicios de alta intensidad (supramaximales), de predominio anaeróbico de una duración que va desde los 6-8 segundos hasta los 3-4 minutos. Las causas guardan estrecha relación con la acumulación de ácido láctico en el músculo y las bruscas modificacio-

nes del pH en este tejido (Hermansen, 1981).

- Ejercicios de una intensidad submáxima, de predominio aeróbico de una duración entre 1 y 2 horas. El origen de este tipo de fatiga esta en el vaciamiento de los depósitos de glucógeno a nivel de los músculos solicitados en el ejercicio (Essen, 1977).

Existe sin embargo un tipo de fatiga crónica (Michael, 1961), caracterizada por una disminución permanente del rendimiento físico, con una incapacidad para realizar las cargas de trabajo diarias, que se instaura de forma muy lenta, sin que exista un único ejercicio previo que lo justifique.

Definición

El Tejido que en el hombre genera fuerza y trabajo es el músculo, siendo la fatiga una situación caracterizada por la incapacidad de mantener y generar un nivel de fuerza o potencia por dicho tejido.

Existen tipos de ejercicios que debidos a la pequeña masa muscular puesta en acción, pueden generar situaciones de sobrecarga muscular principalmente cuando las cargas de trabajo exceden la capacidad de adaptación de dichos músculos. Así mismo, existe un tipo de acción muscular denominada contracción excéntrica que sus numerosas repeticiones pueden originar rupturas o lesiones microscópicas en las estructuras musculares generando un tipo de fatiga (Friden, 1984; Sjostrom & Friden, 1982). El síndrome de "Sobreentrenamiento", sin embargo, hace referencia a un estado biológico de ruptura en el equilibrio que debe de existir entre cargas de trabajo y recuperación, cuya consecuencia más inmediata es la disminución permanente del rendimiento. El factor desencadenante en éste síndrome, es el entrenamiento, que puede definirse como la realización sistemática y regular de ejercicios con el fin de mejorar el rendimiento deportivo. Kuipers & Keizer (1988) diferencian dos formas de presentación del sobreentrenamiento en función de la duración y precocidad de aparición de síntomas: de corta duración consecuente a una insuficiencia en los períodos de recuperación y de larga duración con una respuesta emocional alterada.

Detección y valoración clínica.

El sobreentrenamiento es un estado reaccional mixto psico-fisiológico y como tal presenta reacciones muy individualizadas como

respuesta a incapacidad de adaptación a las cargas de trabajo. Clásicamente se pueden englobar las mencionadas reacciones en dos perfiles:

-De predominio simpático que cursa con signos físicos de actividad simpática en reposo. Las señales de alarma más frecuentes de la instauración de este tipo de fatiga crónica son:

- Elevación de la frecuencia cardíaca de reposo.
- Descenso permanente de las prestaciones deportivas.
- Pérdida progresiva de peso.
- Pérdida de apetito.
- Hipotensión postural.
- Mayor fragilidad, reflejada por un incremento de infecciones y lesiones.
- Pérdida de motivación.
- Labilidad emocional y pérdida de sueño.
- Lentitud en la recuperación de la frecuencia cardíaca y la presión arterial tras el entrenamiento.

- De predominio parasimpático, cuadro que cursa con signos físicos menos alarmantes y de más difícil identificación, hecho que retrasa muchas veces su diagnóstico. La inhibición de la actividad simpática y el predominio parasimpático son las características más llamativas (Kuipers & Keizer, 1988):

- Descenso permanente del rendimiento.
- Frecuencia cardíaca de reposo baja.
- Rápida recuperación de la frecuencia cardíaca.
- Peso corporal constante y apetito normal.
- Hipoglucemia durante el ejercicio.
- Dormir más de lo usual.
- Comportamiento bradipsíquico.

En los controles de laboratorio se detecta una disminución del rendimiento a cargas submáximas concomitante a frecuencias cardíacas más elevadas para cargas similares (Kindermann, 1986). Los niveles de lactato a ejercicios máximos están disminuidos como respuesta a una menor activación del sistema simpático durante el ejercicio (Kuipers, 1987; Kindermann, 1986), hecho que puede reflejar una hipofunción adrenocortical, confirmada por la disminución del nivel de catecolaminas en sangre (Virus, 1985; Kindermann, 1986). Todas estas observaciones asocian el sobreentrenamiento a una disfunción en los sistemas de control biológico responsables de la adaptación cardiovascular y endocrino-metabólica al ejercicio localizadas en el eje Hipotálamo-Hipofisario (Barron, 1985). Las variables bioquímicas sanguíneas pueden reflejar un estado de predominio catabólico, con un descenso de la hemo-

globina y hematócrito, una elevación de los enzimas musculares y una disminución de las proteínas totales. Estos cambios hematológicos sin embargo deben de valorarse en su justa medida ya que existen otros procesos biológicos que cursan con el mismo tipo de modificaciones.

Diagnóstico

Uno de los signos más fácil de detectar sin necesidad de una tecnología sofisticada es la disminución permanente y progresiva del rendimiento deportivo (capacidad de observación del entrenador). Este hecho nos debe de poner de sobreaviso a los entrenadores médicos de la existencia de una disfunción orgánica. Seguidamente hay que valorar la evolución del peso corporal, la frecuencia cardíaca y todo el cortejo sintomático que hemos citado anteriormente.

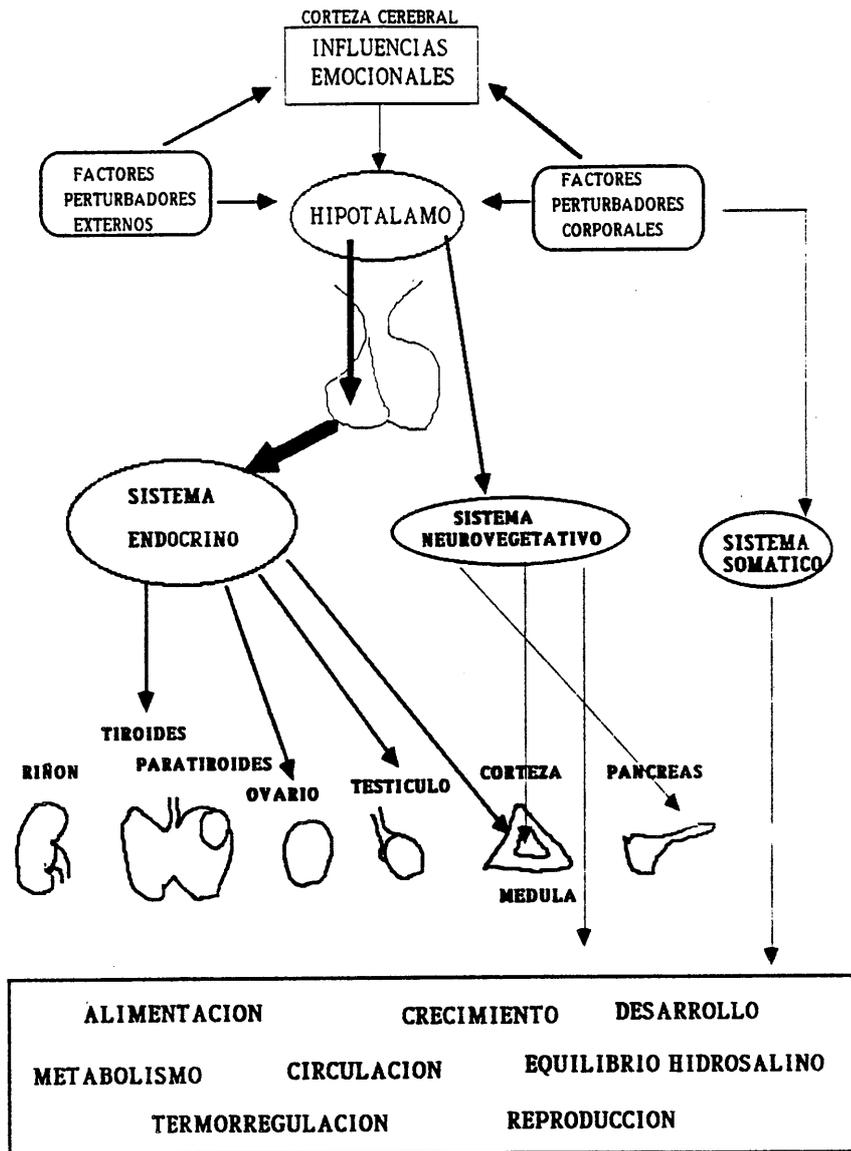
Es evidente que para detectar un estado de sobreentrenamiento no es necesaria la presencia de todas las modificaciones que hemos enumerado en el apartado de la detección y valoración, debiendo dar un valor predominante a lo que el atleta nos cuenta respecto a sus sensaciones cotidianas durante el entrenamiento (totalmente modificadas). Es fundamental descartar la existencia de otros procesos patológicos que puedan generar una disminución del rendimiento y que numerosas veces se asocian a éste, pudiendo citar al respecto la anemia, ferropenia, infecciones como la mononucleosis infecciosa, deshidratación crónica, alteraciones electrolíticas o incluso problemas de orden psicológico.

Mecanismos fisiológicos involucrados.

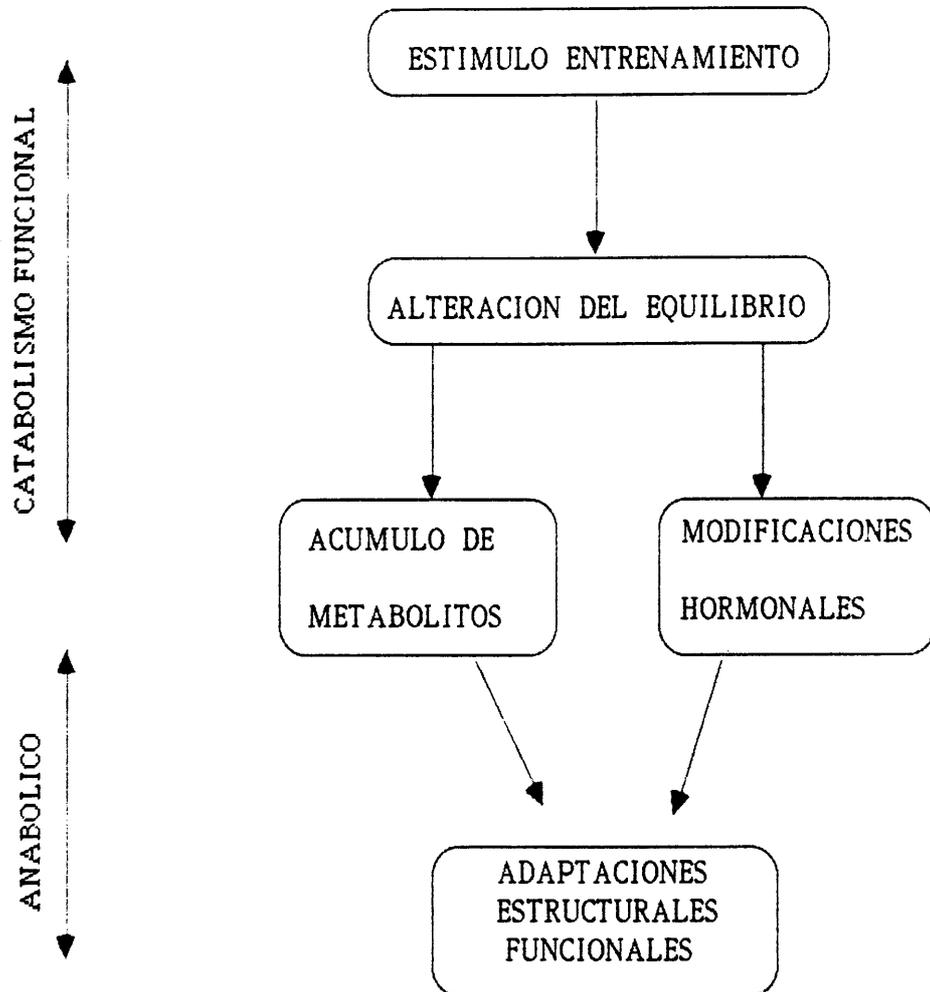
Los mecanismos íntimos involucrados en la génesis del sobreentrenamiento no están clarificados. Existen sin embargo ciertos conocimientos fisiológicos que han permitido evocar algunos sistemas biológicos implicados y consecuentemente emitir hipótesis al respecto.

Considerando el entrenamiento como un estímulo físico que modifica transitoriamente el equilibrio interno del organismo (homeostásis), la respuesta fisiológica a este estímulo es la recuperación de la normalidad, simultáneamente a una adaptación crónica estructural de los diferentes sistemas involucrados como respuesta a dicho estímulo (Esquema 1). El organismo responde al entrenamiento, con una respuesta global que implica el sistema cardiovascular, sistema respiratorio, sistema endocrino-metabólico, termo-

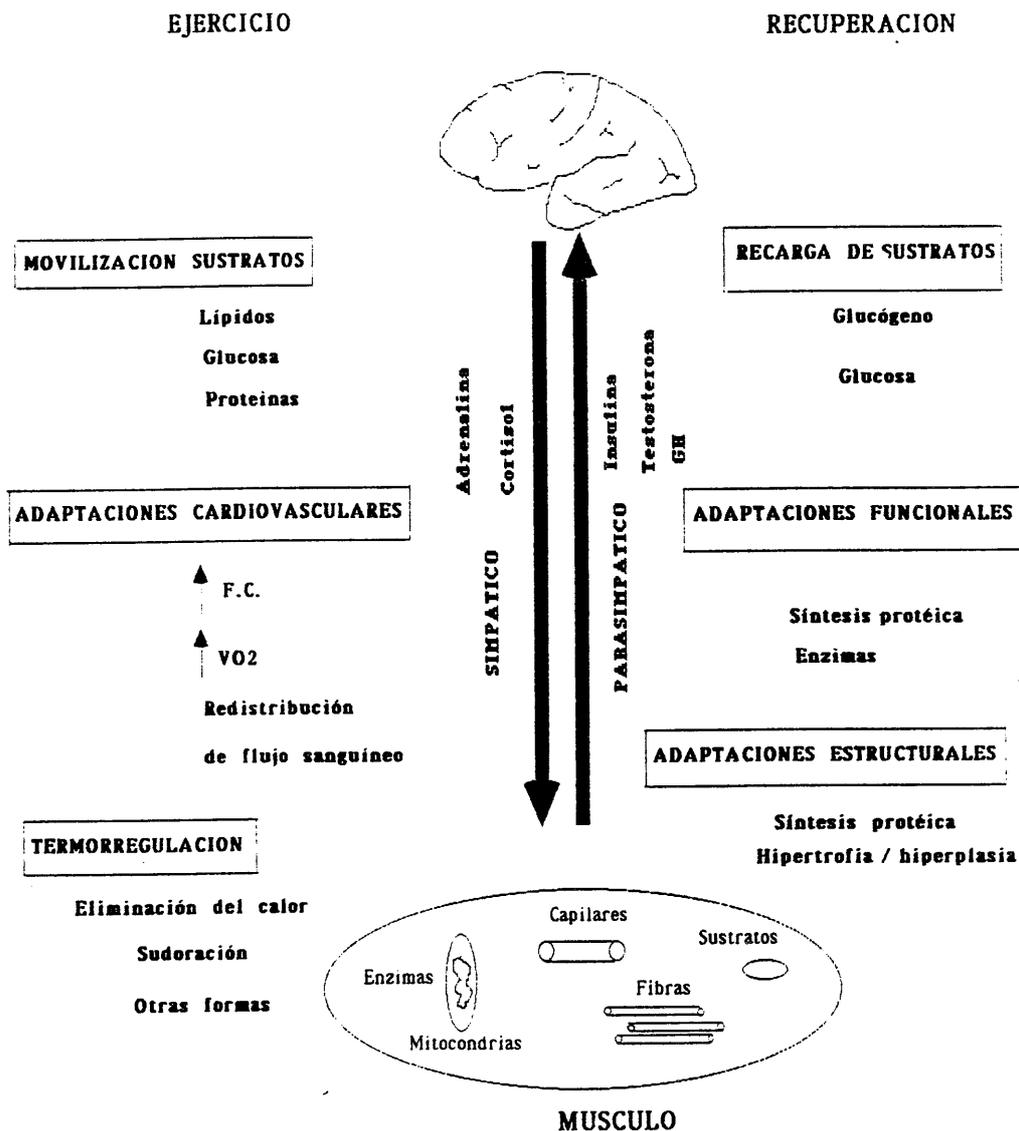
irregulación y al órgano efector que es el músculo esquelético (Esquema 2). La coordinación de todos estos sistemas corre a cargo de una estructura que se denomina Hipotálamo, cuya disposición está en serie entre los dos sistemas de control biológico del cuerpo humano que son el sistema nervioso y el sistema endocrino (Esquema 3).



Cuando las cargas de trabajo exceden la capacidad de adaptación del organismo, nos encontramos ante una situación de stress (no existe retorno) a la situación inicial). Todo deportista posee un umbral de tolerancia a la adaptación para las cargas de trabajo. La respuesta al estímulo del trabajo o entrenamiento puede ser doble y opuesta:



- Adaptación-sobrecompensación, con una respuesta del sistema endocrino y sistema vegetativo en concordancia al estímulo. Al período de stress que supone el ejercicio (predominio catabólico ejercido por el sistema simpático: ACTH y cortisol), con un acumulo de metabolitos a nivel muscular y a unas modificaciones hormonales encaminadas a la movilización y utilización de sustratos por parte del músculo, sobreviene un período de recuperación, caracterizado por una respuesta anabólica (Virus, 1984). La síntesis proteica asociada a la restauración de los depósitos de sustratos energéticos son dos de las respuestas celulares más importantes del período anabólicos (ejercido por el sistema parasimpáticos) para lo cual es necesario un entorno hormonal que favorezca dichos procesos (ver esquema 2).



- Desequilibrio entre el estímulo y la respuesta así como entre el período de trabajo y el de recuperación. Existe una respuesta no adaptativa durante el ejercicio (alteración en la movilización y utilización de sustratos y disfunción en la respuesta del eje Hipotálamo-Hipofisario), así como en la recuperación (no existe predominio de los procesos anabólicos). La perpetuación de esta respuesta no adaptativa en el tiempo, genera lo que hemos denominado fatiga crónica o sobreentrenamiento. Se han descrito perfiles hormonales a predominio catabólico en reposo: niveles de cortisol elevado (con descenso de gamma globulinas) y disminución de los niveles de testosterona (Wheeler y col., 1984). Así mismo se ha observado que la respuesta del eje hipotálamo-hipofisario está disminuida (ausencia de secreción de GH, cortisol, ACTH ante la hipoglucemia inducida por la Insulina, Barron (1985) así como ante otros estímulos, Hackney y col.1990).

Sin embargo, el sistema hormonal periférico es normal (Viru, 1985). Esta ausencia de respuesta puede ser un mecanismo de defensa ante una situación de sobreestimulación que pudiera provocar un estado de extenuación.

Factores Casuales del "Sobreentrenamiento".

Existen numerosos factores susceptibles de generar un síndrome de sobreentrenamiento. La importancia que la respuesta del eje Hipotálamo-Hipofisario tiene en la génesis del sobreentrenamiento nos pone en evidencia los tres factores que intervienen en génesis de la fatiga crónica (Cuadro 1) y que son:

Factores causales

Entorno del deportista.

Hábitos de vida/Recuperación
Stress en vida normal.
Régimen diutético.

Características del estímulo

Calidad/Cantidad de entrenamiento.
Estructura defectuosa del entrenamiento.
Ausencia de progresividad
Ausencia de ritmo
Monotonía de las sesiones
Falta de flexibilidad

Umbral de tolerancia a las cargas

Entrenabilidad/Adaptibilidad
Factores genéticos
Condiciones de salud.
Focos infecciosos crónicos
Anemia/Ferropenia

1) el entorno del deportista que puede modificar dicha respuesta.

Así los hábitos de vida son fundamentales en los períodos de recuperación-anabólicos. El stress excesivo en el trabajo y las responsabilidades son factores predisponentes. El régimen alimenticio con una buena reequilibración hidroelectrolítica y energética previenen del sobreentrenamiento (Aakvaag & Opstad, 1985; Noakes, 1986).

2) las características del estímulo, definidas por la calidad y cantidad de entrenamiento.

La estructura defectuosa del programa de entrenamiento, puede crear un tipo de estímulo inapropiado a las condiciones fisiológicas del deportista. La ausencia de progresividad de las cargas, tanto en intensidad como en volumen así como la falta de períodos de recuperación sin un ritmo y periodicidad de las mismas por exceso de competiciones, son factores esenciales en el origen de la fatiga crónica (Kindermann, 1986; Ryan, 1983). La monotonía de las sesiones de entrenamiento y la falta de flexibilidad de la programación ante problemas emocionales (Kereszty, 1971) puede predisponer el sobreentrenamiento.

3) la adaptabilidad del organismo, condicionada por el nivel entrenabilidad del deportista (umbral de tolerancia a las cargas).

La valoración de la adaptabilidad del organismo viene reflejada por la progresión en la mejora de los parámetros fisiológicos, concomitante al incremento en las cargas de trabajo. Los factores de orden genético presentan un papel esencial en este umbral de tolerancia que es el estímulo del entrenamiento. Existen factores de salud que pueden limitar o descender este umbral de tolerancia que abarcan: los focos infecciosos crónicos como las parasitosis, infecciones buco-dentales y sinusitis, la anemia, la ferropenia, el asma o cualquier otra enfermedad.

Tratamiento.

La acción esencial ante una sospecha de fatiga crónica es modificar el programa de entrenamiento. Dentro de estas modificaciones hay que diferenciar el programa de entrenamiento. Dentro de estas modificaciones hay que diferenciar dos situaciones:

- Estados de sobrecarga.

Se aconseja la interrupción del entrenamiento 3-5 días.

Disminuir el volumen de entrenamiento.

Mantener la intensidad.

Entrenar a días alternos.

■ **Sobreenentrenamiento.**

Descenso drástico del entrenamiento.

Dar prioridad a la recuperación.

Identificación de los factores causales y predisponentes.

Reestructuración del programa de entrenamiento.

Tratar los factores casuales (anemia, infecciones...).

Prevención.

La detención precoz del sobreenentrenamiento es esencial para que la recuperación no se prolongue excesivamente en el tiempo. La medida más importante a tomar a la hora de evitar el sobreenentrenamiento es establecer un equilibrio entre objetivos deportivos y la programación. La programación de un entrenamiento debe de cumplir tres principios básicos y que son: progresividad en las cargas e intensidad es, variedad de las sesiones y la recuperación. Los objetivos exigentes deben de acompañarse de regímenes de vida estrictos y rigurosos. Los controles médicos deben de ser periódicos y deben cubrir aspectos médicos de salud-enfermedad así como valoraciones de la condición fisiológica en laboratorio. Los métodos de recuperación deben de estar presente desde el primer momento del comienzo de la temporada deportiva y no sólo cuando existan signos de fatiga local o general. La alimentación e hidratación son pilares básicos para una rápida recuperación y activación de los procesos anabólicos. La comunicación entre los dos elementos que son el atleta y el entrenador es así mismo un aspecto básico en la buena marcha de la programación.

Por último decir que existen varios signos premonitorios que deben hacer sospechar la instauración de un síndrome de sobreenentrenamiento y que son:

- pérdida progresiva y excesiva de peso.
- frecuencia cardíaca no adaptativa.
- alteraciones del sueño y del apetito por defecto.
- ausencia de recuperación tras entrenamientos no duros.

Bibliografía.

- 1- Aakvaag A, Opstad PK.: Hormonal reponse to prolonged physical strain, effect of caloric deficiency and sleep deprivation. In Fotherby & Pal (Eds). Exercise endocrinology, pp 25-64, de Gruyter, Berlin 1985.
- 2- Barron GL, Noakes TD, Levy W, Smith C, Millar RP.: Hypothalamic dysfunction in overtrained athletes, Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism 60 (4): 803-806, 1985.
- 3- Essen B.: Intramuscular substrate utilization during prolonged exercise. Annals of the New York Academy of Science 301:30-44, 1977.
- 4- Fridén J.: Muscle soreness after exercise: implications of morphological changes. International Journal of Sports Medicine 5: 57-66, 1984.
- 5- Hackney A.C., Sinning W.E., Bruot B.C.: Hypothalamic-Pituitary-Testicular axis function in endurance-trained males. Int. J. Sports Med., vol 11, nº 4, pp 298-303, 1990.
- 6- Hermansen L.: Muscular fatigue during maximal exercise of short duration. Medicine Sport, Vol. 13: pp 45-52, Karger, Basel 1981.
- 7- Karlsson J.: Localized muscular fatigue: role of muscle metabolism and substrate depletion. Exerc. Sport Sci. Rev. Vol 7:pp. 1-42, 1979.
- 8- Kereszty A.: Overtraining. In Larson & Leonard (Eds.) Encyclopedia of sport sciences and medicine, pp. 218-222, MacMillan, New York, 1971.
- 9- KIndermann W.: Das Uebertraining-Ausdruck einer vegetativen Fehlsteuerung. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin H8: 138-145, 1986.
- 10- Kuipers H.: Overtraining in race horses. Lecture presented at the annual meeting of the American College of Sports Medicine, Las Vegas, 1987.

- 11- Kuipers H, Keizer HA.: Overtraining in elite athletes. *Sports Medicine* 6: 79-92, 1988.
- 12- Michael L.: Overtraining in athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 1 (2): 99-103, 1961.
- 13- Noakes T.: *Love of running*. Oxford University Press, Cape mTonw, 1986.
- 14- Ryan Aj, Burke ER, Falsetti HL et al.: Overtraining of athletes; round table. *Physician and Sports-medicine* 11(6): 93-110, 1983.
- 15- Sjostrom M, Friden J.: Morphological studies of muscle fatigue. In Kuttgen et al. (Eds) *The Biochemistry of exercise*, Vol. 13 pp 161-171. Human Kinetics Publishers Ins. Champaign, 1982.
- 16- ViruA.: The mechanism of training effects: a hypotesis. *International Journal of Sports Medicine* 5: 219-227, 1984.
- 17- Viru A.: Hormones in muscular activity. Vol II. *Adaptative effect of hormones in exercise*, CRC Press Inc, Boca Raton, 1985.
- 18- Wheeler G.D., Wall S., Belcastro A.N., Cumming D.C. : Reduced serum testosterone and prolactin levels in male distance runners. *JAMA* 252: 514-516, 1984.

COMUNICACIONES TECNICAS

Macrojornadas de piragüismo de Castilla y León

Formulario para el resumen de las Comunicaciones Técnicas.

CORRELACION TEST DE CAMPO CON PARAMETROS DE LABORATORIO EN PIRAGUISTAS DE CATEGORIA INFANTIL.

Autores: G. Cuesta*, J.M. Polo*, y S. Padilla**.

* Instituto Municipal de Deportes de Vitoria (I.M.D. Gasteiz)

** Laboratorio de Fisiología. Instituto Vasco de Educación Física
(IVEF/EKI)

Correlación test de campo con parametros de laboratorio en piraguistas de categoria infantil.

Autores: G. Cuesta*, J.M. Polo*, y S. Padilla**.

* Instituto Municipal de Deportes de Vitoria (I.M.D. Gasteiz)

** Laboratorio de Fisiología. Instituto Vasco de Educación Física (IVEF/EKI)

Resumen: 1.- OBJETIVOS

- 1) Evaluación de un ergómetro de kayak (modelo Modest) como un fiel simulador para esta especialidad deportiva.
- 2) Describir parámetros fisiológicos relacionados con el rendimiento deportivo en un grupo de piragüistas adolescentes.

2.- MATERIAL Y METODOS

Han sido estudiados 24 piragüistas (16 chicos y 8 chicas) divididos en tres grupos en función de la edad y sexo:

P1 = chicos, 14 años.

P2 = chicos, 13 años.

P3 = chicas, 13-14 años.

Los participantes en el estudio se han sometido a 2 ejercicios. El primero en laboratorio sobre ergómetro específico de kayak, el protocolo utilizado ha sido rectangular progresivo donde se valoraron la frecuencia cardiaca (FC), ácido láctico (La) y los parámetros ergométricos para cada carga. EL segundo se desarrolló 5 días después en una pista balizada sobre K-1, realizándose controles en 100, 1000 y 3000 metros.



Se ha calculado las medias y la desviación standard. Asimismo, la comparación entre los grupos se ha realizado con el test "t" de Student para pares de datos, así como el análisis de varianza

(ANOVA). 77

Las correlaciones se han realizado siguiendo el método de los mínimos cuadrados.

3.- RESULTADOS

- Los valores máximos ergométricos y biológicos de los participantes (V_x = velocidad máxima media; V_p = velocidad pico; F_p = frecuencia de paleo) se reflejan en el siguiente cuadro:

CUADRO 2

Valores máximos ergométricos y biológicos de los participantes en el estudio .

| | V_x Km. h ⁻¹ | V_p Km. h ⁻¹ | F_p p. m ⁻¹ | La. Max. mmol.l ⁻¹ | F.C. Max. | Pot Max watt. |
|----|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------|------------------|
| P1 | 62.6±1.9 | 67.6±2.6 | 112±9 | 9.5±1.0 | 191± 6 | 162± 13 |
| P2 | 57.4±1.6 | 63.4±2.6 | 109±9 | 8.0±0.8 | 192± 3 | 132± 9 |
| P3 | 52.9±3.7 | 56.7±3.9 | 102±12 | 7.5±1.0 | 193± 11 | 117± 11 |

(*) Resultados de categoría infantil

- La frecuencia cardiaca máxima obtenida en el laboratorio presenta una correlación ($r=0.99$) con la frecuencia cardiaca máxima en el test de 3000 metros ($p.01$).

- La velocidad máxima media (V_x) obtenida en el ergómetro presenta una correlación con los test de campo (100m, $r=0.93$; 1000m, $r=0.85$; 3000m, $r=0,89$).

- La intensidad máxima de trabajo en ergómetro expresada por la

velocidad máxima media, velocidad pico y los watsios máximos son superiores (p.05) en P1 respecto a P2 y P3, así como de P2 respecto a P3 (p.05).

- Hemos encontrado correlaciones significativas (p.01) entre los lactatos máximos obtenidos en el ergómetro y los tiempos de 100 metros ($r = 0.72$), así como con la velocidad pico ($r = 0.70$).

- La intensidad de trabajo correspondiente a 3 y 4 (mmol.L-1) de lactato en sangre no demuestra relación con las marcas en los test de campo.

4.- CONCLUSIONES

El ergómetro de kayak (modelo Modest) reproduce de manera muy similar la técnica de paleo en el agua así como el tipo de respuesta fisiológica en el piragüista. Esta observación ya realizada por Larsson y col. en 1987 viene corroborada por

los datos obtenidos en nuestro estudio:

1) Relación entre la frecuencia cardíaca máxima obtenida en ergómetro y la obtenida en el test de 3000 metros.

2) Correlación entre la potencia máxima desarrollada en el ergómetro respecto a las marcas.

3) Correlación existente entre los tres índices de actividad anaeróbica del piragüista (V_p -T 100m, $r = 0.91$, p.01; V_p -La max.; T-100m-La max).

El escaso número de cargas de trabajo de éste protocolo no nos ha permitido establecer correlación entre la intensidad correspondiente al O.B.L.A. y las marcas realizadas en los test de campo (3.000m) por obligarnos a realizar intrapolaciones

tre puntos muy dispersos en una zona con mucha pendiente. Creemos conveniente incrementar el número de cargas para poder determinar con mayor sensibilidad dicha intensidad.

ESTUDIO DEL RENDIMIENTO DE PALEO EN PIRAGÜISTAS ADOLESCENTES.

**Accesit al Premio Eduardo Herrero a la mejor Comunicación
Técnica.**

G. Cuesta*, J.M. Polo* y S.Padilla.**

*** Instituto Municipal de Deportes de Vitoria (I.M.D. Gasteiz)**

**** Laboratorio de Fisiología. Instituto Vasco de Educación Física
(IVEF/EKI)**

Estudio del rendimiento de paleo en piragüistas adolescentes.

Accesit al Premio Eduardo Herrero a la mejor Comunicación Técnica.

G. Cuesta*, J.M. Polo* y S.Padilla**.

* Instituto Municipal de Deportes de Vitoria (I.M.D. Gasteiz)

** Laboratorio de Fisiología. Instituto Vasco de Educación Física (IVEF/EKI)

1.- OBJETIVOS

- 1) Valorar a cada deportista los grupos musculares específicos implicados en su modalidad deportiva (Klausen y col., 1982).
- 2) Describir parámetros fisiológicos obtenidos específicamente en ergómetro de kayak (Larsson, 1987).
- 3) Tomar el O.B.L. A. (4 mmol.L-1) como índice de intensidad de trabajo considerando al piragüismo como deporte a predominancia aeróbica (Tesch y Lindeberg, 1984).

2.- MATERIAL Y METODOS

Han sido valorados 18 piragüistas adolescentes (15-16 años) participantes en pruebas nacionales que se han distribuido en tres grupos de 6 sujetos en función de la especialidad y sexo:

- G1 = Damas
- G2 = Hombres-Canoa
- G3 = Hombres-Kayak

Los participantes han sido sometidos a un test rectangular progresivo, siendo las cargas para las damas de 53, 67, 81, 101, 121 vatios, y de 67, 81, 101, 121, 141, 171 y 201 vatios para los hombres, registrándose simultáneamente la frecuencia de paleo (Fp). La du-



ración de las cargas de trabajo ha sido de 4 minutos con pausa de 1 minuto.

Se ha determinado los siguientes parámetros: Ventilación (VE), consumo de oxígeno (V02), frecuencia cardiaca (FC) y ácido láctico en sangre (La).

3.- RESULTADOS

- Los valores biológicos máximos para los tres grupos son: VE (L.min-1), 82.4 + -12.2/125.6 + -16.1/111 + -13.3; V02 (L.min-1), 2.31 + -0.3/3.52 + -0.25/3.23 + -0.23; F.C. (l.p.m), 195 + -6/197 + -4/191 + -11; La (mmol. L-1), 9.3 + -1.1/10.1 + -1.1/11.1 + -2.2. Los valores ergométricos máximos son: Fp (p.m), 101 + -14/114 + -15/121 + -14; Carga máxima (wattios), 115 + -13/171 + -161 + -12

- Hemos encontrado que G1 presenta valores máximos inferiores (p.05) en los parámetros VE, V02 y wattios respecto a G2 y G3.

- Los valores de V02 (L.min-1) y carga de trabajo (wattios) a la intensidad a la intensidad O.B.L.A. son inferiores (p.05) para G1 respecto de G2 y G3.

- Si expresamos los anteriores parámetros en porcentaje sobre el máximo, observamos que G2 presenta a la intensidad O.B.L.A. valores inferiores (p.05) de % V02 max. respecto a G1 y G3 y de % wattios max. respecto a G3.

- G2 presenta un rendimiento de paleo inferior (p.05) entre el 50 y 90% de la P.M.A. respecto a G3 y respecto a G1 para el 80 y 90% de P.M.A.

4.- CONCLUSIONES

Las diferencias obtenidas en los valores máximos metabólicos y ergométricos están determinados por las condiciones antropométricas y el sexo.

Las diferencias encontradas a la intensidad O.B.L.A. así como de rendimiento de paleo (de G2 respecto a G1 y G3), reflejan una especificidad del entrenamiento de kayak respecto a la canoa).

MODELO ANALITICO DE VALORACION DE LA TECNICA DE CANOA Y KAYAK.

Autores: Juan Carlos Vinuesa Gonzalez. Entrenador Nacional de Piragüismo.

Modelo analítico de valoración de la técnica de canoa y kayak.

Autores: Juan Carlos Vinuesa Gonzalez. Entrenador Nacional de Piragüismo.

Resumen:

En el deporte del piragüismo, es de gran importancia la Técnica como factor determinante en el rendimiento del atleta. Por ello para el entrenador presenta gran interés poseer un modelo de valoración de la técnica de sus palistas, así como el grado de perfeccionamiento o maestría adquirido y a su vez poder corregir los principales defectos del gesto técnico.

Se trata pues, de un modelo analítico de valoración subjetiva, empleando un patrón arquetipo, comparando la ejecución del palista y comprobar la desviación sobre el patrón de movimiento.

Las técnicas pueden ser más o menos versátiles, dependiendo del grado de libertad de movimientos. Es por ello por lo cual la Técnica en Canoa tiene más vías de solución del gesto técnico que en el caso del Kayak, debido a que presenta mayor número de eslabones articulares en la cadena de movimientos.

Para la valoración de la Técnica de la Canoa y del Kayak me he servido de una lista sistematizada de defectos o desviaciones del patrón.

A.- De la posición.

- a) Puntos de apoyo.
- b) Posición del tronco.
- c) Posición Latero-lateral.
- d) Posición del hombro respecto del cuello.
- e) Curvaturas de la espalda.
- f) Empuñadura de la pala.
- g) Fijación de la mano.

B.- Movimientos del tronco.



C.- Movimientos de las piernas.

D.- Posición y movimiento de la pala.

- 1). Ataque.
- 2). Tracción.
- 3). Extracción.
- 4). Impulsión-Retorno

E.- Posición y movimiento de los brazos.

- 1). Ataque.
- 2). Tracción.
- 3). Extracción.
- 4). Impulsión-Retorno.

F.- Deslizamiento del barco.

G.- Factor de acoplamiento en la formación de barcos de equipo.

Sobre dicha lista se pueden realizar valoraciones numéricas, estableciendo una puntuación de 1 a 5, para cada apartado, obteniendo al final el cómputo global cuyo valor nos permitirá el contraste con el de otros atletas, así como apreciar la evolución seguida con los años de práctica y el grado de maestría adquirido.

Este estudio analítico, puede realizarse mediante los medios de que disponga el entrenador, como son desde los más sencillos como pueden ser la estimación a ojo; a los más sofisticados como la fotografía seriada (viendo la posición estática y desde varios ángulos), al video y cine (proporcionando además una cadencia y ritmo de ejecución) en los que se pueden introducir el cronómetro para establecer la secuencia.

MINUSVALIAS Y PIRAGÜISMO

Autor: Carlos Rojo Cofreces

Minusvalias y piragüismo

Autor: Carlos Rojo Cofreces

Las personas que sufran minusvalias en su mayoría gozan de mucho tiempo libre, y se acercan al ocio no sólo para ocupar el tiempo sino también como terapia. En esta comunicación técnica, me referiré tanto a las minusvalias temporales como definitivas, dividiéndose estas en:

a). Sensoriales y expresivas:

- invidentes
- ambliopes
- sordos
- mudos
- afásicos

b). Mentales:

- síndrome de Down y otros

c). Motoras:

- poliomelíticos
- paraplegicos, total o parcialmente
- amputados de brazos o piernas
- monoplegicos

existen otros tipos de impedimentos físicos de los que trataremos en posteriores comunicaciones, ya que este trabajo es únicamente una pequeña introducción.

Sensoriales

Sordos, mudos y sordomudos: son personas con dificultades de ejecución, pero es importante que en la iniciación la comunicación sea lo más directa posible y ejemplarizadora. Sería necesario hacer uso de su propio lenguaje.



Invidentes y ambliopes: sus principales dificultades son la orientación y el mantenimiento del rumbo, uso de la pala y colocación de esta, paleo en embarcaciones de equipo y el vaciado de la piragua.

Para ayudarles a corregir estas dificultades he utilizado tanto palas simétricas como asimétricas, siendo imprescindible que estas en su empuñadura tengan la muesca de giro que les servirá como referencia de la situación de las hojas, de esa forma aprenden sin dificultad el paleo con hojas en distinto plano.

Mi método de trabajo ha consistido en empezar en embarcaciones K2 en los que el invidente se sitúa delante y el monitor o el amblope detrás para que ejecutaran y mecanizaran el paleo. El trabajo de técnica de base no encierra ninguna dificultad a la hora de ejecutarlo, simplemente es más lenta su asimilación. En el K1 se desenvuelven bien, únicamente hay que indicarles la dirección a seguir.

Mentales

Deficientes psíquicos; suelen tener problemas de psicomotricidad, dificultades a la hora de asimilar las indicaciones del monitor, dificultades a vencer el miedo al agua. Aprenden con el juego como única forma de mantener fija su atención, pero muy lentamente. La mejor solución es la paciencia, constancia y dedicación.

Motoras

Poliomielíticos: es una enfermedad vírica en la que normalmente sufren parálisis muscular pero mantienen la sensibilidad, sus mayores dificultades son la entrada y salida de la piragua, transmisión de fuerzas a la embarcación, mantenerse erguido, transporte de la embarcación en tierra, el vaciado de esta y el frío en las piernas. La entrada y salida de la piragua es un problema que se lo resuelven ellos, y en algunos casos solo necesitan una pequeña ayuda. Para el transporte del merial existen ruedas que se acoplan en las piraguas resolviendo así este problema.

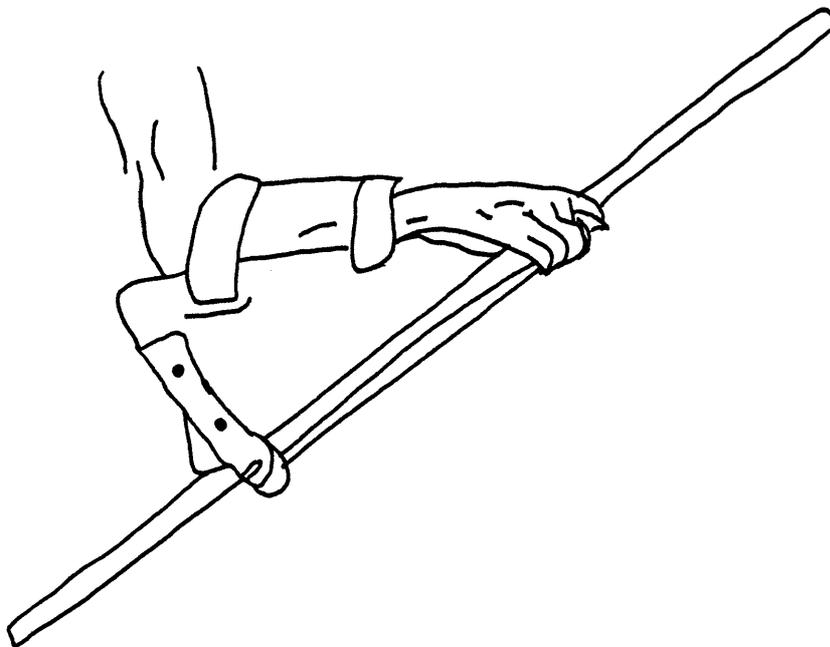
Para mantenerse erguido y corregir el problema de transmisión de fuerzas a la embarcación se utilizan calzos en el reposapiés y riñonera acoplada a la bañera de la piragua para sujetar el tronco del palista. El vaciado lo realizan sentados, por lo que necesitan llegar a la orilla y que esta sea de fácil acceso desde el agua para que el vaciado no sea muy dificultoso. Es necesario que la embarcación en cuanto al volumen exterior este ocupado total o parcialmente por sistemas de flotación, de tal modo que la capacidad de agua se reduzca.

Paraplegicos: están afectados por parálisis total o parcial de las dos piernas, es debido a una herida o una enfermedad que afecta a la medula espinal con parálisis motora y pérdida de sensibilidad.

Sus mayores dificultades son semejantes a los de los poliomielíticos, siendo en este caso más necesaria la ayuda del monitor para poner a punto la piragua (regular asientos, reposapiés, etc.), embarcar y desembarcar.

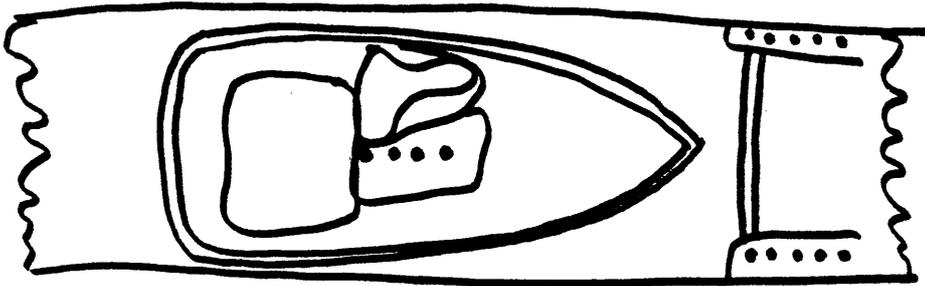
Amputados de brazo: el principal problema es la sujeción de la pala, la empuñadura de esta y el trabajo de paleo. Para corregirlo se utiliza una prótesis de forma triangular que va sujeta al codo y al antebrazo por medio de un correaje a la vez que con la mano empuña el extremo del triángulo y la pértiga de la pala, estando a su vez esta pértiga incrustada en la prótesis.

La forma de palear sería por un lado tracción de mano y por el otro tracción de codo.



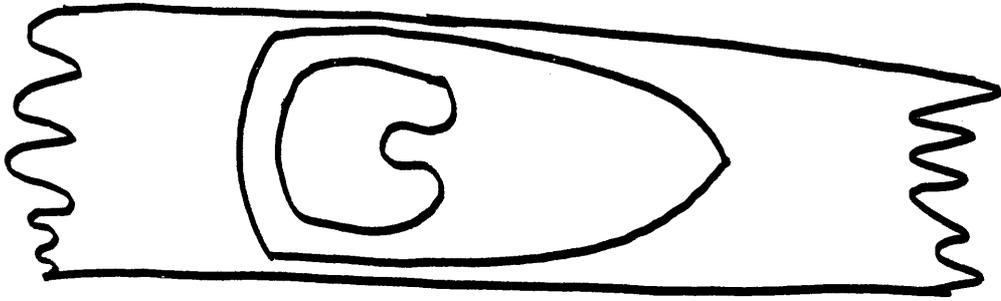
Dibujo nº 1

Amputados de una pierna: su mayor dificultad estriba en la aplicación de fuerzas a la embarcación al carecer del punto de apoyo de una de sus piernas en el reposapiés. La forma de corregirlo sería con una prótesis sujeta al casco en la que el amputado encaja su muñón de tal forma que pueda aplicar dichas fuerzas.



Dibujo nº 2

Amputados de dos piernas: sus principales problemas son igualmente la aplicación de fuerzas, la sujeción del cuerpo para no escurrirse e ir erguido y el vaciado de la piragua. La mayor solución al problema sería la colocación de una prótesis en la bañera, la cual encaja el cuerpo del palista pudiendo de esta manera aplicar la fuerza con los muñones a la embarcación y mantenerse erguido. Con dicha prótesis se consigue que el interior de la embarcación se convierta en un compartimento estando toda ella, siendo esta la mejor solución para el vaciado.



Dibujo nº 3

Monoplégicos: sufren parálisis de una pierna o de un brazo. En el caso de la pierna sirve lo dicho en poliomiélticos, y en el caso de un brazo lo dicho para amputados del mismo.

TEST PARA VALORAR LA CAPACIDAD ANAERÓBICA EN PIRAGÜISMO

Premio Eduardo Herrero a la Mejor Comunicación Técnica.

Autores: Benjamin Fernández; Javier Pérez-Landaluce; José Seguí Santos y Nicolás Terrados Cepeda.

Test para valorar la capacidad anaeróbica en piragüismo

Premio Eduardo Herrero a la Mejor Comunicación Técnica.

Autores: Benjamin Fernández; Javier Pérez-Landaluce; José Seguí Santos y Nicolás Terrados Cepeda.

INTRODUCCION:

El piragüismo es un deporte en el que es necesario una gran capacidad aeróbica. Desde hace muchos años se viene utilizando la valoración de la capacidad aeróbica, como medio de evaluar la condición física de un piragüista, por la dificultad de poder medir la capacidad anaeróbica. Han existido diferentes intentos de valorar la capacidad anaeróbica (Test de Wingate, Lactatos, etc.), aplicados a miembros inferiores, valorando fundamentalmente el trabajo realizado. El grupo escandinavo ha propuesto la valoración de la capacidad anaeróbica mediante el cálculo del déficit de oxígeno.

OBJETIVOS:

Adaptar el concepto escandinavo de valoración de déficit de oxígeno como medida de la capacidad anaeróbica al piragüismo. Comprobar la validez del protocolo diseñado, comparando los datos con bibliografía científica.

SUJETOS:

El estudio se realiza sobre siete kayakistas de nivel nacional e internacional. Con una media de edad de 19.8 años (+/- 2.53), rango entre 17-25. La estatura era de 183.4 cm (+/-2.5), rango entre 178.5-186. El peso era de 76.07 kg (+/- 2.93), con un rango entre 70-80. El porcentaje de grasa era de 9.94% (+/- 0.156) con un rango entre 8.75-10.5. El VEMS fue de 5.57 Litros (+/- 0.32), con un rango entre 5.2-6.



MATERIAL Y METODO:

Los sujetos realizan dos test: Valoración de la capacidad aeróbica

máxima, mediante test progresivo máximo en kayak-ergómetro MODEST. La velocidad es medida por un sistema electromagnético CATEYEMICRO CYCLOCOMPUTER CC-6000, para un diámetro de 216 cm. El test se inicia en 40, incrementando la velocidad en 20 unidades. El test anaeróbico se realiza al 110% de la velocidad de su VO₂ max. hasta el agotamiento total de los deportistas. El análisis de gases y volúmenes aspirados se realiza mediante metabolímetro MMC 4400tc(SENSORMEDICS) respiración a respiración, en ambos test. Con los datos de consumo de oxígeno, obtenidos en este test, se calcula el "deficit" de oxígeno, mediante la diferencia respecto al consumo de oxígeno estimado para esa carga supramáxima. Se realizan tomas de ácido láctico basal y en la recuperación a los minutos 3, 5 y 8, en el test anaeróbico. El análisis se realiza con 50 microlitros de sangre procedente del lóbulo de la oreja, mediante un sistema enzimático, en el ANALOX micro-stat PLM-4.

RESULTADOS:

En el test progresivo hemos obtenido una VO₂ max. de 4184 ml/min (+/-214.4), con un rango entre 3898-4626; equivaliendo a un VO₂/k de 55.09 ml/k/min (+/-3.47), rango entre 60.8-49.59. El umbral Anaeróbico Ventilatorio (UAV) fue de 3528 ml (+/-356.6), rango entre 2915-3964. Correspondiendo a un 84% (+/-6.8), rango entre 74-95. La Frecuencia Cardíaca máxima (FCM) fue de 186.4 lat/min (+/-5.6), con un rango entre 178-194.

El UAV en frecuencia cardíaca (FC) fue de 176.1 lat/min (+/-7.19), con un rango entre 163-187. El trabajo realizado fue de 292.8 watos (+/- 45.3), con un rango entre 261.1-363. El tiempo (T) de trabajo fue de 9.32 min (+/-0.47), con un rango entre 8.30-10. El Test Anaeróbico fue realizado a 338.5 watos (+/- 24.5), con un rango entre 308.4-387, durante 98.57 seg (+/-13.55), con un rango entre 90-120. El deficit de oxígeno contraído fue de 3282.6 ml/min (+/-986.4), con un rango entre 1865-4510, correspondiendo a un deficit de O₂ por kilogramo de peso de 38.6 ml/k/min (+/- 15.03), con un rango entre 20.6-64.4. El ácido láctico máximo, obtenido entre el 3 y el 5 min de la recuperación, fue de 8.28 mM (+/-1.34), con un rango entre 6.9-11.

DISCUSION:

Los datos obtenidos en el test aeróbico coinciden con los encontrados por otros autores (Tesch 1976, 1983; Bunc 1987; Ginn 1989; Larsson 1989), variando entre 4.3-4.9 litros de media en de-

portistas de nivel internacional. Los valores de lactatos coinciden también con los de la literatura, encontrando valores, en pruebas específicas, que oscilan entre 7.7 y 15.9 mM (Tesch 1983; Dal Monte 1983; Melin 1982). Los valores de potencia (W) coinciden con los obtenidos por Larsson en 1988. Los datos obtenidos de capacidad anaeróbica con este test, están en el rango de los hallados por Saltin, quien encuentra unos valores entre 40 y 70 ml por kilo de peso de equivalentes en oxígeno; más aún teniendo en cuenta que nuestros datos provienen de un ejercicio que involucra, principalmente, al tronco y a las extremidades superiores. Este test anaeróbico se adapta en especificidad y tiempo de duración para la valoración de dicha cualidad. La duración del Wingate es menor y no permite puesta en marcha de todo el metabolismo glucolítico. Y la valoración únicamente de lactatos está limitada por las dudas respecto a su producción y aclaramiento.

CONCLUSIONES: Podemos concluir que este test es, por ahora el único válido para la valoración de la capacidad anaeróbica en piragüismo, ya que se adapta en especificidad y en duración.

La fuerza en los grupos de edad. Estudio estadístico de distintas variables

Autor: José Sánchez Mota

1.- Estadística

Estudio sobre las relaciones entre la tensión arterial, la elevación de la carga con 5 y 10 repeticiones.

1.1. Población objeto de estudio: todos los palistas participantes en la Concentración de Madrid.

1.2. Población inferencial. Todos los palistas participantes en la Concentración de Madrid de 15 y 16 años.

1.3. Muestra no representativa. Los 10 palistas de la Concentración fueron seleccionados por sus resultados o progresión.

1.4. Individuo: Cada uno de los palistas concentrados, sólo varones.

1.5. Caracteres: Tensión arterial y carga, que se determinarán en el estudio mediante los métodos que se detallan a continuación. Estas variables, cuantitativas comunes, se miden en escala de intervalo.

2.- Metodología de la medición y del registro de la presión arterial.

La presión arterial se ha medido de forma indirecta inmediatamente después de finalizar el ejercicio, en posición supina en el caso del ejercicio de "press de banca" y en posición sentada en el ejercicio de "tracción".

2.1. Aparato de medición: Manómetro de membrana.

2.2. Colocación del brazal 2,5 cm. por arriba del codo.

2.3. Medición de la presión sanguínea sistólica y diastólica. Se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones de la Sociedad Alemana de Investigación de la Circulación, se pueden encontrar en el libro "Ergometría" de Mellerowicz. Ed. Panamericana, 1984.

3.- Metodología del levantamiento de peso

3.1. Ejercicios.- "Tracción": Tendido prono sobre una tabla horizontal y con los brazos extendidos hacia el del suelo, elevación de la barra hacia el pecho, hasta que toque la tabla.

"Press de banca": Tendido supino sobre un banco, extensión de brazos hasta la vertical.

3.2. La Carga.- Se elevan los kilos progresivamente mientras se mantiene el número de repeticiones establecido (5 o 10 según el caso). El palista debe ejecutar correctamente el movimiento hasta realizar el número de repeticiones indicado, cualquier fallo en la técnica (por ejemplo, elevación de caderas, no llegar a extender completamente los brazos, etc.) de ejecución se anula la repetición. Se apuntan los kilos levantados en 5 y 10 repeticiones.

10 Repeticiones

| NOMBRES/ ^{KILOS} | 37.5 | 40 | 42.5 | 45 | 47.5 | 50 | 52.5 | 55 | 57.5 | 60 |
|---------------------------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|
| A. Dominguez | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| I. Vazquez | x | x | x | x | x | x | x | | | |
| J.M. Alonso | x | x | x | x | | | | | | |

4.- Cuestiones

4.1. ¿La presión sistólica es más elevada en 5 repeticiones que en 10?

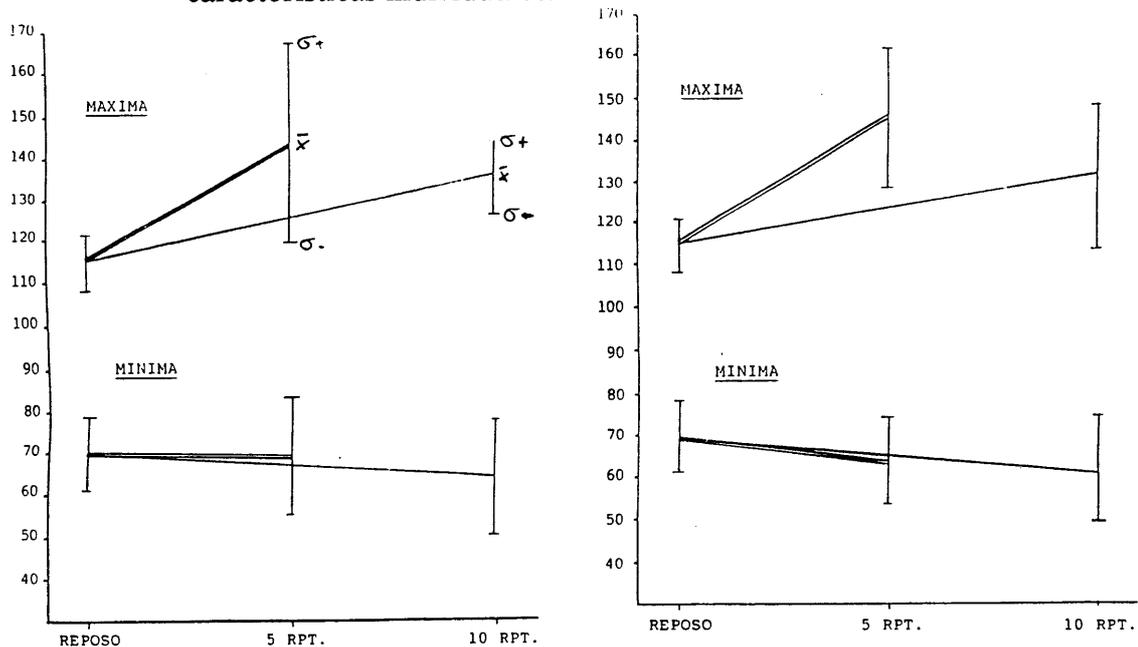
4.2. ¿Existe alguna relación entre las siguientes variables?

- Presión sistólica
- Elevación de la carga en 5 Rpt. máx.
- Elevación de la carga en 10 Rpt. máx.

5.- La presión arterial en el levantamiento de cargas

De los datos recogidos que se encuentran en el cuadro 1 nos han llevado a las siguientes observaciones:

Las gráficas 1 y 2 muestran que la presión sanguínea sistólica aumenta rápidamente al iniciar el ejercicio. La altura del aumento y el incremento de la amplitud se encuentran relacionadas con las características individuales.



- VALORES PROMEDIO DE LA PRESION SANGUINEA SISTOLICA Y DIASTOLICA DE 10 PALISTAS EN REPOSO, 5 y 10 RPT. EN EL EJERCICIO DE "TRACCION"

- VALORES PROMEDIO DE LA PRESION SANGUINEA SISTOLICA Y DIASTOLICA DE 10 PALISTAS EN REPOSO, 5 y 10 RPT. EN EL EJERCICIO DE "PRESS DE BANCA"

En cuanto a la presión diastólica, ésta se mantiene o disminuye con el esfuerzo de levantar cargas. (Lo que coincide con los estudios de Hollman).

En el ejercicio de "Tracción", podemos observar en la gráfica 1, que no existe una diferencia clara, en los valores de la P.A. sistólica, entre 5 y 10 repeticiones máximas.

En el ejercicio de "Press de banca", existe una pequeña diferencia entre las medias: 145 mm. Hg. en 5 rpt. y 131 mm. en 10 rpt., pero ésta no es significativa.

También podemos observar en las dos gráficas que la respuesta de la presión arterial en los dos ejercicios es bastante similar.

¿Existe alguna relación entre la presión arterial y la carga levantada en 5 y 10 repeticiones?. Para ello debemos hallar el coeficiente de correlación lineal de Pearson. Después de haber estudiado todas las posibles relaciones, se ha observado que:

1- Entre las T. máxs. alcanzadas en 5 rpt. y la T. Máx. en 10 rpt. en los ejercicios de "Tracción" y "Press de banca", existe una correlación de $r = 0,86$ y $r = 0,95$ respectivamente.

2- No existe una correlación significativa entre las T. máxs. en reposo y las T. máxs. en los esfuerzos de 5 y 10 rept., en los dos ejercicios.

3- No existe correlación entre las T. Máxs. y la carga (kilos) levantada en los dos ejercicios.

Recordamos que:

Cuando $r = 0,90$ a $0,99$ indica una excelente relación entre ambas variables.

Cuando $r = 0,80$ a $0,89$ serán considerados buenos en lo que respecta a objetividad y confiabilidad. En cambio, los coeficientes de validez que oscilan entre $0,80$ y $0,85$ se considerarán muy buenos, y aquellos que superen $0,85$ se considerarán excedentes.

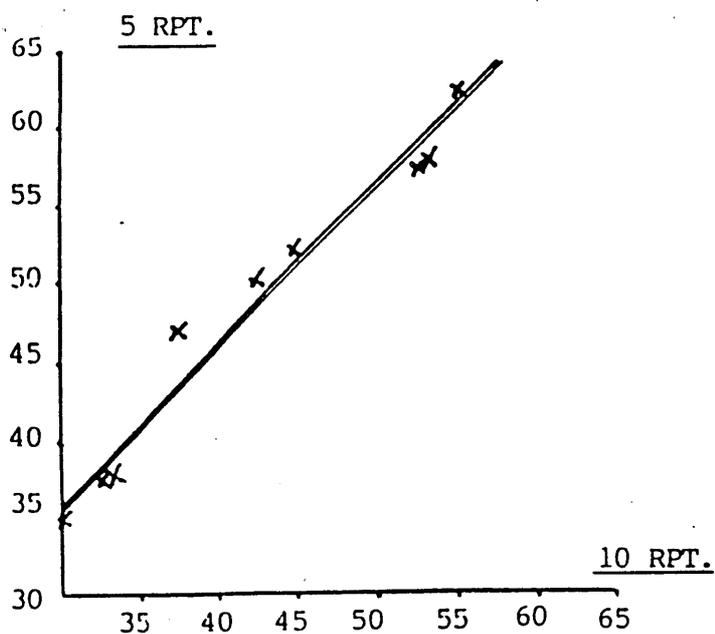
Cuando $r = 0,70$ a $0,79$ la confiabilidad y la objetividad será solo entre pobre y buena.

6.- Relación entre 5 y 10 Repeticiones máximas

El procedimiento es similar al anterior, debemos hallar el coeficiente de correlación.

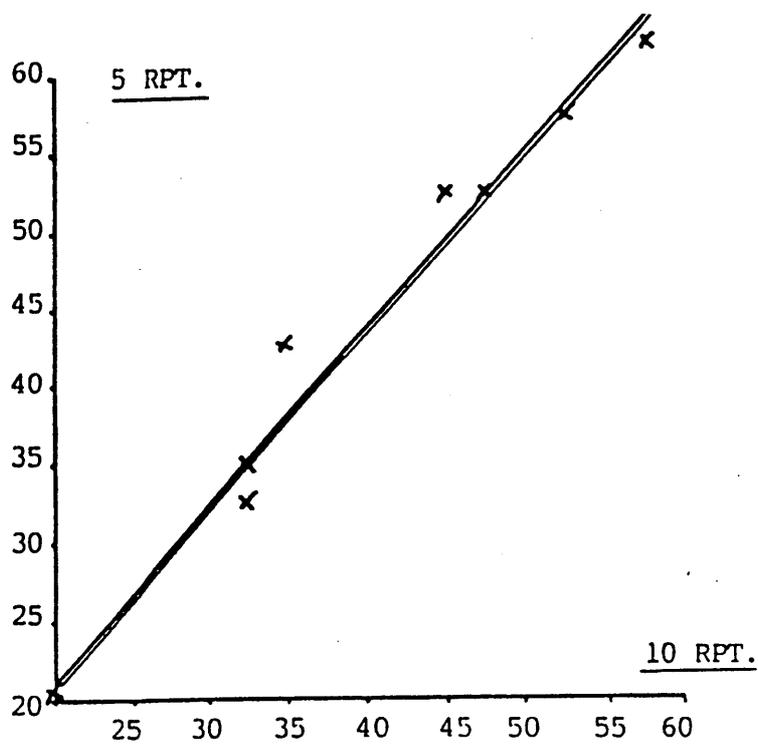
6.1. Coeficiente de correlación lineal de Pearson. Después de haber estudiado todas las posibles variaciones entre las variables, se ha observado que:

6.1.1. Existe una correlación muy alta, $r = 0,99$, entre el peso alcanzado con 5 rept. 10 rept. máx. en el ejercicio de "Tracción". Gráfica 3.



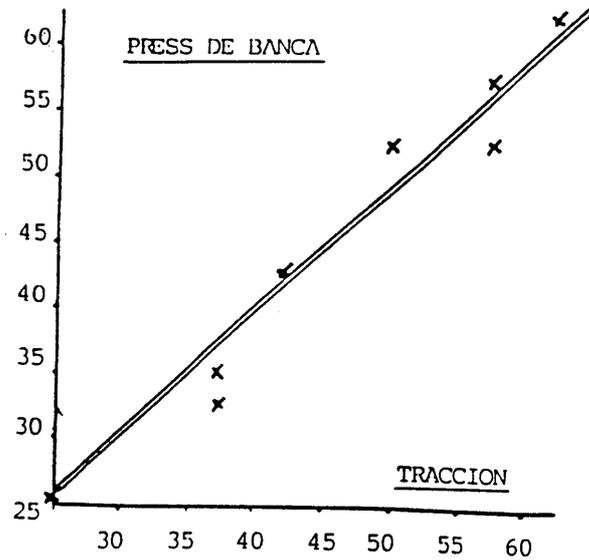
RELACION EN EL EJERCICIO DE "TRACCION"
ENTRE 5 y 10 REPETICIONES.

6.1.2. Entre el peso alcanzado con 5 y 10 rept. máx. en el ejercicio de "Press de banca", existe una correlación de $r = 0,98$. Gráfica 4.



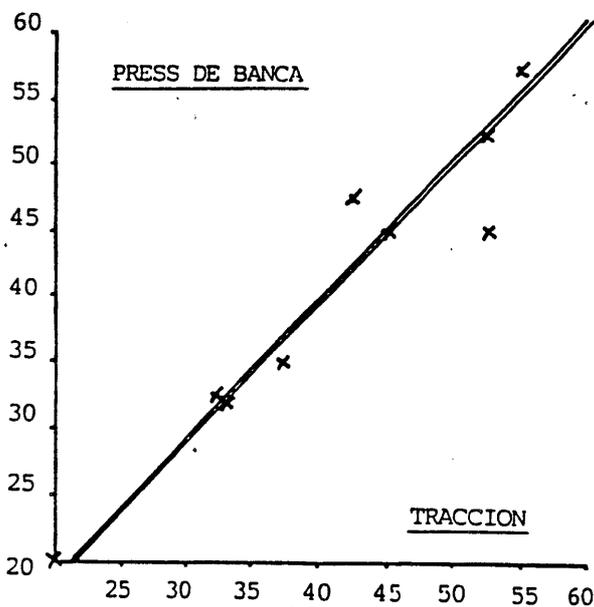
RELACION EN EL EJERCICIO DE "PRESS DE
BANCA" ENTRE 5 y 10 REPETICIONES.

6.1.3. Entre el peso alcanzado con 5 rept. máx. en "press de banca" y 5 rept. máx. en "tracción", $r = ,96$. Gráfica 5.



RELACION ENTRE LOS EJERCICIOS DE "TRACCION" Y "PRESS DE BANCA" EN 5 REPETICIONES.

6.1.4. Entre el peso alcanzado con 10 rept. máx. en "press de banca" y 10 rept. máx. en "tracción", $r = ,92$. Gráfica 6.



RELACION ENTRE LOS EJERCICIOS DE "TRACCION" Y "PRESS DE BANCA" EN 10 REPETICIONES.

6.2. Intensidad de la relación. Una vez visto que las dos variables están relacionadas, es interesante tener una medida de la intensidad de dicha relación. Para ello tenemos que hallar el "coeficiente de determinación" (r^2). Este coeficiente indica exactamente el tanto por uno de la variabilidad de una variable explicable por la otra. Siguiendo los casos anteriores:

$$6.2.1. r = 0,99 - r^2 = 0,98$$

$$6.2.2. r = 0,98 - r^2 = 0,96$$

$$6.2.3. r = 0,96 - r^2 = 0,921$$

$$6.2.4. r = 0,92 - r^2 = 0,846$$

Esto significa que, conociendo el valor de una de estas variables, el intervalo de variación de la otra se reduce en un 98%, 96%, 92,1% y 84,6% respectivamente.

6.3. Regresión

Establecemos una función matemática sencilla que relacione las variables (tensión arterial, kilos, etc.) con otra variable.

$$y = \alpha + \beta x$$

Por ejemplo:

$$y = \text{Carga levantada (kilos) con } r \text{ R.M.}$$

α = Valor constante que sitúa la recta.

β = Es la pendiente de ésta, es decir, el incremento que hay que añadir a 5 R.M. por cada 10 R.M.

x = Carga levantada (kilos) en 10 R.M.

Una línea recta. No se puede afirmar que esta sea la auténtica forma de relación entre ambas variables, pero sí que sirve para comprender dicha relación (o para predecir ((y)) conociendo ((x)).

Pero en este estudio hay otras muchas variables no medidas (estados de salud, entrenamiento, etc.) que pueden suponer un "error", ya que se está estableciendo una ecuación en la que a cada valor ((x)) (kilos en 10 R.M.) corresponde un único valor de ((y)) (kilos en 5 R.M.), lo cual no es cierto. Por consiguiente hay que establecer una fórmula más flexible añadiendo un término de error ((ei)) diferente para cada individuo:

$$y = \alpha + \beta x + e_i$$

Este término se puede interpretar como la parte de la variable ((y)) no explicable por la variable ((x)), se la denomina efecto residual.

6.3.1. Cálculo de la Recta de Regresión.

Continuamos con los casos anteriores:

1.- Peso máximo alcanzado con 5 y 10 R.M. en Tracción

$$y = 3,4 + 1,05 x$$

y = Carga en kg. en 5 R.M.

x = Carga en Kg. en 10 R.M.

De esta forma el peso al levantar "esperado" para un palista que realice 10 R.M. con 50 kilos es de 56 kilos en 5 R.M.

2.- Peso máximo alcanzado con 5 y 10 R.M. en Press de banca

$$y = 2,56 + 1,05 x$$

y = Carga en kg. en 5 R.M.

x = Carga en kg. en 10 R.M.

Si x = 50 kilos (10 R.M.), y = 55 kilos (5 R.M.)

3.- Peso máximo alcanzado con 5 R.M. en Press de banca y 5 R.M. en Tracción.

$$y = 12,1 + 0,78 x$$

y = Carga en kilos en 5 R.M. "tracción"

x = Carga en kilos en 5 R.M. "Press de banca"

4.- Peso máximo alcanzado con 10 R.M. en Press de banca y 10 R.M. en Tracción.

$$y = 11,3 + 0,75 x$$

y = Carga en kg. en 10 R.M. "Tracción"

x = Carga en kg. en 10 R.M. "Press de banca"

7.- Conclusiones en cuanto a la Presión Arterial

7.1. En un esfuerzo breve y máximo la presión sistólica aumenta rápidamente, mientras que la diastólica se mantiene o baja.

7.2. Existe relación entre la presión sistólica alcanzada en 5 y 10 R.M. Tanto en el ejercicio de "Press de banca" como en "tracción".

8.- Conclusiones en cuanto al levantamiento de cargas

8.1. Existe una gran relación entre el peso máximo levantado con 5 y 10 R.M. tanto en "Press de banca" como en "Tracción".

8.2. Igualmente están estrechamente relacionados los pesos máximos levantados en los dos ejercicios con 5 R.M. y la primera conclusión es muy importante para todos aquellos palistas que no han terminado su desarrollo biológico. Gracias a la ecuación de regresión podemos saber el peso máximo que podría levantar el palista con 5 R.M., sabiendo lo que realiza con 10 R.M., con esto evitamos exponerle a una sobrecarga excesiva que podría ocasionarle grandes trastornos o lesiones.

Además recomiendo el siguiente entrenamiento de Fuerza para aquellos palistas menores de 16 años. es el método de Delorme y Watkins:

1 serie de 10 R.M. con 1/2 del peso máximo.

1 serie de 10 R.M. con 3/4 del peso máximo.

1 serie de 10 R.M. con todo el peso.

Por ejemplo, si en el test inicial levantó 50 kilos en "Press de banca" con 10 R.M., el entrenamiento es el siguiente:

1 x 10 R.M. con 25 kg.

1 x 10 R.M. con 35 kg.

1 x 10 R.M. con 50 kg.

El palista, menor de 16 años, debe evitar en todo momento el realizar esfuerzos máximos con menos de 10 R.M.

| NOMBRE | PRESION ARTERIAL REPOSO | AMPLITUD PRESION ARTERIAL | T R A C C I O N | | | | | P E C T O R A L | | | | | | |
|--------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|---------------|----------------------------|------------|-----------------------------|-----------------|--------------|---------------|----------------------------|------------|-----------------------------|----------------|
| | | | KG. EN 5 RPT | KG. EN 10 RPT | PRESION ARTERIAL FIN.5 RPT | AMPLI-TUD | PRESION ARTERIAL FIN 10 RPT | AMPLI-TUD | KG. EN 5 RPT | KG. EN 10 RPT | PRESION ARTERIAL FIN 5 RPT | AMPLI-TUD | PRESION ARTERIAL FIN 10 RPT | AMPLI-TUD |
| A. DOMINGUEZ | 120/75 | 45 | 62,5 | 55,0 | 200/80 | 120 | 200/70 | 130 | 62,5 | 57,5 | 170/50 | 120 | 160/50 | 110 |
| I. VAZQUEZ | 105/55 | 50 | 57,5 | 52,5 | 125/65 | 60 | 130/45 | 85 | 57,5 | 52,5 | 135/65 | 70 | 130/55 | 75 |
| J.M. ALONSO | 125/75 | 50 | 57,5 | 52,5 | 135/85 | 50 | 140/79 | 70 | 52,5 | 45,0 | 155/85 | 70 | 140/77 | 63 |
| J. SIGLER | 105/75 | 30 | 52,0 | 45,0 | 125/45 | 80 | 130/55 | 75 | | 45,0 | | | 100/55 | 45 |
| A. PEREZ | 115/65 | 50 | 50,0 | 42,5 | 160/70 | 90 | 130/65 | 65 | 52,5 | 47,5 | 160/70 | 90 | 145/60 | 85 |
| R. MARTINEZ | 115/55 | 60 | 42,0 | 37,5 | 155/55 | 100 | 140/40 | 100 | 42,5 | 35,0 | 140/50 | 90 | 135/40 | 95 |
| J. AMBRINA | 120/70 | 50 | 37,5 | 32,5 | 140/85 | 55 | 145/80 | 65 | 32,5 | 32,5 | 135/65 | 70 | 120/80 | 40 |
| J.A. GOMEZ | 110/75 | 35 | 37,5 | 32,5 | 110/80 | 30 | 120/70 | 50 | 35,0 | 32,5 | 115/60 | 55 | 110/70 | 40 |
| J.C. HOYOS | 120/80 | 40 | 35,0 | 30,0 | 140/60 | 80 | 145/80 | 65 | 25,0 | 20,0 | 150/70 | 80 | 140/70 | 70 |
| | 115/69,5 6,6/8,6 | 45,5 8,6 | 47,9 9,6 | 42,2 9 | 143,3/70 24,7/13,4 | 73 26,2 | 135/63 8,3/14,2 | 71,8 14,1 | 45,0 11,6 | 40,3 12,4 | 145/64 16,2/10,7 | 81 18,4 | 131/61,8 17,4/12,5 | 69,20 23,40 |

**ENTRENAMIENTO DE FUERZA
ESPECIAL DE LOS PIRAGÜISTAS
(KAYAK Y CANOA)**

Instituto de Leningrado de ciencias e investigación de cultura física
MOSCU 1990
Recomendaciones metodológicas

Entrenamiento de fuerza especial de los piragüistas (Kayak Y Canoa)

Instituto de Leningrado de ciencias e investigación de cultura física
MOSCU 1990

Las presentes recomendaciones metodológicas han sido preparadas por:

Dr. Cienc. Ped. **V.B. Issurin**, encargado de la Selección Nacional de Piragüismo de la U.R.S.S.

Candidato a Cienc. Ped. entrenador emérito de la URSS, **V.F. Kaverin**, seleccionados del Equipo Nacional de la URSS.

Parte 4ª - conjuntamente con el Candid. Cienc. Med., **A.I. Koltun**

Parte 3.3 - conjuntamente con el entrenador emérito de la URSS **A.I. Kolibelnikov**.

Parte 6ª - conjuntamente con el Candid. Cienc. Ped. **P.N. Temnov** y con el estud. posgraduado **S.V. Kuksa**.

Para la elaboración de estas recomendaciones se han utilizado los resultados de las investigaciones llevadas a cabo conjuntamente por los Cand. Cienc. Ped. **E.P. Petrov**, **G.G. Razumov**, **J.A. Sanosyan**, **Yu.M. Sozin**, **I.V. Sharobayko** y **K.Yu. Shubin**.



INDICE:

INTRODUCCION

1. Características de la preparación especial
2. Determinación de la preparación especial
3. Concepto de la preparación de fuerza especial
4. Preparación atletica (PA)
 - 4.1. Peculiaridades de la metodología de la realización de la PA
 - 4.2. Planificación de la preparación atlética en la estructura del macrociclo de entrenamiento
 - 4.3. Ejercicios básicos de la influencia selectiva en los grupos musculares principales
5. Preparacion especial con simuladores (PES)
 - 5.1. Peculiaridades de la metodología de la PES
 - 5.2. Tipos de simuladores y sus peculiaridades
 - 5.3. Estructuración del entrenamiento utilizando simuladores
 - 5.4. Control de la eficacia del entrenamiento
6. Aprovechamiento de los ejercicios de fuerza vibroestimulantes (VE)
 - 6.1. Característica general de los ejercicios de fuerza VE
 - 6.2. Aparatos para el entrenamiento VE y su aprovechamiento
 - 6.3. Orientaciones y peculiaridades básicas en la utilización de los ejercicios VE en la preparación de los piragüistas
 - 6.4. Variantes fundamentales de ejercicios VE
 - 6.5. Peculiaridades de la planificación de los ejercicios VE en la estructura de una sesión de entrenamiento, de un micro y un mesociclo

1. Característica de la preparación especial de fuerza

El contenido de la preparación de la fuerza especial del piragüista sólo puede determinarse al realizar un análisis de las peculiaridades de la manifestación de las diferentes cualidades de fuerza. Las cualidades de fuerza se manifiestan directamente mediante los esfuerzos musculares, éstos, a su vez, desarrollan fuerzas que actúan sobre la pala, la embarcación (reposa pies, asiento, rodillera, suelo) y, finalmente, sobre el medio que, por su parte, reacciona con fuerzas de respuesta. Por esta razón, las características biomecánicas de la acción de la fuerza, complementan el análisis de la manifestación de las cualidades de fuerza, indican **orientadores** objetivos para los ejercicios especiales de fuerza (véase tabla nº 1).

Las diferentes cualidades de fuerza pueden aplicarse, en distinto grado, en la actividad específica del palista. La complejidad coordinativa de la técnica dificulta su plena realización. Se ha demostrado, que los palistas técnicamente mejor preparados aplican más ampliamente su potencial de cualidades de velocidad-fuerza y de fuerza-resistencia (aproximadamente un 80-85 %) en comparación con los deportistas cuya técnica es peor (menos del 80 %). *

Otro de los factores que limita la aplicación de las cualidades de fuerza es el carácter de la actividad motriz del palista. Es obvio, que la fuerza muscular máxima puede desarrollarse bien mediante el valor límite del peso o bien por la tensión muscular isométrica máxima. Sin embargo, en el trabajo muscular real tanto de los kayakistas como de los canoistas no aparece ninguno de los dos. En realidad, incluso durante el régimen de fuerza mayor que se produce en la salida, el palista no necesita, para asegurar la palada, más del 60% de la fuerza muscular máxima.

* - V.V. Issurin. Biomecánica del piragüismo (kayak-canoa).- M.º Fis, 1986
V.B. Issurin, P.N. Temnov. Teoría i praktika fizicheskoy kulturi.- 1987, nº 7

Así, en la estructura de la preparación especial del palista juegan, sin duda alguna, las cualidades de velocidad-fuerza y de fuerza-resistencia un papel importantísimo, pues en el trabajo específico están todavía por descubrir. ¿Cuál es, pues, el papel que juega la fuerza muscular máxima? Puede decirse que, aunque en el trabajo inmediato del palista no se manifiesta, es bastante importante.

CONTENIDO Y PECULIARIDADES DE LA DEMOSTRACION DE LA PREPARACION DE FUERZA ESPECIAL

| Componente de la preparación especial de fuerza | Peculiaridades de su manifestación | Característica biomecánica |
|---|--|--|
| Fuerza muscular dinámica y estática | Fuerza de tracción imprimida a la pala en la salida - movimiento límite Mantenimiento de la postura de trabajo en la salida - tensión máxima de los músculos posicionales. | hasta 57 kg - canoa hasta 53 kg - kayak fuerza de la presión longitudinal sobre el reposa pies - hasta 40 kg. fuerza de la presión longitudinal sobre la rodillera (canoa) - hasta 32 kg. Momento de la fuerza que actúa sobre la columna vertebral. |
| Cualidades de velocidad-fuerza | Ritmo máximo de palada. Rapidez del aumento de la fuerza que se imprime a la pala. | 130-150 pal/min. - kayak 75-85 pal./min. canoa. Se alcanza la fuerza máxima a partir del 0,2 al 0,3 momento de apoyo. |
| Resistencia de fuerza (dinámica y estática) | Mantenimiento del valor y carácter de la impresión de la fuerza a la pala a lo largo de todo el tramo. Conservación de la postura de trabajo racional y mantenimiento del agarre de la pala a lo largo de todo el trayecto. | Trabajo mecánico en la distancia de 1000 m.: hasta 8200 kGm -kayak hasta 8400 kGm - canoa impulso global de la fuerza de presión sobre el reposa pies, rodillera, caña. |

En primer lugar, la reserva de la fuerza muscular máxima asegura la eficacia del trabajo de fuerza más tenso previendo la posibilidad de una isquemia muscular local o del riesgo de alguna lesión de tendones.

En segundo lugar, la fuerza muscular máxima determina directamente la manifestación de las cualidades de velocidad-fuerza en el régimen de trabajo con pesos adicionales, que comprenden el 50% del máximo.

En tercer lugar, la fuerza muscular máxima depende directamente de la masa muscular y ésta, a su vez, determina esencialmente el valor de la producción energética global. En condiciones similares, el deportista cuya masa muscular sea más grande, también dispondrá de una mayor fuerza muscular y de grandes posibilidades energéticas.

Las condiciones morfofuncionales de las cualidades de fuerza determinan las peculiaridades individuales de la preparación especial de fuerza, una relativamente grande predisposición para el trabajo de velocidad-fuerza o de mayor duración. Las condiciones o premisas fundamentales de este tipo son:

- . - Estructura muscular;
- . - medidas completas y constitución corporal;
- . - posibilidades energéticas;
- . - topografía del desarrollo muscular.

Estructura muscular - interrelación de las fibras musculares rápidas y lentas (FMR y FML). Es sabido, que las FMR se caracterizan por sus grandes tamaños, alta actividad de los fermentos de la glicólisis, gran capacidad de contracción, una pequeña capacidad de oxigenación debida al reducido número de mitocondrias y a su rápido agotamiento. Por lo contrario, las FML contienen muchas mitocondrias y una gran capacidad de oxigenación, tamaños más pequeños, menor capacidad de contracción y se agotan menos. Es obvio, que un deportista con un contenido alto de FMR tiene aptitud innata para el trabajo de velocidad-fuerza y menor inclinación a desarrollar un alto nivel de trabajo de fuerza-resistencia. Un mayor contenido de FML favorece un trabajo más eficaz de fuerza-resistencia. En la preparación práctica de los piragüistas pueden averiguarse dichas diferencias estudiando la interrelación de los valores de la potencia máxima tomada soportando una carga de corto y largo tiempo de duración en un simulador. En los palistas de "velocidad-fuerza" dicha interrelación es - 1,45 y más,

en los "fondistas" - 1,25 y menos.

Las medidas totales (estatura y peso corporal), así como su estructura (contenido absoluto y relativo de los tejidos muscular, adiposo y óseo). El valor absoluto de la masa muscular es el que con mayor exactitud determina la manifestación de la fuerza muscular, algo menos - las cualidades de velocidad-fuerza y menos aún influye en la manifestación de la fuerza-resistencia. El mayor contenido de tejido adiposo influye negativamente, más que nada, en la manifestación de fuerza-resistencia. Los índices óptimos de la masa muscular relativa, tanto de los kayakistas como canoistas, comprenden el 53-55 % en los hombres y el 49,5-52 en las mujeres. El contenido relativo del tejido adiposo es de 6-7,5% y 8-12%, respectivamente:

Las posibilidades energéticas de los deportistas condicionan, esencialmente, la manifestación de las diferentes cualidades de fuerza. Las cargas de velocidad-fuerza de poco tiempo de duración exigen una alta movilización de la producción energética anaerobico-aláctica. Las cargas límite de fuerza resistencia de 2 y 4 min. de duración van acompañadas de la acumulación de lactato en la sangre hasta 18-20 mM/l. Todo parece indicar, que el trabajo de fuerza-resistencia va secundado por la activación de la glicólisis, algo mayor, que el trabajo piragüístico normal de intensidad análoga (posiblemente, esto está relacionado con el aumento brusco de los componentes estáticos de la carga y con la isquemia local de los músculos provocando una mayor producción de lactato).

Topografía del desarrollo muscular - desarrollo primordial de los distintos grupos musculares (aumento de la fuerza, de la resistencia muscular local, hipertrofia), condicionado por las condiciones innatas y por el entrenamiento. Dicho factor determina esencialmente las diferencias individuales y las limitaciones en la manifestación de las cualidades de fuerza. Por ejemplo, la insuficiente resistencia muscular local de la cintura limitará la manifestación de la fuerza-resistencia en el trabajo específico del canoista. Las muchachas-kayakistas, cuya musculatura del tronco es relativamente fuerte, por regla general, suelen tener insuficientemente desarrollados los músculos del cinturón escapular.

La influencia de las cualidades de fuerza en los resultados deportivos puede valorarse mediante los datos estadísticos de interrelación (habitualmente suelen, para ello, calcularse los coeficientes de la correlación par entre los índices contrapuestos) basándose

en el análisis de contenido.

La tabla nº 2 contiene la característica de la interrelación de los índices de diferentes cualidades de fuerza con la velocidad de las palancas de palistas de diversa cualificación y edad.

Según se entiende del carácter del contenido, es obvio que, como la fuerza muscular máxima no se manifiesta directamente en el trabajo específico del palista, la relación de sus índices con los resultados no es directa, sino indirecta. Los índices de las cualidades de velocidad-fuerza y de fuerza-resistencia reflejan mejor la especificidad del trabajo (se entiende que se trata de pruebas específicas). Su influencia en la eficacia de la actividad de trabajo es más clara, pero la intensidad de dicha influencia de los diferentes deportistas en el éxito de su participación no es la misma. Además, es importante recordar, que la preparación especial de fuerza es uno de varios factores que determinan el resultado del palista. Existen múltiples variantes de compensación de las deficiencias de unas cualidades desarrollando fuertemente otras, sin embargo, las posibilidades de esta compensación no son limitadas.

2.- Determinación de la preparación especial de fuerza

La determinación del nivel de las posibilidades de fuerza debe, necesariamente, incluirse en el programa del control por etapas de la preparación especial. Las pruebas más adecuadas para ello son aquellas que cumplen los requisitos de:

especificidad - reflejar las características más esenciales de la actividad: postura de trabajo, orientación del esfuerzo, amplitud, ritmo, etc.;

objetividad - no depender de la personalidad del especialista que controla el procedimiento y que determina el resultado (prevalece la metodología que emplea aparatos);

estandarización - las mismas condiciones en todas las pruebas.

En la tabla nº 3 se han sintetizado los datos de las principales pruebas utilizadas para determinar el nivel de preparación de fuerza especial. También se indican los resultados que pueden obtenerse en las pruebas y que corresponden al nivel de la preparación especial de los palistas de alta cualificación. Estos resultados pueden utilizarse como "orientadores" para los deportistas de los demás grupos de cualificación.

RASGOS CARACTERISTICOS DE LOS TEST DE PREPARACION DE FUERZA DE LOS PIRAGÜISTAS

| Nº | Nombre del test | Parámetros dados | Indices medidos | Indices a conseguir | | |
|----|--|--|-----------------|---|------------------------------------|---|
| | | | | Muestreo de los deportistas estudiados. | Piragüistas de alta cualificación. | Correlación con la velocidad de desplazamiento. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | En tendido prono - tracción de la barra. | Peso de la barra: Hom. - 40 kg. Muj. - 30 Kg. duración trabajo:2min | Nº repeticiones | Piragüistas de alta cualificación | Muj.:10,5 Hom.:16 | 0,27-0,31 |
| 2 | En tendido supino -press | Peso de la barra: Hom. - 30 Kg. Muj. - 25 kg. duración trabajo:2min | Nº repeticiones | El mismo. | Muj.:8,5 Hom.:16 | 0.21-0.28 |
| 3 | En posición de pie - tirón hasta el hombro alternando la mano derecha e izquierda. | Peso de la barra: Hom. 24 kg. Muj. 16 Kg. duración trabajo:1+1m | Nº repeticiones | El mismo | Muj.:15,5 Hom.:25 | 0,27-0,33 |
| 4 | Sobre un carrito subir, mediante la tracción de ambas manos, por una superficie inclinada. | Inclinación 18º, duración 45 seg., inclinación 12º, durante 2min | Nº repeticiones | Canoistas jóvenes, nº=22 | 10-14 | 0,48 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|--------------------------|
| 5 | De pie, sobre una superficie inclinada - tirón hasta el pecho. | Peso de la barra: Hom. 30 kg. | Nº repeticiones | Piragüistas adultos de diferentes cualificación nº 28 | 10-12 | 0,32 |
| 6 | En posición de pie, tronco flexionado al frente - tirón hasta la barbilla extendiendo paulatinamente el tronco. | Peso de la barra: hom. - 30 kg. | Nº repeticiones | Piragüistas adultos de diferente cualificación nº=28 | 14-16 | 0,44 |
| 7 | Ergometría especial en un dispositivo de palanca de resorte. | Nº de anillas de amortiguación: Muj: 2 Hom. Kayak: 3, Canoa-4 duración trabajo: Kayak: 2+2min Canoa: 2 min | Elemento a desarmar, amplitud de movimientos, nº de repeticiones; se calcula el trabajo y la potencia | Piragüistas de alta cualificación nº=136 | Muj.: 12-21 H. Kay: 28,31 Canoa: 48-53 | 0,46 0,54 |
| 8 | Imitación isométrica de la palada fuera del agua | En posición de "1ª Fase (iniciación) de la palada" - tirón con una mano sujetando por el agarre. En las tres posiciones tirón utilizando un simulador de pala. | Fuerza máxima (FMax) Fuerza desarrollada 0,2s. (FO, 2) Suma de las mediciones en las tres posiciones. | Piragüistas de alta cualificación nº=28 Canoistas jóvenes 13-14 años nº=26 | Hom. Kayak: 93-110 74-92 40+35+33= 105-120 | 0,15 0,49 0,62 |
| 9 | Trabajo completo, con esfuerzo máximo y embarcación sujeta. | Tracción - cordel elástico 8-12 metros, duración del trabajo: 15 seg. | Fuerza máxima de tracción. | Piragüistas adultos-kayak nº25 | 24-28 | 0,635 |

Por regla general, para realizar pruebas específicas se necesitan aparatos especiales. Es imprescindible, su revisión permanente, controlar su desgaste (por ejemplo, el estado de los extensores, etc.), comprobar el dinamómetro con cargas estandar, etc. Al llevar a cabo las pruebas es necesario asegurar que éstas se asemejen al máximo al correspondiente elemento de la técnica piragüística. Por ejemplo, al imitar el esfuerzo de tracción en el kayak es imprescindible la torsión del tronco, pero no está permitida su extensión. Tampoco está permitido levantarse del asiento apoyándose en el reposapiés. Al utilizar el simulador de la pala en la prueba de la fuerza máxima, su longitud no debe ser inferior a la distancia entre el centro geométrico de la hoja de la pala y el punto de agarre de la mano que empuja. El dinamómetro debe fijarse al final del simulador de la pala con el fin de que la interrelación del esfuerzo de tracción y el de empuje con agarre habitual sea similar al movimiento que se produce en la embarcación.

Una de las pruebas específicas más extendidas de fuerza-resistencia es el trabajo en un dispositivo de palanca de resorte. En los últimos años, dicho test se ha empezado a utilizar, asimismo, para valorar las cualidades de velocidad-fuerza. Para el cálculo automatizado del trabajo realizado en el simulador se ha creado un bloque ergométrico especial. Sin embargo, el trabajo mecánico, aunque con menor exactitud y operatividad, puede determinarse mediante un esquema más sencillo. Para ello es imprescindible:

1) determinar la fuerza media imprimida a la palanca del simulador con una composición estandarizada de las anillas de amortiguación; en el momento de mayor fuerza (posición vertical de la palanca), se mide la fuerza dinámica, imprescindible para el desplazamiento de la palanca a lo largo de toda la distancia, se calcula con la fórmula: $F_m = 0,85 F_b$, kg;

2) para determinar la amplitud de la tracción, en el eje giratorio de la palanca, se fija una aguja y una escala sectorial graduada en unidades lineales de amplitud con clara demarcación; durante la prueba, el investigador se encuentra delante de la escala y registra en el protocolo la amplitud media de la tracción de cada 15 seg., seguidamente se calcula la amplitud media de la prueba: F_m , m;

3) otro especialista lleva el cronometraje y calcula el número de movimientos - ;

TABLA N° 3

RASGOS CARACTERÍSTICOS DE LAS PRUEBAS PARA DETERMINAR LA PREPARACION DE FUERZA ESPECIAL

| Cualidad que se está estudiando | Procedimiento empleado | Medios | Unidades de medición |
|--------------------------------------|---|--|----------------------|
| Fuerza muscular isométrica máxima | Imitación del movimiento de tracción en la posición específica; colocación de la mano que tira - final de la fase de ataque. | Pértiga, cadena, dinamómetro, reposa pies, asiento o rodillera. | Kg N |
| | En posición específica tracción de la pala al final de la fase de ataque. | Lo mismo, pero en vez de la pértiga simulador de la pala. | Kg N |
| | Determinación de la fuerza de los músculos - extensores de la espalda; en posición de sentado - extensión del tronco. | Un ancho cinturón que abarque todo el tronco, dinamómetro, cadenas, reposa pies. | Kg |
| | Determinación de la fuerza de los músculos - flexores del tronco, en posición de sentado - flexión del tronco. | Lo mismo. | Kg |
| | Determinación de la fuerza de las piernas del canoista; el dinamómetro sujeto al cinturón que rodea las caderas; el esfuerzo de las piernas está dirigido hacia adelante. | Lo mismo | Kg |
| Fuerza muscular dinámica máxima | En posición específica -tracción de un peso por encima del bloque - imitación del esfuerzo de tirar. | Dispositivo de bloque, reposa pies, asiento o rodillera. | Kg N |
| Cualidades de velocidad-fuerza | Determinación de la fuerza de tracción al desplazarse mediante paladas y estirando de un cordón elástico sujeto por un extremo a la parte trasera de la embarcación y por el otro dinamómetro - 10-15 sg. | Dinamómetro, cordón elástico - 10 m. | Kg N |
| | Determinación de la fuerza alcanzada a los 0,2 seg. durante la imitación isométrica de la palada (final de la de ataque) en posición específica. | Tensómetro, registrador, pértiga y cadena, asiento, reposa pies. | Kg N |
| | Determinación de la potencia máxima en un dispositivo de palanca de resorte al imitar el trabajo de tracción: kayak -2x15 seg. alternativamente para ambas manos, canoa 15 seg. 100 m con salida. | Bloque ergométrico de medición del trabajo, pértiga, simulador, asiento o rodillera. | Kgm/seg. W |
| Resistencia de fuerza | Determinación de la potencia máxima de salida en piragüismo. | Cronómetro | seg. |
| | En posición específica, imitación de movimientos de tracción en un dispositivo de palanca de resorte: kayak -2x2 min. alternando las manos, canoa - 2 min. | Aparatos de registro multiparamétrico de movimientos. | Kgm/seg. W |
| Resistencia de fuerza | Imitación del movimiento completo en un simulador-ergómetro del tipo "Vinner"-4 min. | Bloque ergométrico de medición del trabajo, simulador, pértiga, asiento o rodillera. | Kgm/seg. W |
| | | Simulador-ergómetro con bloque indicador. | Kgm/seg. W |
| <u>PRUEBAS NO ESPECÍFICAS</u> | | | |
| Fuerza dinámica | En posición de tendido supino press de banco | Barra, banco o plinto. | Kg |
| | En posición de tendido prono - tirones | Lo mismo. | |
| Resistencia de fuerza | En tendido - press durante 2 min. hombres 30kg. mujeres - 20 kg. | Lo mismo | N° de repeticiones |

4) la potencia media se calcula según la siguiente fórmula:

$$P_m = \frac{F \times S}{t} ; \frac{Kg^2 \times M}{seg.}$$

Para los kayakistas es conveniente calcular la potencia para cada una de las manos por separado.

En los últimos años las cooperativas nacionales han empezado a producir simuladores-ergómetros especiales analogos al modelo danés "Vinner". La carga de fuerza se crea, en dichos dispositivos, mediante la resistencia aerodinámica de una rueda de paletas al girar mientras que el rebobinado de la cinta, de la que tira el palista por encima del simulador de la pala, se realiza mediante la contracción, durante la "palada", de cintas rígidas. Para que la prueba pueda estandarizarse, es importante que la extensión de dichas cintas sea idéntica. Los simuladores-ergómetros se proveen con bloques de indicadores electrónicos de la velocidad giratoria de la rueda de paletas, del tramo "recorrido", de la potencia indispensable para superar la resistencia aerodinámica. Todos estos índices son útiles para el control del nivel de preparación especial de fuerza del palista.

Las pruebas de fuerza no específicas pueden completar el programa de pruebas especiales, y si es imposible llevarlo a cabo, pueden emplearse para el control del nivel de las cualidades de fuerza.

3. Concepto de la preparación especial de fuerza

Al disponer de una característica, más o menos clara, de la preparación especial de fuerza, puede pasarse a la tarea fundamental del presente trabajo, es decir a la determinación de las orientaciones más importantes y contenido del entrenamiento racional para mejorar las cualidades especiales de fuerza de los palistas. Tanto los resultados de las investigaciones especiales y la sintetización de la experiencia práctica de muchos años, permiten formular el concepto de la preparación especial de fuerza - conjunto de posiciones funcionales del entrenamiento con una finalidad determinada.

1.- La orientación hacia una finalidad determinada de la preparación especial de fuerza es: asegurar el nivel indispensable de las

cualidades de fuerza básicas (fuerza muscular máxima y fuerza-resistencia) y su realización en la actividad específica.

Subfinalidades particulares de la preparación especial de fuerza:

Aumento de la fuerza muscular máxima - afianzamiento de la reserva de la fuerza de los grupos musculares principales y su hipertrofia de trabajo que responde a la especificidad de la actividad competitiva.

Aumento del nivel de la fuerza-resistencia - aumento de la capacidad contractil, energética y de oxigenación de los músculos durante la realización de una carga específica prolongada, creación de condiciones para una técnica racional y resistente al agotamiento.

Perfeccionamiento de las cualidades de velocidad-fuerza - mejora de la velocidad máxima y potencia de palada mejorando la potencia y capacidad de creación energética anaeróbico-aláctica, perfeccionamiento; de la regulación neuromuscular de la racionalización de la estructura dinámica de la palada y de la interacción de fuerzas dentro del sistema biomecánica de la palada.

2. El contenido de la preparación especial de fuerza de los palistas abarca 4 componentes orgánicamente relacionados y complementados mutuamente:

- **preparación atlética (PA)** - se realiza fuera del agua para aumentar la fuerza máxima y la masa muscular;

- **preparación especial con simuladores (PES)** - se realiza utilizando simuladores de fuerza y ejercicios específicos para mejorar la resistencia de fuerza especial;

- **entrenamiento aeróbico de fuerza en el agua** - se asegura mediante ejercicios especiales de palada, cuya finalidad es mejorar las cualidades aeróbicas y de fuerza-resistencia de los grupos musculares principales;

- **entrenamiento de velocidad-fuerza en el agua** - engloba ejercicios de la técnica piragüística para mejorar las cualidades específicas de velocidad-fuerza.

RASGOS CARACTERISTICOS DE LOS COMPONENTES DE LA PREPARACION DE FUERZA ESPECIAL

| Componente de la preparación | Tarea | Contenido | Principios metodológicos |
|---|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Preparación atlética (PA) | Aumento de la fuerza máxima y masa de los grupos musculares principales. | Ejercicios con cargas submáximas - mancuernas, barras, dispositivos de bloque; 8-10 repeticiones intervalo de descanso unos 2 min. | <ol style="list-style-type: none"> 1. El efecto plástico de las cargas empleadas está condicionado por la ulterior recuperación. 2. Selectividad del trabajo con los grupos musculares principales. 3. AP compleja con cargas aeróbicas especiales. |
| Preparación especial en simuladores (PES) | Desarrollo de la resistencia de fuerza especial. | Ejercicios en simuladores de fuerza, que reproducen los elementos técnicos básicos en el desplazamiento en piragüismo. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Modelación de las características más esenciales de los movimientos en piragüismo. 2. Combinación de los diferentes modelos de simuladores. 3. Selectividad de los elementos técnicos a trabajar. 4. Cumplimiento de las cargas con un contenido de alfa $c > 8 \text{ mm/l}$ (2ª y 3ª zonas de intensidad). |
| Entrenamiento aeróbico de fuerza en el agua. | Adaptación de los músculos a cargas específicas de fuerza aumento de su capacidad de oxigenación. | Ejercicios de palada con cargas adicionales o con resistencia complementaria o intensificando la fuerza de la palada reduciendo al mismo tiempo el ritmo. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Duración global de la carga en una sesión de trabajo consta de 30-60 min. 2. La carga adicional (frenado) de la embarcación no debe provocar el empeoramiento de la técnica. 3. La carga se lleva a cabo si el contenido es alfa $a > 8 \text{ mm/l}$ |
| Entrenamiento de velocidad - fuerza en el agua. | Desarrollo de las cualidades específicas de velocidad - fuerza | Ejercicios de la técnica piragüística con potencia máxima y submáxima. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Se utilizan tramos de una duración máxima de 20 seg. 2. El componente de fuerza de la carga puede aumentarse por medio de cargas adicionales, frenado, desplazamiento contra el viento. 3. Factor principal de la eficacia - nivel de movilización. 4. Duración global de la carga - 6-7 min. |

Las indicaciones, contenido y exigencias metodológicas que se llevan a cabo en la preparación de fuerza se reflejan en la tabla nº 4.

3. Los principios generales de estructuración de la preparación especial de fuerza son los siguientes:

Especialización -Se presupone que en los marcos del mesociclo se actuará fundamentalmente sobre la fuerza muscular máxima, o sobre las cualidades de velocidad fuerza. La teoría y práctica del deporte ha demostrado que un entrenamiento complejo paralelo de estas tres cualidades sólo es posible en la preparación de deportistas de cualificación más baja.

Concentración de la carga - presupone la concentración de considerables volúmenes de ejercicios de fuerza en un mesociclo especializado. Una concentración similar se logra incluyendo en el macrociclo semanal no menos de 2-3 sesiones de trabajo con finalidad, así como varias tareas de entrenamiento de apoyo en otras sesiones de trabajo. Esto es especialmente importante en la preparación de los palistas de alta categoría.

La sucesión en la introducción de los mesociclos de distinta orientación está condicionada por el carácter de la restructuración morfológica y funcional que se produce por la influencia de los entrenamientos:

- el entrenamiento de fuerza muscular máxima aumenta la masa de las fibras musculares rápidas y lentas (FMR y FML);
- paralelamente el programa aeróbico realizado aumenta su potencial de oxigenación (tipo PA); *
- el entrenamiento de fuerza-resistencia (PES y técnica piragüística aeróbica de fuerza) adapta los músculos , aumentado en volumen y masa, al trabajo específico, utiliza las cualidades de fuerza del palista en los aspectos dinámicos de la técnica, facilita la mejora ulterior de las posibilidades aeróbicas (tipo FR);
- el entrenamiento de orientación de velocidad-fuerza, por regla general, precede a la participación en las competiciones, permite, mantener la base de fuerza-resistencia, crear una reserva de velocidad y potencia en la técnica piragüística (tipo VR). *

La duración del desarrollo de un tipo determinado de cualidad de fuerza está condicionada por: el transcurso de los procesos meta-

bólicos en los músculos, su hipertrofia de trabajo, la activación de los sistemas de fermentación, etc. En el período preparatorio es más apropiada la mayor duración del mesociclo 4-5 semanas; en el período competitivo la duración del mesociclo se acorta (en parte por el apretado calendario de competiciones) y constituye 2-3 semanas.

*Nota:

PA: Potencia Aeróbica

FR: Fuerza Resistencia

VR: Velocidad-resistencia

La combinación de las cargas de fuerza con las cargas específicas de piragüismo, que las complementa orgánicamente, es la siguiente:

- los ejercicios para desarrollar la fuerza muscular máxima deben ir obligatoriamente combinados con el entrenamiento de orientación aeróbica - paleo en la 2ª zona durante largo tiempo; técnica piragüística en régimen aeróbico de fuerza, en este caso, no sólo aumenta la masa muscular, sino también su potencia aeróbica de oxigenación;
- la PES fuera del agua se complementa con un entrenamiento aeróbico de fuerza en el agua y con ejercicios de resistencia especial. Esto asegura una combinación masiva de actuaciones sobre la fuerza-resistencia y la resistencia especial;
- el entrenamiento de velocidad-fuerza en el agua se complementa con el desarrollo de un modelo táctico individual.

4. Estructuración del ciclo anual de entrenamiento. La concepción aquí presentada preve la periodicidad y alternancia de la orientación de entrenamiento que más prevalece. Dicha alternancia se asegura variando tres tipos de mesociclos, a saber -AS, SE y FSA. Estos tres mesociclos forman una etapa. Las etapas, a su vez, crean períodos -preparatorio y competitivo. La última etapa del ciclo anual, anterior a las competiciones principales de la temporada, al igual que las últimas, integra 3 mesociclos.

Es obvio, que tanto el contenido del entrenamiento de fuerza como el de los ejercicios de palada, se diferencien según la proximidad de las competiciones principales. A medida que éstas se van

aproximando, el entrenamiento de fuerza se va especializando cada vez más.

La planificación del entrenamiento por etapas y mesociclos asegura las siguientes ventajas y permite:

- el fatigoso y simultáneo desarrollo de las cualidades de fuerza va adquiriendo durante el entrenamiento una mayor orientación, hacia un menor número de cualidades de fuerza;
- mejorar el control de la eficacia afianzando las mejoras de aquellas cualidades sobre las que se actúa primordialmente;
- aprovechar aquella duración de mesociclos que provoca el mayor ritmo de desarrollo de las cualidades físicas sin dejar de producir los cambios coordinatorios y morfológicos;
- evitar el empeoramiento de las cualidades de fuerza en vísperas de las competiciones principales, cosa que suele suceder, por regla general, durante una estructuración normal del entrenamiento;
- variando con frecuencia la finalidad y contenido de los ejercicios se hace el entrenamiento más atrayente y emocionante.

Hay que recalcar, que la concentración de la carga en una orientación determinada, exige una mejor organización del entrenamiento, mayor disposición de simuladores y aparatos existentes en la actualidad, así como de medios de control.

4. Preparacion Atletica (PA)

4.1. Peculiaridades de la metodología de realización de la PA.

La eficacia de la PA depende directamente de la metodología y organización de las sesiones de trabajo. A continuación se presentan las exigencias metodológicas y de organización fundamentales.

1. preparación de los lugares de realización de las sesiones de entrenamiento y equipamiento. Las sesiones de PA más eficaces son aquellas que se llevan a cabo en un recinto caldeado y bien ventilado. Vestimenta más adecuada - chandal de entrenamiento de lana. También es indispensable disponer de un cinturón para sujetar la cintura; se aconseja utilizar muñequeras elásticas para prevenir las lesiones de los ligamentos.

2. El calentamiento debe ser suficientemente intensivo y largo (15-20 min.). Este debe asegurar el calentamiento de todos los grupos musculares principales y tiene que incluir obligatoriamente ejercicios de fuerza: tracciones en suspensión, flexiones y extensiones de brazos en apoyo horizontal facial, ejercicios con mancuernas ligeras.

3. La selección de las cargas debe realizarse individualmente, para cada deportista por separado. El peso con el que se trabaja debe permitirle al deportista a hacer 6-8 (hasta 10) repeticiones en un intento (con esfuerzo máximo).

4. El ritmo de ejecución de los movimientos debe ser medio, aproximadamente, un ciclo de movimientos en 2 seg. Si el peso de la carga es correcto, generalmente, no es posible desarrollar un ritmo mayor. Al reducir el ritmo se alarga innecesariamente la pausa entre los movimientos que se repiten.

5. Amplitud - para incluir en el movimiento de forma más completa todos los elementos flexores de los músculos y para lograr su interrelación racional, es imprescindible ejecutar los movimientos en toda su amplitud.

6. Régimen de respiración - ejercicios con cargas submáximas, fundamentalmente de acción global (que hace trabajar a un gran número de grupos musculares). Dichos ejercicios, se realizan reteniendo la respiración, con los labios bien apretados, sigue la espiración, para luego, volver a aspirar, etc.

7. El trabajo de vaivén es uno de los más eficaces en la PA, pues permite que los músculos desarrollen la fuerza máxima. Esto se asegura con la vuelta lenta de la carga a la posición inicial. Además, se produce una acción directa sobre la FML, cosa, por otra parte, muy importante para la palada.

8. Los intervalos de descanso entre los intentos deben asegurar la recuperación total de la respiración. La duración aproximada debe ser de 1,5-2 min. Conviene rellenar los intervalos con ejercicios de respiración, relajación muscular y automasaje.

9. Orden (sucesión) de ejecución de los ejercicios. Es conveniente, empezar la parte principal de la sesión de trabajo con ejercicios que actúan sobre los grupos musculares más grandes y que supo-

nen para el deportista la carga mayor para el organismo, por ejemplo, ejercicios para los músculos de la espalda, piernas, pectorales. En una serie, compuesta por 6-8 intentos, deben utilizarse ejercicios que influyan en los grupos musculares más cercanos. Una serie puede incluir ejercicios para desarrollar los flexores y extensores de los brazos; otra serie - para los músculos pectorales y deltoides; la tercera serie - para los músculos de la espalda y piernas, la cuarta serie - para los músculos oblicuos y recto del abdomen. No es conveniente utilizar en una sesión de entrenamiento ejercicios que actúen sobre todos los grupos musculares. Una acción de este tipo sólo pueden alcanzarse en no menos de 2 sesiones de entrenamiento.

10. La organización de las sesiones de entrenamiento tiene que tener en cuenta todas las exigencias metodológicas, así como el mayor peligro de lesionarse en el trabajo con pesos grandes. Los deportistas deben dividirse en subgrupos 2-3 personas, que emplean, aproximadamente, los mismos pesos. Los deportistas de cada subgrupo deben asegurar el apoyo mutuo. Durante las sesiones de trabajo es imprescindible, excluir cualquier tipo de conversaciones ajenas a lo que se está haciendo, reducir la actuación de los estimulantes externos: ruido, idas y venidas, etc. La disciplina y la concentración de la atención constituyen un factor importante de la eficacia de los ejercicios y de prevención de las posibles lesiones.

11.- La movilización es uno de los factores más importantes de la eficacia de la PA y, por regla general, al realizar las 2-3 últimas repeticiones en cada intento, debe ser límite. En algunos casos, es conveniente ayudar al deportista durante la realización de las últimas, más difíciles, pero al mismo tiempo más útiles repeticiones.

12.- El control de la técnica de ejecución de los ejercicios se asegura, en primer lugar, mediante el entrenador y por el propio deportista. Incluso al hacer una variación insignificante de movimientos, inmediatamente entran en juego músculos adicionales y la actuación sobre los grupos musculares que se están entrenando se reduce. El deportista puede hacer 10 en vez de 6 repeticiones, pero su efecto se reduce. A medida que vaya aumentando el agotamiento el control de la técnica de ejecución del ejercicio lejos de ser más flojo, debe endurecerse.

13.- El control de las cargas realizadas debe ser bastante detallado y, fundamentalmente, sistemático. Las anotaciones se realizan en

cuadernos de trabajo: valor de las cargas, número de repeticiones, ritmo, duración del descanso, número de intentos, consideraciones sobre la técnica, reacciones del pulso.

14.- La distribución de la carga en un microciclo debe realizarse de tal forma que el efecto plástico del entrenamiento no desaparezca al realizar un trabajo de capacidad energética en los períodos que se necesita la energía para los procesos anabólicos. Después de una sesión de trabajo de PA, durante 24 horas no debe llevarse a cabo un intenso trabajo con grandes cargas (puede realizarse un entrenamiento de recuperación de poca intensidad y de mantenimiento). Un entrenamiento de PA de mantenimiento puede ejecutarse después de una sesión de trabajo en el agua, una vez hayan transcurrido 12-14 horas, incluyendo el sueño de la noche.

4.2. Planificación de la preparación atlética en la estructura del macrociclo de entrenamiento.

El efecto de la PA y de todo el entrenamiento depende, globalmente, de la concentración, duración, combinación y volumen de las cargas empleadas de distinta orientación.

La concentración presupone la acumulación de volúmenes considerables de cargas de fuerza en un mesociclo especializado orientado a mejorar la fuerza máxima y volumen de los grupos musculares principales. Una concentración similar se asegura, por ejemplo, incluyendo en un microciclo como mínimo 2-3 sesiones de entrenamiento, así como varias tareas de entrenamiento en otras sesiones. Esto es, especialmente importante, en la preparación de los deportistas de alta categoría - una concentración baja de las cargas sólo puede mantener el nivel de las cualidades de fuerza ya adquirido.

La duración de los mesociclos de fuerza están condicionados por el transcurso de los procesos metabólicos en los músculos, por su hipertrofia de trabajo, por la activación de los sistemas de fermentación. En el período preparatorio se encuentra el mesociclo de fuerza más largo (4-5 semanas); en el período competitivo la duración de un mesociclo de este tipo debe ser más corta - 3 e incluso 2 semanas. Hay que tener en cuenta, que al realizar las cargas de fuerza de mantenimiento, después de concluir el mesociclo de fuerza, el efecto en él obtenido puede mantenerse hasta 2 meses y, a veces, incluso más.

La combinación de las cargas en el mesociclo de fuerza debe ser como sigue: el programa de la PA debe realizarse en combinación con ejercicios de orientación aeróbica en el agua (palada regular y alternativa en las 1ª y 2ª zonas). De esta forma se obtiene el efecto de recuperación, se perfecciona el suministro sanguíneo periférico a la musculatura entrenada; la hipertrofia muscular y el aumento de su potencial aeróbico se produce de forma paralela. Es de suma importancia, el incluir en el agua cargas de velocidad-fuerza orientadas a desarrollar la potencia de la palada - palao en una embarcación con peso adicional-, con ritmo lento y concentración límite del esfuerzo en el desplazamiento máximo; paladas con embarcación sujeta y extendiendo un amortiguador elástico; sprints de 10 seg. con salida, etc.

Al realizar el trabajo fuera del agua la PA debe complementarse con ejercicios de desarrollo general, de desarrollo de la flexibilidad, movilidad y relajación. Además, la PA debe complementarse, necesariamente, con ejercicios en simuladores ejecutados con una gran resistencia exterior que modela los componentes de la técnica de la palada (el movimiento de la mano de tracción, torsión del tronco, etc.).

En el descanso activo pueden aprovecharse los juegos deportivos.

El sobrevolumen en el empleo de cargas de fuerza de distinto carácter se obtiene planificando, después de un mesociclo, fundamentalmente, de PA, un mesociclo con preparación en simuladores concentrada (PES). En dicho mesociclo, aprovechando la fuerza ya obtenida en los grupos musculares principales debe mejorarse su fuerza-resistencia, desarrollarse, de forma selectiva, los aspectos de fuerza de los ejercicios específicos, su amplitud y trayectoria.* En dichos mesociclos pueden emplearse tareas de entrenamiento de carácter de mantenimiento.

Es imprescindible volver a insistir en que la PA forma parte inseparable de la preparación total del palista y, de ninguna manera, puede sustituir el conjunto de todo el entrenamiento.

4.3. ejercicios básicos de influencia selectiva en los grupos musculares principales.

TABLA Nº 5

| Objeto de influencia | Ejercicios | Indicaciones metodológicas | Dosificación |
|--|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Press abdominal (músculo recto mayor del abdomen, músculos oblicuos mayores y menores) | 1. Tendido sobre un banco horizontal, piernas abajo - elevación de piernas hasta cerrar ángulo 45° | | 15-18 repeticiones |
| | 2. En suspensión de un banco inclinado -flexiones del tronco; variantes: brazos detrás de la cabeza; mantener un peso adicional; con torsiones del tronco. | Apoyar la espalda en las zonas del pecho y de la cintura. | 10 repeticiones 3 intentos |
| 2. Músculos pectorales (mayor y menor) | 3. De pie, piernas separadas, pies paralelos: flexiones hacia el pie contrario bajando el peso de la mano hasta la mitad de la pierna. | Espirar durante la flexión del tronco aspirar en posición. | 10 repeticiones, con un peso en cada mano, 3 intentos. |
| | 1. Tendido sobre un banco - press (agarre ancho - 80-85 cm) ejercicio básico. | Fijar la posición del pecho y pelvis. | 2 intentos, 6 repeticiones, sin ayuda y con la de compañeros, 2 repeticiones. |
| | 2. "Pirámide descendiente" -press con agarre ancho en posición de tendido. | En cada intento añadir más peso a la barra, de forma que se llegue al peso máximo | 12 repet. - 1 intento 10 repet. - 2º 8 repet. - 3º 6 repet. - 4º 4 repet. - 5º 3 repet. - 6º |

| | | | |
|---|---|---|---|
| <p>3. Músculos deltoides (anterior)</p> <p>(medio)</p> <p>(posterior)</p> <p>4. Músculos dorsales</p> | <p>3. "Programa combinado" a) Tendido en tabla inclinada -45° cabeza arriba: press, agarre ancho. b) Lo mismo, pero con la cabeza hacia abajo. c) En tendido supino, brazos arriba, en laas manos mancuernas bajar brazos lateralmente -juntar los brazos. d) Lo mismo, pero tendido sobre tabla inclinada -cabeza arriba. e) Tendido sobre un banco, cabeza en el extremo del banco - manos con mancuernas o barras detrás de la cabeza, bajo el nivel del banco - pullover.</p> <p>1. De pie, peso en una mano - flexión del brazo levantando la carga desde el muslo contrario hasta la posición vertical del hombro.</p> <p>2. Sentado en un taburete, brazos extendidos abajo, en las manos mancuernas, extensión de brazos lateralmente hasta la posición horizontal.</p> <p>3. De pie, tronco flexionado al frente, brazos abajo, en las manos mancuernas - extensión de brazos lateralmente.</p> <p>1. Suspensión en barra fija, fle- xionando la cintura hasta tocar</p> | <p>Brazos semiflexionados en los codos, fijar pecho al juntar los brazos.</p> <p>Fijar espalda y cintura presionándolas contra el banco.</p> <p>Alternativamente con cada mano.</p> <p>Fijar la parte del pecho y cintura de la columna vertebral.</p> <p>Fijar posición de espalda flexionada en la cintura</p> <p>Controlar la flexión de la cintura.</p> | <p>8 repet. 1 intento</p> <p>8 repet. 1 intento</p> <p>8 repet. 1 intento</p> <p>8 repet. 1 intento</p> <p>10-12 repet. 2 intentos</p> <p>6-7 repet. 4 intentos</p> <p>7-8 repet. 4 intentos</p> <p>8 repet. 2 intentos</p> <p>3-4 intentos al máx.</p> |
|---|---|---|---|

| | | | |
|--|--|--|--|
| <p>Músculos dorsales anchos (parte media)</p> | <p>con los pectorales las muñecas de las manos.</p> <p>2. De pie sobre una base, piernas ligeramente flexionadas, tronco inclinado al frente y una mano apoyada en el muslo - tirón con la otra mano, a lo largo del muslo, hasta la articulación coxofemoral.</p> <p>3. De pie, halteras detrás de la cabeza (muñecas apoyadas en la barra) -flexiones del tronco al frente - extensiones del tronco.</p> <p>En suspensión de la barra fija con agarre ancho - tracciones hasta tocar la barra con el cuello.</p> | <p>Bajando la barra debajo del nivel de la base extender el gran dorsal.</p> <p>Piernas semiflexionadas, inclinarse al frente flexionando la espalda.</p> <p>Puede ejecutarse con pesos adicionales.</p> | <p>8 repet. 4 intentos</p> <p>8 repet. 3 intentos</p> <p>2-3 intentos máximo posibles.</p> |
| <p>Músculos dorsales anchos</p> | <p>TRACCION DE CARGA POR ENCIMA DE UN BLOQUE.</p> <p>De pie, tronco flexionado al frente, con agarre ancho - tracciones, por encima del bloque superior, con ambas manos, brazos flexionados - movimiento de vaiven.</p> | <p>El movimiento de vaivén se realizará suavemente en el momento de espirar.</p> | <p>8-10 repet. 3-4 intentos</p> |
| <p>5. Músculos dorsales anchos, extensores dorsales + parte inferior de los dorsales anchos.</p> | <p>Sentado con apoyo de los pies, inclinándose al frente -tracciones por encima del bloque inferior, con ambas manos, brazos flexionados, extendiendo el tronco - movimiento de vaivén.</p> | <p>Al descender durante el movimiento de vaivén el peso no debe posarse sobre el apoyo sino mantenerse suspendido por el deportista.</p> | <p>8-10 repet. 3-4 intentos</p> |

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>6. Triceps braquial.</p> | <p>De pie, de espaldas a la carga, brazos extendidos arriba - tracciones por encima del bloque superior flexionando los brazos en los codos.</p> <p>1. Tendido sobre un banco, barra con agarre estrecho, brazos extendidos arriba - manteniendo la posición vertical del hombro bajar la barra flexionando los brazos en los codos.</p> <p>2. Tendido sobre un banco -press con agarre estrecho de la barra.</p> <p>3. Tendido supino sobre un banco, barra detrás de la cabeza, por debajo del nivel del banco - tracciones de la barra con ambas manos, brazos flexionados, llevándola hasta el pecho y volver a la posición inicial.</p> | <p>Fijar los codos (permitida ayuda de un compañero)</p> <p>Bajar hasta tocar con la barra el puente de la nariz un compañero puede sujetar los codos.</p> <p>Separación de las muñecas 5-7 cm.</p> <p>Al bajar la barra extender los músculos braquiales, mantener la espalda del banco.</p> | <p>8-10 repet. 3-4 intentos.</p> <p>5-6 repet. 4 intentos</p> <p>5-6 repet. 3-4 intentos. 6-8 repet. 4-5 intentos</p> |
| <p>7. Biceps braquial.</p> | <p>1. De pie, brazos abajo, manos sujetando la barra - flexionar los brazos y los codos.</p> <p>2. De pie, mancuernas en las manos flexiones y extensiones alternativas de los brazos.</p> | <p>Levantar la barra flexionando los brazos, fijar la espalda</p> <p>Lo mismo.</p> | <p>6-8 repet. 1-2 intentos</p> <p>6-8 repet.</p> |
| <p>8. Músculos de las piernas pelvis y cintura.</p> | <p>De pie, piernas separadas, puntas hacia afuera, brazos cruzados en pecho, barra apoyada en las muñecas -semisentadillas manteniendo la espalda recta y con apoyo en toda la planta del pie.</p> | <p>Descender hasta cerrar con las rodillas un ángulo de 85°. Mirada fija al frente.</p> | <p>5-6 repet. 4 intentos.</p> |

5. Preparación especial con simuladores (PES)

5.1 Peculiaridades de la metodología de la PES

En comparación con el entrenamiento en el agua, la PES tiene la ventaja de que puede reglamentarse mejor, dirigir la conducta del deportista y controlar de forma más ventajosa su estado.

En relación con la preparación de los lugares de entrenamiento, equipamiento del deportista y organización de la sesión de trabajo, la PES no presenta diferencias esenciales respecto a la PA. Toda una serie de peculiaridades metodológicas están relacionadas con la especificidad de la PES.

1. **La resistencia exterior** debe plantearse teniendo en cuenta de que el esfuerzo realizado por el deportista, corresponda, relativamente, o sobrepase el nivel imprescindible en el agua al realizar un trabajo de intensidad análoga. Si el trabajo es prolongado, dicho nivel es del 30-40% del máximo.

2. **El régimen de carga** debe responder a las zonas 2-3 de intensidad. Las subidas ácidas excesivas destruyen el proceso aeróbico y entorpecen el desarrollo de la fuerza-resistencia. Sin embargo, dichas subidas se producen en el momento de realizar la carga máxima de la prueba, pero esto entra dentro de la normalidad y es permisible.

3. **Conjunción de la influencia.** Teniendo en cuenta que los ejercicios de la PES modelan la actividad específica del palista, la carga que se produce influye tanto en las cualidades motrices como en los hábitos técnicos. Los ejercicios realizados en simuladores pueden asegurar una influencia positiva en la técnica, corrigiendo sus defectos, pero también los pueden acentuar. Por esta razón, el control de la técnica tiene que ser un elemento obligatorio de la organización del ejercicio.

4. **La corrección de la técnica** se asegura con una serie de elementos metodológicos:

- colocación de los orientadores exteriores, señales (por ejemplo, la amplitud de la tracción);
- colocación de espejos para el autocontrol;

participación indirecta del entrenador, que limita o acentúa el movimiento;

- aprovechamiento de medios electrónicos como indicadores (del esfuerzo, potencia, etc.);

- aprovechamiento del trabajo motor combinado con el trabajo en los simuladores.

5. El valor de la carga realizada globalmente en la sesión de trabajo depende si ésta tiene carácter de desarrollo o de mantenimiento y de la cualificación y preparación del deportista. En los palistas de alta cualificación, el carácter de desarrollo, en el período preparatorio, se asegura mediante un trabajo de bastante intensidad, no menos de 40 minutos (tiempo real). En el mesociclo especializado de desarrollo de fuerza-resistencia, tienen que incluirse por lo menos tres sesiones de este tipo a la semana.

6. La combinación de los diferentes modelos de simuladores es aconsejable, teniendo en cuenta que, como han demostrado investigaciones especiales, cada modelo de simulador está condicionado por una u otra diferencia coordinativa o biomecánica de la técnica piragüística. Al repetir con frecuencia el ejercicio en el mismo simulador, dichas diferencias se convierten en un hábito técnico, se pasa al trabajo en el agua y alteran la técnica de la palada. La utilización de varios simuladores o dispositivos evitan la fijación rígida de elementos extraños en la coordinación intermuscular del piragüista.

5.2. Tipos de simuladores y sus peculiaridades.

Los simuladores utilizados fuera del agua actúan sobre aquellos grupos musculares que aseguran la ejecución correcta del movimiento del palista. En la preparación con simuladores de los kayakistas y canoistas se utilizan aparatos cuyo carácter de carga es diferente.

Simulador de resorte de palanca. La carga se produce extendiendo el resorte y variando el brazo que imprime la fuerza respecto al eje giratorio de la palanca. Se regula mediante el número de resortes que se fijan al aparato. El simulador asegura el cambio del esfuerzo al alcanzar la fuerza máxima de tracción en la parte central de la trayectoria.

Simulador de fricción (Ekzer-Jenni). La carga se crea mediante la

fuerza de fricción de un cordón del que se tira y se regula por medio del número de vueltas que ha dado dicho cordón. La fuerza máxima de tracción se manifiesta al comienzo del movimiento. El dispositivo trabaja subiendo alternativamente el cordón o cinta.

Simulador centrífugo. La carga se dosifica variando la fuerza del resorte que oprime los pares de fricción y aumenta proporcionalmente con la rapidez del movimiento. La peculiaridad de este tipo de dispositivo consiste en que existe tensión máxima en cada sector de la trayectoria del movimiento.

Simulador hidráulico. La carga se crea mediante un estrangulador regulable situado entre las cavidades de la tensión alta y baja. Igual que durante el trabajo en el simulador centrífugo, la carga va aumentando proporcionalmente a la rapidez del movimiento. La fuerza máxima de tracción se manifiesta en aquellos puntos de la trayectoria, donde el deportista puede desarrollar mucha fuerza.

Dispositivos o simuladores de bloques. El valor de la carga se establece cargando el contrapeso. Los esfuerzos máximos se manifiestan al comienzo de la trayectoria, cuando se supera la inercia de la quietud del contrapeso. El valor del esfuerzo aplicado por el deportista en adelante decae considerablemente.

En los últimos años han aparecido y se han extendido simuladores-ergómetros especiales de producción extranjera (Viner i Tor - Dinamarca y otros). Según dichos modelos se han comenzado a producir aparatos similares nacionales (por ejemplo, Lider 6E). En este tipo de aparatos, la resistencia exterior se produce mediante la resistencia aerodinámica de una rueda de paletas que se pone en movimiento al tirar de una cinta. Dicho simulador tiene grandes posibilidades de aprovechamiento gracias a un dispositivo automático individual que permite valorar inmediatamente el valor del trabajo que se está realizando. Por esta razón, dichos aparatos pueden utilizarse como simuladores y como ergómetros.

5.3. Estructuración del entrenamiento en los simuladores.

5.3.1. Variantes de ejercicios.

El ejercicio básico consiste en la imitación del movimiento de tracción en la palada, con resistencia exterior creada por el simulador.

Las variantes de ejercicios se crean según se indica a continuación:

- Variando la postura de trabajo (para los canoistas con y sin apoyo para la mano de empuje; para los kayakistas - sentado con el tronco extendido y flexionado el frente);
- perfeccionando la amplitud global y la de sus diferentes elementos (ataque enérgico, torsión del tronco, etc.);
- variando el aspecto dinámico creado por los distintos simuladores: bloque-contrapeso / simulador centrífugo - comienzo del movimiento; hidráulico y de resorte de palanca - esfuerzo máximo en el centro-, amortiguador - al final-; desplazamiento del deportista en un carrito inclinado; con el esfuerzo de la mano de tracción elevación flexionando el tronco - 15-20°).

De acuerdo con las peculiaridades individuales del deportista se seleccionan las diversas variantes del ejercicio dado, que actúan de forma selectiva sobre el eslabón más flojo de la preparación de fuerza (influencia correctiva). Paralelamente se desarrollan las cualidades de fuerza principales: fuerza-resistencia, velocidad-fuerza, resistencia de fuerza estática de los músculos y tronco.

El arsenal de medios de entrenamiento se amplía con los ejercicios de fuerza complementarios. Se trata de ejercicios del entrenamiento de fuerza selectivo de los diferentes grupos musculares (ejercicios analíticos).

Ejercicios para los músculos del cinturón escapular y brazos:

- en posición de tendido prono sobre una carretilla inclinada, tracciones con brazos extendidos y sujetándose del agarre, levantarse hasta flexionar el tronco. Variantes : tracciones llevando los brazos lateralmente, tracciones hasta mitad de la amplitud, tracciones con tirones, tracciones acelerando suavemente hacia el final de la amplitud;
- con un simulador de acción alternativa (ekzer-jeni) aparato centrífugo - de pie, tronco flexionado al frente realizar tracciones alternativas con ambas manos con máxima amplitud. Variantes: lo mismo, con amplitud acortada, lo mismo, pero en posición de tendido prono sobre un banco;
- con un simulador de resorte de palanca, hidráulico o con un dispositivo de bloque - de pie, cuerpo inclinado, tracción con una o ambas manos simultáneamente.

En varios casos conviene detenerse en el desarrollo de grupos

musculares más locales, por ejemplo, el triceps braquial - tracción del dispositivo que produce la carga extendiendo el brazo en la articulación del codo, etc. La utilización de los ejercicios locales es, especialmente importante en la preparación individual.

Ejercicios para los músculos del tronco:

- torsión del tronco con la resistencia del simulador, sentado, de pie, sobre una rodilla;

- Para los canoistas -sobre una rodilla, de espaldas al simulador, sujeción a la altura de los hombros-pecho - flexiones del tronco al frente; Variantes: en la misma posición inicial - torsiones del tronco; - para kayakistas - lo mismo, pero en posición de sentado de espaldas al aparato.

Es importante subrayar que el aprovechamiento de los simuladores permite mejorar enormemente la eficacia de los ejercicios de la preparación física general. Esto se refiere fundamentalmente a los dispositivos más extendidos: ekzer-jeni, bloque-contrapeso, inclinaciones de la carretilla, amortiguadores elásticos. Todos estos simuladores pueden aprovecharse con éxito durante la preparación en los lugares habituales.

5.3.1. Regímenes de entrenamiento.

A continuación se analizan los regímenes de trabajo de entrenamiento principales realizados en simuladores y, cuya finalidad es el perfeccionamiento de la preparación especial de fuerza. El régimen básico de todos ellos consiste en la ejecución de series de ejercicios con distintas resistencias exteriores, diferente duración y ritmo, con intervalos entre intento e intento que se diferencian por su ejecución. Los regímenes de entrenamiento se analizan, en el presente trabajo, en el ejemplo de un aparato de resorte-palanca, pero también pueden adaptarse a otros modelos de simuladores.

Los kayakistas pueden realizar el trabajo en un intento tanto con ambas manos o en un intento para cada una de las manos. En el último caso, la selectividad de la influencia será mayor, pues incluso el trabajo con una mano provoca el agotamiento de los músculos de todo el tronco, del sistema respiratorio, así como del circulatorio.

VARIANTES PRINCIPALES DE ESTRUCTURACION DEL ENTRENAMIENTO EN SIMULADORES

| Régimen de la carga | Fórmulas de entrenamiento |
|---------------------------|--|
| Uniforme | 8-10 min. en tempo 2 km; 3-5 series, intervalo de descanso (i.d.) 4-6 min. |
| Alternativo | (30 seg. tempo submáx. + 4,5 min. tempo 2 km) x 2; 3-5 series, i.d. 5-7 min. (1 min. tempo 300 m + 30 seg. - 8-12 movimientos) x 5-6; 3-5 series. |
| Interválico | 6x2 min. i.d. 30-90 seg.; 3 series, pausa 8-10 min. 8x30 seg. i.d. 20-40 seg.; 3-5 series, pausa 8-10 min. |
| Competitivo de modelación | 2 min, 20 seg. salida + 70 seg. mantener el tempo de la distancia de 500 m + 30 seg. aceleración y sprint final; 3-5 series, pausa 7-9 min. |
| De velocidad-fuerza | 3-6x30 seg. con potencia máxima; i.d. 2-4 min. 4x20 seg. con potencia máxima; i.d. 40 seg., 3-5 series. |

La tabla nº 6 contiene las variantes principales de los regímenes de cargas y de fórmulas de entrenamiento.

Un elemento muy importante en la estructuración del entrenamiento es la forma de rellenar los intervalos entre las series. El carácter de las pausas puede ser tanto de recuperación como de carga.

El efecto máximo de recuperación se alcanza incluyendo ejercicios respiratorios, de flexión y extensión muscular. En las pausas prolongadas pueden introducirse el masaje, automasaje, descanso, tumbado e influencias psicorreguladoras.

La introducción de cargas en el intervalo puede ser de contraste respecto a los demás grupos musculares y complementario en relación al agotamiento del músculo después de realizar los ejercicios, pero en diferentes regímenes de tensión. ejemplos de "introducción" de contraste: carrera libre lenta, movimiento de las piernas hacia delante y atrás; de "introducción" complementaria: lanzamientos de un balón medicinal, en suspensión impulsando el cuerpo hacia delante y atrás, ejercicios dinámicos por los músculos abdominales.

Las pausas de recuperación son especialmente necesarias después de los ejercicios de velocidad-fuerza, fuerza máxima y en las series con resistencia progresiva. Pausas de carga - en las series de las distancias reglamentarias a recorrer y en las alternativas. Al incluir cargas complementarias se acentúa el agotamiento muscular y la mejora de la fuerza-resistencia.

5.4. Control de la eficacia del entrenamiento

El control de la eficacia del entrenamiento puede ser operativo (en el transcurso de cada serie y una sesión de trabajo), continuo (dentro del microciclo) y por etapas (dentro de la etapa y período de preparación).

Control operativo - se realiza mediante los índices del ritmo, número de repeticiones, amplitud, pulso, así como por medio de los síntomas externos. Durante el control del pulso hay que tener en cuenta:

- la aceleración de la frecuencia de pulsaciones está provocada por las series interválicas - hasta 180 y más pulsaciones por minuto;
- las series de distancia reglamentaria con esfuerzo máximo (en

régimen de test) provoca el aumento del pulso hasta 150-170 pulsaciones;

- el trabajo de los canoistas en simuladores, con apoyo de la mano que impulsa va acompañado por una mayor aceleración del pulso que en el caso de los kayakistas (en casos aislados hasta 200 pulsaciones por minuto).

Durante el control de la amplitud es conveniente utilizar orientadores visuales: llevar la pértiga hasta el muslo, extender la palanca hasta que cierre un ángulo determinado, etc.

Los síntomas exteriores son los siguientes: respiración entrecortada, tensión de los músculos gestuales, sudoración, cara congestionada, movimientos descoordinados (pasar de un pie al otro, impulsos con el brazo libre) y alteración de la técnica del ejercicio.

Debe subrayarse, que el efecto de la preparación de fuerza en simuladores sólo se alcanza con un trabajo intensivo y superando el cada vez mayor agotamiento muscular.

El control continuado se lleva a cabo comparando los parámetros de la carga de entrenamiento de diversos microciclos. Esto exige una fijación escrupulosa de la ejecución de la tarea dada. Por regla general, las tareas análogas se repiten en diferentes microciclos. Algunas de ellas, las más reglamentadas, deben emplearse como test. Para ello es imprescindible que se ejecuten en las mismas condiciones y en el mismo aparato.

El control por etapas incluye la realización de las pruebas de fuerza máxima. La más importante de ellas consiste en la determinación del trabajo mecánico máximo en un aparato de resorte-palanca. Otros test de fuerza: en tendido supino press, tracción de la barra en tendido prono, de pie, tronco flexionado al frente, tracción, alternando las manos con mancuernas, y extendiendo el tronco. Medición de la fuerza estática máxima en posición de trabajo. En este complejo de pruebas de fuerza los índices presentan una característica total de la preparación especial de fuerza. La mejora de dichos índices refleja la eficacia de la preparación de fuerza en simuladores y se aprovechan para corregir el proceso de entrenamiento.

6. Aprovechamiento de los ejercicios de fuerza vibroestimulantes

6.1. Característica general de los ejercicios vibroestimulantes (VE)

Los ejercicios VE representan un grupo de medios no tradicionales y con una finalidad dada, que se caracterizan por una relativamente mayor selectividad e intensidad de su influencia. La peculiaridad de su aplicación, que los diferencia de los demás, consiste en la posibilidad de desarrollar una relativamente mayor fuerza u fuerza-resistencia tanto en el régimen isométrico como en el dinámico. Las investigaciones realizadas por nosotros han demostrado que la influencia de los VE con la frecuencia y amplitud de vibraciones óptimas aseguran la mejora inmediata de las cualidades de fuerza manifestadas:

- de la fuerza máxima de esfuerzo isométrico - 5,8%;
- de la potencia de los ejercicios de velocidad-fuerza - 41,1%;
- de la potencia de los ejercicios de fuerza (resistencia) -48,3%.

(V.B. Issurin, S.V. Kuksa, P.N. Temnov, 1980).

El entrenamiento vibroestimulante asegura la eficacia de su actuación reduciendo considerablemente el tiempo de ejecución de los ejercicios. Las investigaciones realizadas, tiempo atrás por V.T. Nazarov y colaboradores, han demostrado la gran eficacia que tienen los ejercicios VE en el entrenamiento de la flexibilidad (1982-86) y en la fuerza isométrica (1988). En un experimento pedagógico, comparativo-cruzado, con kayakistas se demostró fehacientemente la primacía del programa de entrenamiento de fuerza que incluye ejercicios VE, en comparación con la estructuración tradicional del entrenamiento (S.V. Kuksa, 1990).

El estudio de la literatura e investigaciones especiales han demostrado, que las condiciones fisiológicas del aprovechamiento eficaz, de corto tiempo de duración, de los ejercicios VE (hasta 20 min. al día) son las siguientes:

- perfeccionamiento de la coordinación intermuscular de la contracción;
- perfeccionamiento de la coordinación muscular;
- actividad de los músculos-antagonistas más coordinada;
- mejora del abastecimiento sanguíneo local de los músculos y

reforzamiento de los procesos de oxigenación y recuperación;

- activación de los procesos de los tejidos, entre otros, aumento de la intensidad de la fisión y resíntesis de ATP.

6.2. Aparatos para el aprovechamiento VE y su aprovechamiento.

El componente básico del aparato es un módulo vibroestimulante universal (MVU). La estructura del MVU permite variar la amplitud y frecuencia de las vibraciones. Los elementos funcionales básicos del módulo son un excéntrico regulable y un motor eléctrico provisto de un reductor de palanca. La estructura del MVU permite cambiar fácilmente la amplitud y frecuencia de vibraciones dentro de los regímenes más eficaces. El módulo puede acoplarse a cualquier tipo de simulador que disponga, en su estructura, de una carga flexible (cinta, cadena, cordón):

el de resorte palanca, puede aprovecharse para el desarrollo de la resistencia especial de los kayakistas, la preparación del organismo para el trabajo, la ejecución de ejercicios de carácter de mantenimiento y el entrenamiento de la musculatura posicional;

el hidráulico (isocinético) - para el desarrollo de la fuerza dinámica máxima, la preparación del organismo para el trabajo y la ejecución de ejercicios de carácter de mantenimiento;

el de gravitación (bloque-sobrepeso y otros) -para el desarrollo de la fuerza especial y de la fuerza-resistencia de los canoistas y el entrenamiento de la musculatura posicional.

Además, al fijar la cinta rígidamente, el MVU permite realizar ejercicios en régimen isométrico - para desarrollar la fuerza máxima en las distintas fases de los movimientos especiales y el entrenamiento de la fuerza-resistencia isométrica.

Antes de conectar el MVU a la red debe fijarse en el suelo (posado sobre una base de caucho) a una distancia del centro de la carga (simulador) que permita aprovechar al cien por cien todas las posibilidades de dicho simulador. La cinta o cordón, fijados en el simulador, se pasan alrededor del excéntrico. En el extremo libre de la cinta se coloca un manguito, imitador de la pértiga o un cinturón. Según la tarea de entrenamiento dada, en el excéntrico se registra la amplitud de las vibraciones y con la ayuda de un reductor de palanca se determina la frecuencia de vibraciones (pa-

TABLA N° 7

ORIENTACIONES BASICAS Y PECULIARIDADES DE LA UTILIZACION DE LOS EJERCICIOS EV EN LA PREPARACION DE LOS PIRAGÜISTAS

| N° orden | Finalidad del trabajo especial. | Tipo de aparato | Carga de la máxima | Ritmo mov/min. | Dosificación de Ev | | Parámetros de EV, amplitud/frecuencia | Indicaciones metodológicas |
|----------|----------------------------------|---|--------------------|----------------------|------------------------|--------------------|---------------------------------------|---|
| | | | | | En entrenamiento (min) | En mesociclo (min) | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Fuerza isométrica máxima | sujección rígida | 100 | - | 3-4* hasta 3** | 12-16 | 8/25 | Realizar en la postura piragüística especial (fases inicial, media y final de la palada), dosificación por mano en un intento - no más de 10 seg. |
| 2 | Resistencia isométrica de fuerza | Lo mismo | 50-70 | - | hasta 6 | 18-20 | 8/25 | Entrenamiento de los músculos posicionales, dosis para una mano y en un intento hasta 2 min. |
| 3 | Fuerza dinámica máxima | Bloque hidráulico de palanca de resorte | 70 50 50 | 20 15-20 20 | 4-6* hasta 5** | 12-20 | 12/40 | Durante el movimiento de retroceso no sujetar el dispositivo. También puede utilizarse, de forma repetitiva en el entrenamiento de circuito. Dosis para una mano y en un intento no más de 2 min. |
| 4 | Resistencia de fuerza dinámica | Lo mismo | 30 | 30-40 30 30-40 | 15-20* hasta 16** | | 12/40 | Durante el movimiento de retroceso no sujetar el dispositivo. Ejecutar de forma |

ra los ejercicios isométricos - 8 min. y 25 Hz, para los dinámicos - 12 min. y 40 Hz). El electromotor se pone en marcha una vez el deportista hay tomado la posición de salida.

| | | | | | | | | |
|---|---------------|---|-------|-------|----------------|-------|---------------|--|
| | | | | | | | | repetitiva en combinación con el trabajo de la misma índole en otros entrenamientos, corriendo. Dosis para cada mano en un intento - no más de 4 min. |
| 5 | Calentamiento | Bloque hidráulico de palanca de resorte | 20-30 | libre | 3* hasta 2** | - | 8/25 12/40 | El calentamiento EV debe combinarse con el tradicional (pueden aprovecharse los ejercicios EV, en régimen isométrico para desarrollar la flexibilidad); salir al agua 10-15 min. después de los ejercicios EV. |
| 6 | Recuperación | Lo mismo | 30-50 | 20-30 | 3-4* hasta 3** | 30-45 | 8/25 12/40 | Los ejercicios no deben realizarse más de 2 veces por semana. Finalidad fundamental -relajación combinada con la flexibilidad (EV). |

* - kayak (dos manos)

** - canoa

6.3. Orientaciones y peculiaridades básicas en la utilización de los ejercicios VE en la preparación de los piragüistas

La tabla nº 7 refleja la característica de los enfoques básicos y peculiaridades del aprovechamiento de los ejercicios VE en la preparación especial de los canoistas y kayakistas.

6.4 Variantes fundamentales de los ejercicios VE

En las figuras nº 1 y 2 aparecen las variantes básicas de los ejercicios VE para los kayakistas y canoistas. Para ejecutar dichos ejercicios se precisan aparatos complementarios: manguito (para la tracción con una mano), imitador de la pala (para imitar la palada), cinturones impermeabilizados con cierres para sujetarlos a la cintura, tronco, piernas, etc.

Para que la ejecución de cada ejercicio sea eficaz debe realizarse el control de la técnica de movimientos, tanto por parte del entrenador como por la del propio deportista. Los criterios pedagógicos de una ejecución eficaz de los ejercicios VE son: sentir las vibraciones al palpar los músculos de la parte inferior de la espalda (extensores de la cintura) y aumentar el ritmo de los ejercicios.

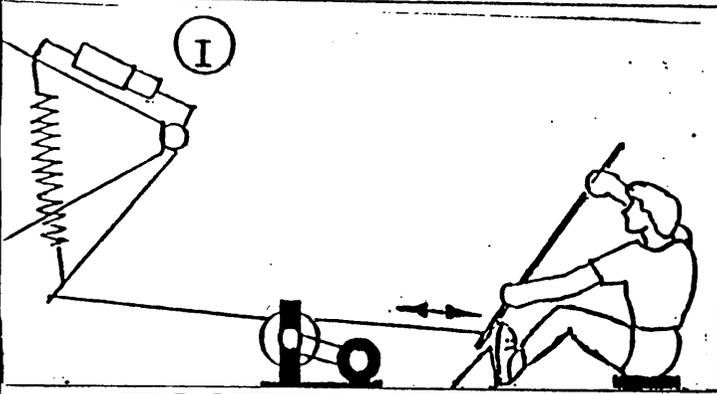
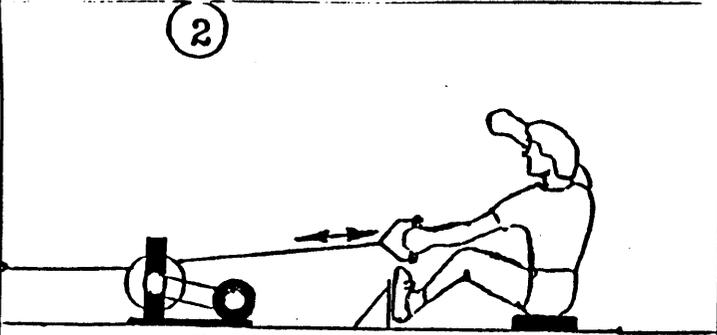
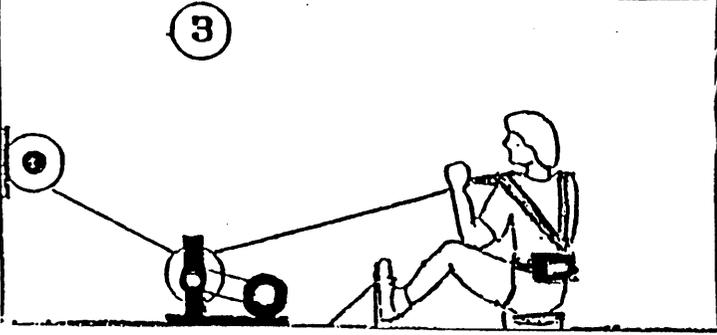
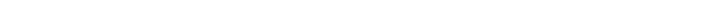
|  | Ejercicio | Régimen de trab. muscular | Tipo de simulador | Régimen EV a/frec | Músculos estimulados |
|---|--|--------------------------------------|--|---|---|
|  | Imitación del trabajo piragüístico | Isocinético Isotónico Estático | Hidráulico De palanca de resorte Sujeción rígida | $\frac{12 \text{ mm}}{40 \text{ Hz}}$ $\frac{4-8 \text{ mm}}{40 \text{ Hz}}$ | Músculos de la mano, del antebrazo y del cinturón escapular |
|  | Tracción con una mano en posición específica del kayakista | -- | -- | -- | -- |
|  | Virajes (torsiones) del cuerpo en postura de kayakista | -- | -- | -- | Músculos de la cintura, espalda y del cinturón escapular |

FIGURA Nº 1: Característica de los ejercicios vibroestimulantes para el desarrollo de la fuerza especial y resistencia especial de los kayakistas

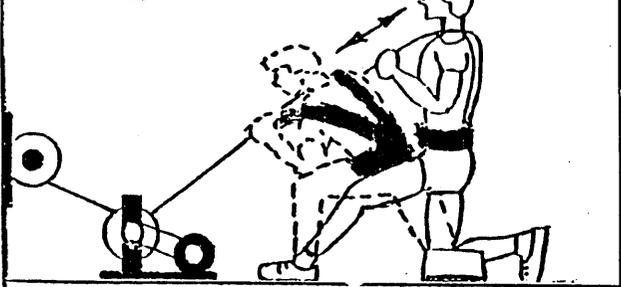
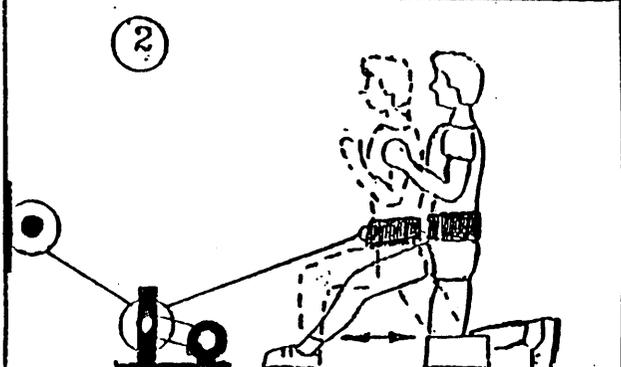
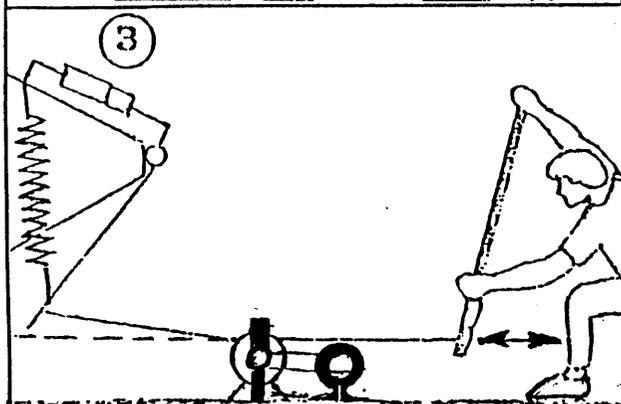
| ① | Ejercicio | Régimen de trab. muscular | Tipo de simulador | Régimen EV a/frec | Músculos estimulados |
|--|--|--------------------------------------|--|---|---|
|  | Flexiones y extensiones de la espalda en postura específica del canoista | Isocinético Isotónico Estático | Hidráulico De palanca de resorte Sujeción rígida | $\frac{12 \text{ mm}}{40 \text{ Hz}}$ $\frac{4-8 \text{ mm}}{25 \text{ Hz}}$ | Músculos flexores y extensores de la espalda, del cinturón escapular y de la pelvis |
|  | Imitación del trabajo de las piernas del canoista | -- | -- | -- | Músculos de la pelvis y de la cintura |
|  | Imitación de la palada | -- Alternativo | -- De gravitación | -- | Los músculos de la muñeca, del antebrazo, cinturón escapular y espalda |

FIGURA Nº 2: Característica de los ejercicios vibroestimulantes para el desarrollo de la fuerza especial y resistencia especial de los canoistas

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LAS CARGAS DE ENTRENAMIENTO DE LOS KAYAKISTAS Y CANOISTAS SEGUN LAS ZONAS DE INTENSIDAD

| Características, parámetros | | 1ª Zona | 2ª Zona | 3ª Zona | 4ª Zona | 5ª Zona |
|---|----------|-----------------|---|---|---|---|
| Finalidad | | De recuperación | Resistencia especial Resistencia básica Resistencia de fuerza aeróbica (F.aer.) | Resistencia especial | 1. Resistencia competitiva (R.comp) 2. Resistencia-velocidad(R.Vel) 3. Competiciones-resistencia competitiva (de distancia) (R.dist) | Velocidad y potencia de salida Velocidad-fuerza (vel.F) Fuerza-resistencia (F.R.) |
| Qué mecanismos de suministro energético trabajan | | Aeróbico | Aeróbico Aeróbico a nivel de umbral aeróbico-anaeróbico. | Aeróbico y anaeróbico-glicolítico. Combinado aumenta la activación de la glicólisis. | 1. Combinado (eróbico y glicolítico-alta activación de la glicólisis) 2. Prevalece el glicolítico. 3. Los tres mecanismos (aeróbico, glicolítico) | Anaeróbico-aláctico (cretin-fosfato) Combinado (aerobio-glicolítico) |
| Que mecanismos de suministro energético de trabajo se desarrollan | | De compensación | Aeróbico (en deportistas menos preparados) | Aeróbico (en deportistas mejor preparados) | 1. Glicolítico 2. Glicolítico 3. Influencia combinada. | Aláctico (K) |
| Consumo de Oxígeno (en % del CMO) | | Hasta 50 | 50-70 | 70-96 | 1. 90-100 2. 85-92 3. 1000 m - 95-100; 500 m - 90-100 | Hasta 50 |
| Velocidad (en % de la máxima) | | Hasta 60 | 60-70 | 70-80 | 1. 80-90 2. 90-98 3. 1000 m -85-100; 500 m - 90-100 | 100 - max. |
| Velocidad (en % de la dist. 1000 m) | | Hasta 70 | 70-80 | 80-90 | 1. 90-100 2. 100-108 3. 90 % dist. 1000 m - más. | 108-115 |
| Lactato | | Hasta 2,0 | 2,1 - 4,0 | 4,1-8,0 | 1. FR 8,0 2. 8,0 3. FR 12,0 | 2,0-5,5 |
| Frecuencia de contracciones cardíacas (FCC) | | Hasta 140 | 140-160 (a veces hasta 170) | 160-180 (a veces hasta 190) | 1. FR 180 2. 170-190 3. FR 180 | No informativa |
| Tempo | K-1 C | Hasta 60 | 61-69 | 70-80 | 1. 81-96; hasta 105 2. 96 (velocistas-105 indiv.) 3. Tempo distancia. | Tempo máx. -135 y más. |
| | C-1 | Hasta 30 | 31-36 | 37-42 | 1. 43-52; 58 2. 52 (velocistas - hasta 58 (indiv.) 3. Tempo distancia | Tempo max. - 70 m y más. |

Observación: En la distancia competitiva el tiempo no debe, por regla general, reducirse a más de los siguientes valores:
 K-1 hom. 500 m - 112; k-1 homb. 1000 m - 100; C-1 500 m - 65; C-1 1000 m - 58; K-1 muj. 500 m - 110.

- En el caso del entrenamiento interválico, la longitud del tramo y su tiempo se refiere a los tramos competitivos sin tener en cuenta el descanso dentro de la serie; el tiempo de descanso se refiere al descanso entre las series interválicas. La longitud de los tramos y el tiempo de descanso dentro de las series se determina en 3 años entre.

| | | | | | |
|--|---------------------------|--|--|---|--|
| Nº de tramos, su tiempo global en una sesión de entrenamiento con velocidad dada | | Variantes: 2-3x40'; 3-4x20'; 4-6x20'; en total hasta 2 horas 1x2 - 2,5 h. | Hasta 8-10 tramos Hasta 40-50' Variantes: 6x8'-48'' 8x6'- 48'' 4x10' - 40 '' y otros | 1. Hasta 10-12 tramos (hasta 15-20 o hasta 4-5 km) interválicamente -tramo hasta la reducción considerable de la velocidad. 2. Hasta 12-15 tramos (10-12 o hasta 3,5 km) interválicamente - tramos hasta una reducción considerable de la velocidad. 3. cubrir hasta 3-4 veces la distancia de competición. | Velocidad y potencia de salida hasta 75-85 tramos para K-1 hasta 15 tramos (4 min) |
| Métodos fundamentales | Ininterrumpido - uniforme | Ininterrumpido, uniforme y alternativo | Alternativo interválico alternativo | 1. Interválico, repetitivo de control. 2. Alternativo, interválico, de control repetitivo. 3. De control, competitivo. | Repetitivo alternativo. |
| Indíces del efecto inmediato del entrenamiento. | | Kilometraje velocidad media de la FC | Velocidad, lactato, nº de repeticiones, tiempo de desplazamiento piragüístico, FCC, | 1. Velocidad, lactato, tiempo, grado de economía y eficacia de la técnica. 2. Velocidad, lactato, tiempo, potencia de los mecanismos de suministro energético. 3. Velocidad, lactato, potencia y capacidad de los mecanismos de suministros energéticos y su | Velocidad, tiempo |
| Carga de velocidad (en min) Grande Considerable Media Pequeña | | 120-160' 90-120' 60-90' hasta 60' | 40-50' 30-40' 20-30' hasta 10' | 1. 15-20' 2. 10-12' 3. 6-8' 12-15' 8-10' 4-6' 6-12' 4-8' 2-4' hasta 6' hasta 4' hasta 2' | |
| Indíces del test del efecto acumulativo y de remplazamiento | | 20 km. | 3x2000 m en régimen 20' (tiempo tramo) (tiempo descanso) | 1. 2000 m - 93% del modelo de 1000 m 88-90% del modelo de 500 m 2. 4x250 m - índice medio de la suma de todos los tramos 102% para 1000 m. y 107% para 500 m. 375 m - modelo del comienzo de competición con lactato en 8-9 molares. 3. Salvar la distancia dada según el modelo planeado técnico y táctico. | 50 m con salida 50 m en marcha. 100 m en marcha. |

