

# **Correlació entre la marca esportiva obtinguda en test de camp i paràmetres fisiològics obtinguts en laboratori, en piragüistes adolescents**

## **Correlación entre la marca deportiva obtenida en test de campo y parámetros fisiológicos obtenidos en laboratorio, en piragüistas adolescentes\***

G. Cuesta\*; J.M. Polo\*; S. Padilla\*\*

\* Instituto Municipal del Deporte. Vitoria-Gasteiz

\*\* Instituto Vasco de Educación Física (IVEF)

### **RESUM**

Aquest estudi té com a objectiu descriure paràmetres fisiològics relacionats amb el rendiment esportiu en un grup de piragüistes adolescents.

N'han estat estudiats vint-i-quatre (16 homes, 8 dones) dividits en tres grups en funció de l'edat (P1 = masculí, 14 anys) (P2 = masculí, 13 anys) (P3 = femení, 13-14 anys) i han estat realitzades dues proves (una de laboratori -ergòmetre específic- i una altra de test de camp -100 mts, 1.000 mts i 3.000 mts en caiac).

Hem trobat correlació significativa entre la FC màx assolida en ergòmetre i en el test de 3.000 mts ( $r = 0.99$ ) ( $p < 0.01$ ).

Així mateix s'han obtingut correlacions significatives entre la velocitat màxima en ergòmetre amb el temps realitzat en 100 mts ( $r = 0.93$ ) ( $p < 0.01$ ) i amb el lactat màxim ( $r = 0.72$ ) ( $p < 0.01$ ).

### **RESUMEN**

Este estudio tiene por objetivo describir parámetros fisiológicos relacionados con el rendimiento deportivo en un grupo de piragüistas adolescentes.

Han sido estudiados veinticuatro (16 hombres, 8 mujeres) divididos en tres grupos en función de la edad. (P1 = masculino, 14 años) (P2 = masculino, 13 años) (P = 3 femenino, 13-14 años), realizándose dos pruebas (una de laboratorio -ergómetro específico- y otra test de campo -100 metros, 1.000 metros, 3.000 metros en kayak).

Hemos encontrado correlación significativa entre la FC máx. alcanzada en ergómetro y en el test de 3.000 metros ( $r = 0.99$ ) ( $p < 0.01$ ).

Así mismo se han obtenido correlaciones significativas entre la velocidad máxima en ergómetro con el tiempo realizado en 100 metros ( $r = 0.93$ ) ( $p < 0.01$ ) y con el lactato máximo ( $r = 0.72$ ) ( $p < 0.01$ ).

### **Introducció**

El piragüisme és una especialitat esportiva que requereix una elevada capacitat aeròbica i anaeròbica, determinada per les diferents distàncies de competició (500 m, 1.000 m, 10.000 m). La durada de les competicions van des dels 90 segons (K2, 500 m) fins els 45 minuts (K1, 10.000 m). Això implica la demanda predominant del sistema aerò-

### **Introducción**

El piragüismo es una especialidad deportiva, que requiere una elevada capacidad aeróbica y anaeróbica, determinada por las diferentes distancias de competición (500 m, 1.000 m, 10.000 m). La duración de las competiciones abarcan desde los 90 segundos (K2, 500m) hasta los 45 minutos (K1, 10.000 m). Ello implica la sollicitación predominante

\* Este trabajo ha sido realizado gracias a una beca concedida por el Instituto de Ciencias de la Educación Física y el Deporte.

bic en producció d'ATP, tot i que simultàniament hi hagi una demanda del metabolisme anaeròbic.<sup>22</sup> Aquestes afirmacions estan basades en estudis realitzats que reflecteixen valors de  $VO_2$  màx. molt elevats, per a exercicis d'extremitats superiors,<sup>24, 12 34, 46, 48, 15</sup> així com de valors de potència muscular pròxims a les d'extremitats inferiors<sup>50, 1</sup> concomitants a valors de lactat en sang venosa entre 6-12 mmol.l<sup>-1</sup>.<sup>34, 47, 31</sup>

Exceptuant les distàncies de 500 m, on el component anaeròbic és important (intensitat de cursa al voltant del 115% de la potència màxima aeròbica) totes les altres competicions se situen en valors inferiors a la potència màxima aeròbica. La gran variabilitat de resposta càrdio-respiratòria entre el treball de braços i cames<sup>3, 7, 23</sup> i les característiques singulars del piragüisme (treball muscular de braços i tronc; aplicació de força de manera cíclica; tècnica de palada...) exigeix que la valoració del piragüista passi per l'exploració funcional dels grups musculars específics implicats en aquesta especialitat esportiva.<sup>12</sup> La importància de la valoració de l'esportista en la seva posició de treball i la demanda de grups musculars específics on resideixen tots els efectes de l'entrenament, resulta molt important.<sup>28, 41</sup> La quantificació dels paràmetres aeròbics i anaeròbics ha d'incloure la determinació de la potència màxima aeròbica ( $VO_2$ ), el llindar anaeròbic i la capacitat anaeròbica làctica. Un consum màxim elevat d'origen en exercicis d'extremitats superiors constitueix una característica essencial per al piragüista.<sup>45, 23</sup>

L'objectiu d'aquest estudi ha estat doble: d'una banda l'avaluació d'un tipus d'ergòmetre de Caiac (Modest) com un simulador fidel per a aquesta especialitat esportiva; d'una altra, descriure certs paràmetres fisiològics relacionats amb el rendiment esportiu en un grup de piragüistes adolescents.

## Material i mètodes

### Subjectes

Prengueren part en aquest estudi 24 piragüistes (16 homes i 8 dones) de categoria infantil (13-14 anys) participants en competicions d'alt nivell nacional.

Foren dividits en tres grups:

P1 (nois 14 anys) n = 8

P2 (nois de 13 anys) n = 8

P3 (noies de 13-14 anys) n = 8

Els piragüistes sotmesos a aquest estudi no presentaven malaltia ni estaven subordinats a tractament farmacològic en el període de realització de les proves.

del sistema aeròbic en producció de ATP, aunque simultaneamente exista una demanda del metabolismo anaeròbico.<sup>22</sup> Estas afirmaciones están basadas en estudios realizados que reflejan valores de  $VO_2$  max. muy elevados, para ejercicios de extremidades superiores<sup>24, 12, 34, 46, 48, 15</sup> así como de valores de potencia muscular proximas a las de extremidades inferiores<sup>50, 1</sup> concomitantes a valores de lactato en sangre venosa entre 6-12 mmol.l<sup>-1</sup>.<sup>34, 47, 31</sup>

Exceptuando las distancias de 500 m donde el componente anaeròbico es importante (intensidad de carrera alrededor del 115% de la potencia máxima aeròbica) y de 1.000 (proxima al 106% de la potencia máxima aeròbica) todas las demás competiciones se sitúan en valores inferiores a la potencia máxima aeròbica. La gran variabilidad de respuesta cardiorrespiratoria entre el trabajo de brazos y piernas<sup>3, 7, 23</sup> y las características singulares de piragüismo (trabajo muscular de brazos y tronc; aplicación de fuerza de manera cíclica; técnica de paleo...) exige que la valoración del piragüista pase por la exploración funcional de los grupos musculares específicos implicados en esta especialidad deportiva.<sup>12</sup> La importancia de la valoración del deportista en su posición de trabajo y la sollicitación de grupos musculares específicos donde residen todos los efectos del entrenamiento, resulta muy importante.<sup>28, 41</sup> La cuantificación de los parámetros aeròbicos y anaeròbicos debe de incluir la determinación de la potencia máxima aeròbica ( $VO_2$  max.), el umbral anaeròbico y la capacidad anaeròbica làctica. Un elevado consumo máximo de oxígeno en ejercicios de extremidades superiores constituye una característica esencial para el piragüista.<sup>45, 23</sup>

El objetivo de este estudio ha sido doble: por una parte la evaluación de un tipo de ergòmetre de Kayak (Modest) como un fiel simulador para esta especialidad deportiva y en segundo término describir ciertos parámetros fisiológicos relacionados con el rendimiento deportivo en un grupo de piragüistas adolescentes.

## Material y métodos

### Sujetos

Tomaron parte en este estudio 24 piragüistas (16 hombres y 8 mujeres) de categoria infantil (13-14 años) participantes en competiciones a nivel nacional.

Se dividieron en tres grupos:

P1 (chicos 14 años) n = 8

P2 (chicos 13 años) n = 8

P3 (chicas 13-14 años) n = 8

	EDAD años	TALLA cm.	PESO Kg.	% GRASO	ENVERG BRAZOS cm.
P1	14±0	169±3.3	58.1±4.3	8.4±0.8	172.5±4.4
P2	13±0	162±5.7	51.9±4.8	8.1±1.4	167.3±7.3
P3	13.5±0.5	160±8.2	56.7±7.2	21.1±1.9	163.4±9.7

**Quadre 1.** Valors antropomètrics dels participants en l'estudi.

**Cuadro 1.** Valores antropométricos de los participantes en el estudio.

## Material

L'estatura i l'envergadura de braços ha estat mesurada amb una cinta mètrica, amb precisió d'1 mm. Per a la determinació del pes s'ha utilitzat una balança amb precisió de 100 grams. Els plecs cutanis han estat determinats utilitzant un Calyper Lange Skinfold, mesurant cada plec tres vegades i anotant el valor mitjà. El percentatge gras ha estat obtingut amb la fórmula de Brozek.<sup>8</sup>

S'ha realitzat test de laboratori (ergometria) i test de camp al llarg d'una setmana per a cada grup.

## Mètodes

S'ha realitzat el test de laboratori en un ergòmetre de caiac basat en la resistència de l'aire (model Modest). Aquest ergòmetre permet la tècnica de palada en caiac de manera molt semblant a l'aigua,<sup>31</sup> dotat d'un dispositiu que tradueix automàticament les revolucions a km h<sup>-1</sup> ens permet, així poder quantificar el treball. Un computador digital indica la velocitat en l'ergòmetre, la distància recorreguda, el temps transcorregut així com la velocitat mitjana i màxima obtinguts durant el període de treball. El protocol utilitzat ha estat rectangular progressiu essent la velocitat inicial de 30 km h<sup>-1</sup> els increments de 5 km h<sup>-1</sup>. La durada de les càrregues de treball ha estat de tres minuts i els intervals d'un minut.

El nombre d'estadis de què consta el protocol és de cinc, sent l'últim d'igual durada però d'intensitat màxima per a cada palista (s'ha registrat velocitat pic -Vp- i velocitat mitjana màxima -Vx-). Durant tot el test s'ha registrat la freqüència cardíaca. En acabar cada estadi (durant la pausa), així com en els minuts tres i cinc posteriors a la finalització del

Los piragüistas sometidos a este estudio no presentaban enfermedad ni estaban sometidos a tratamiento farmacológico en el periodo de realización de las pruebas.

## Material

La estatura y envergadura de brazos ha sido medida con una cinta métrica, con precisión de 1 mm. Para la determinación del peso se ha utilizado una balanza con precisión de 100 gramos. Los pliegues cutáneos han sido determinados utilizando un Calyper Lange Skinfold, siendo medido cada pliegue en tres ocasiones y anotando el valor medio. El porcentaje graso se ha obtenido con la fórmula de Brozek.<sup>8</sup>

Se han realizado test de laboratorio (ergometría) y test de campo a lo largo de una semana para cada grupo.

## Métodos

El test de laboratorio se ha realizado en un ergómetro de kayak basado en la resistencia del aire (modelo Modest). Este ergómetro permite la técnica de paleo en kayak de manera muy similar al agua,<sup>31</sup> dotado de un dispositivo que traduce automáticamente las revoluciones a Km h<sup>-1</sup>, permitiéndonos de esta manera poder cuantificar el trabajo. Un computador digital indica la velocidad en el ergómetro, la distancia recorrida, el tiempo transcurrido así como la velocidad media y máxima obtenidos durante el periodo de trabajo. El protocolo utilizado ha sido rectangular progresivo sien-

Vx = Velocitat mitjana màxima  
Velocidad media máxima

Vp = Velocitat pic  
Velocidad pico

Fp = Freqüència de paleo  
Frecuencia de palada

	Vx Km. h <sup>-1</sup>	Vp Km. h <sup>-1</sup>	Fp p.m <sup>-1</sup>	La. Max. mmol.l <sup>-1</sup>	F.C. Max.	Pot Max Watt.
P1	62.6±1.9	67.6±2.6	112±9	9.5±1.0	191±6	180±13
P2	57.4±1.6	63.4±2.6	109±9	8.0±0.8	192±3	145±9
P3	52.9±3.7	56.7±3.9	102±12	7.5±1.0	193±11	125±11

**Quadre 2.** Valors màxims ergomètrics i biològics dels participants en l'estudi.

**Cuadro 2.** Valores máximos ergométricos y biológicos de los participantes en el estudio.

test, s'ha realitzat una presa de mostra de sang capil·lar del lòbul de l'orella prèviament hiperemitzat per a anàlisi de lactacidèmia. La determinació del lactat en sang s'ha realitzat utilitzant el mètode electroenzimàtic, amb microsoma (25 µl) dosificant-lo en un "Lactate Analyzer 640" de Roche Kontron.

En funció del percentatge sobre la F.C. màx. (Fòrmula de Karvonen) s'ha determinat dues càrregues de treball (40 i 45 Km h<sup>-1</sup>) per a les quals aquest percentatge se situa al voltant del 70 i el 85% respectivament, valors obtinguts per diversos autors en zones de treball descrites com a llindar aeròbic i anaeròbic <sup>27, 43, 13</sup> coincidents així mateix amb concentracions de lactat en sang situades en 2 i 3 mmol. l<sup>-1</sup> (resultats personals per al mateix tipus d'exercicis).

S'ha utilitzat cronòmetre i comptapalades marca Nielsen-Kellermann. L'eficàcia de la palada en l'ergòmetre ha estat calculada en funció de la velocitat imposada pel protocol i la freqüència de palada. El registre de la freqüència cardíaca ha estat realitzat amb pulsòmetre Sport-Tester PE-3.000, realitzant posteriorment lectura de la memòria (Interface-Canon X-07).

## Test de camp

Els tests de camp han estat realitzats en el pantà de San Juan (Madrid). La pista es trobava abalisada cada cent metres. Tots els tests han estat realitzats a les 11:00 AM en dies diferents. Les condi-

do la velocitat inicial de 30 Km h<sup>-1</sup> y los incrementos de 5 Km h<sup>-1</sup>. La duracion de las cargas de trabajo ha sido de 3 minutos y los intervalos de 1 minuto.

El numero de estadios de que consta el protocolo es de cinco siendo el último de igual duracion pero de intensidad máxima para cada palista (se ha registrado velocidad pico -Vp- y velocidad media máxima -Vx-). Durante todo el test se ha registrado la frecuencia cardíaca. Al finalizar cada estadio (durante la pausa) asi como en el minuto tres y cinco posteriores a la finalización del test se ha realizado una toma de muestra de sangre capilar del lóbulo de la oreja previamente hiperemizado para análisis de lactacidemia. La determinación del lactato en sangre se ha realizado utilizando el método electroenzimático, con micromuestra (25 µl) dosificándolo en un "Lactate Analyzer 640" de Roche Kontron.

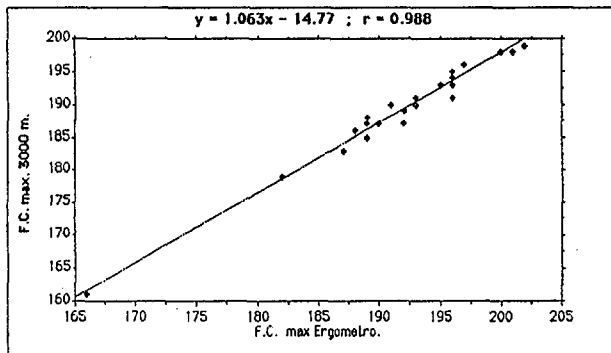
En función del porcentaje sobre la F.C. (Fórmula de Karvonen), se han determinado dos cargas de trabajo (40 y 45 Km h<sup>-1</sup>) para las cuales este porcentaje se situa alrededor del 70 y 85% respectivamente, valores obtenidos por varios autores en zonas de trabajo descrites como umbral aerobico y anaeróbico <sup>27, 43, 13</sup> coincidentes asi mismo con concentraciones de lactato en sangre situadas en 2 y 3 mmol. l<sup>-1</sup> (resultados personales para mismo tipo de ejercicios).

Se ha utilizado cronometro y cuentapaladas marca Nielsen-Kellermann. La eficacia de paleo en el ergometro se ha calculado en función de la velocidad impuesta por el protocolo y la frecuencia de

	Vx Km.h-1	Vp Km.h-1	Fp p.m-1	La Max mmo.l-1	F.C.max	Wattios Max	Tr 100 m	Tr 1000m	Tr 3000m
P1- P2	0.001	0.05	N.S.	N.S.	0.05	0.05	0.001	0.001	0.001
P1- P3	0.001	0.001	N.S.	0.005	0.05	0.05	0.001	0.001	0.001
P2- P3	0.05	0.001	N.S.	N.S.	N.S.	0.05	0.001	0.001	0.001

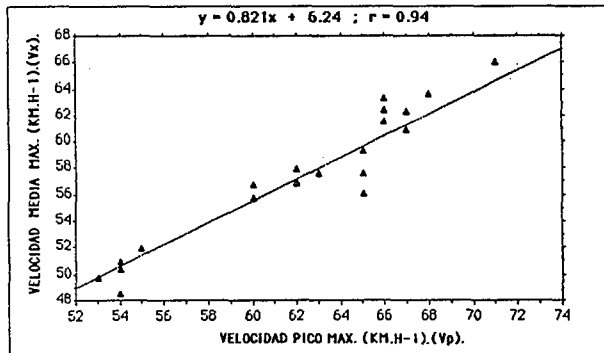
**Quadre 3.** Resum de les diferències trobades entre els grups participants en l'estudi (ANOVA).

**Cuadro 3.** Resumen de las diferencias encontradas entre los grupos participantes en el estudio (ANOVA).



**Gràfica 1.** Correlació entre la F.C. màx. en ergòmetre en relació amb la F.C. màx. obtinguda en una prova de 3.000 m.

**Gráfico 1.** Correlación existente entre la F.C. en ergómetro respecto a la F.C. máx. obtenida en una prueba de 3.000 m.



**Gràfica 2.** Correlació entre la velocitat pic màxima (Vp) en relació amb la velocitat mitjana màxima (Vx) obtingudes en ergòmetre.

**Gráfico 2.** Correlación existente entre la velocidad pico máxima (Vp) respecto a la velocidad media máxima (Vx) obtenidas en ergómetro.

cions climatològiques (temperatura, vent...) han estat semblants en tots els tests. L'embarcació utilitzada ha estat K-1 de competició. S'ha realitzat tests sobre les distàncies de 100 m, 1.000 i 3.000 m.

### Mètode estadístic

S'ha calculat les mitjanes i la desviació estàndard. Així mateix, la comparació entre els grups s'ha realitzat amb el test "t" de Student per a parells de dades, així com l'anàlisi de variances (ANOVA). Les correlacions han estat realitzades seguint el mètode dels mínims quadrats.

### Resultats

Els paràmetres antropomètrics (mitjana i desviació estàndard) queden reflectits al Quadre 1. Al Quadre 2 mostrem els valors màxims ergomètrics i fisiològics obtinguts en el test de laboratori. Al Quadre 3 es mostra les diferències entre els tres grups en relació amb els diferents paràmetres avaluats en el laboratori i en els tests de camp. La freqüència cardíaca màxima obtinguda en el laboratori presenta una correlació de  $r = 0.99$  amb la freqüència cardíaca màxima en el test de 3.000 metres (Gràfica 1,  $p < 0.01$ ). La velocitat mitjana màxima obtinguda en l'ergòmetre (Vx) està relacionada amb la velocitat pic (Vp) (Gràfica 2,  $r = 0.94$ ,  $p < 0.01$ ), així com en els temps realitzats en els tests de camp (100 m, Gràfica 3,  $r = 0.93$ ,  $p < 0.01$ ; 1.000 m, Gràfica 4,  $r = 0.85$ ,  $p < 0.01$ ; 3.000 m, Gràfica 5,  $r = 0.89$ ,  $p < 0.01$ ).

paleo El registro de la frecuencia cardiaca se ha realizado con pulsómetro Sport-Tester PE-3000 realizándose posteriormente lectura de la memoria (Interface-Canon X-07).

### Test de campo

Los test de campo se han realizado en el Pantano de San Juan (Madrid). La pista se encontraba balizada cada 100 metros. Todos los test han sido realizados a las 11:00 AM en días diferentes. Las condiciones climatológicas (temperatura, viento...) han sido similares en todos los test. La embarcación utilizada ha sido K-1 de competición. Se ha realizado test sobre las distancias de 100 m, 1.000 m y 3.000 m.

### Mètode estadístic

Se ha calculado las medias y la desviación Standard. Así mismo, la comparación entre los grupos se ha realizado en el test "t" de Student para pares de datos, así como el análisis de varianza (ANOVA). Las correlaciones se han realizado siguiendo el método de los mínimos cuadrados.

### Resultados

Los parámetros antropométricos (media y desviación Standard) vienen reflejados en el Cuadro 1. En el Cuadro 2 se muestran los valores máximos ergométricos y fisiológicos obtenidos en el test de laboratorio. En el Cuadro 3 se muestran las diferen-



El percentatge de la freqüència cardíaca màxima en el IV estadi (45 Km h<sup>-1</sup>) és de  $78.5 \pm 6.7\%$ . Aquest valor presenta correlacions significatives amb les marques realitzades en els tests de camp ( $r = 0.62$  en 100 m,  $p < 0.01$ ;  $r = 0.64$  en 1.000 m,  $p < 0.01$ ;  $r = 0.74$  en 3.000 m,  $p < 0.01$ ). Això, no obstant el nivell de lactat en aquesta mateixa intensitat d'exercici no té cap correlació amb el rendiment en els tests esmentats. És aquest estadi de treball (IV) on s'obté una eficàcia màxima de palada (metres/palada) per a tots els grups, i no hi ha entre ells diferències significatives ( $P1 = 11.64 \pm 0.79$  m.p-1;  $P2 = 11.36 \pm 1.1$  m.p-1;  $P3 = 10.97 \pm 0.73$  m.p-1; vegeu Gràfiques 6A, 6B, 6C).

La potència màxima ( watts, pes total, kg-1; PWC) ha estat de  $3.00 \pm 0.22$  w. Kg-1 p.t. per a P1;  $2.75 \pm 0.22$  w. Kg-1 p.t. per a P2; i  $2.25 \pm 0.27$  w. Kg-1 p.t. per a P3, trobant diferències significatives entre P1-P3 ( $p < 0.05$ ) i P2-P3 ( $p < 0.05$ ). Expressat aquest paràmete en funció del pes magre (watts Kg-1) els valors han estat de  $3.28 \pm 0.25$  w. Kg-1 per a P1;  $2.98 \pm 0.23$  w. Kg-1 per a P2; i  $2.84 \pm 0.32$  w. Kg-1 per a P3, trobant diferències significatives únicament entre P1-P3 ( $p < 0.05$ ).

Hem trobat correlacions significatives ( $p < 0.01$ ) entre els lactats màxims obtinguts en l'ergòmetre i els test de camp, principalment amb els temps de 100 m ( $r = 0.72$ ), així com amb la velocitat pic ( $r = 0.70$ ).

Els valors mitjans obtinguts per al llindar aeròbic i anaeròbic per al grup estudiat queden reflectits al Quadre 4.

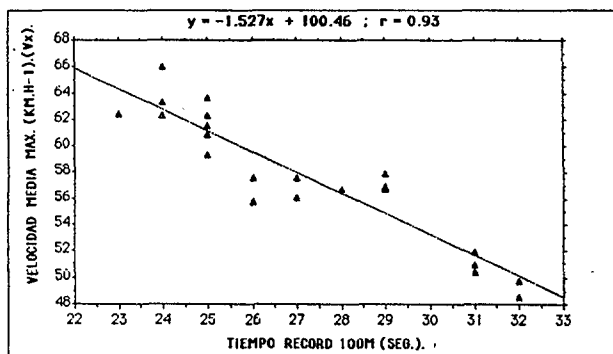
## Discussió

Hem considerat com a índex de capacitat aerò-

cias entre los tres grupos respecto a los diferentes parámetros evaluados en el laboratorio y en los test de campo. La frecuencia cardíaca máxima obtenida en el laboratorio presenta una correlación de  $r = 0.99$  con la frecuencia cardíaca máxima en el test de 3.000 metros (Gráfico 1,  $p < 0.01$ ). La velocidad media máxima obtenida en el ergómetro (Vx) está relacionada con la velocidad pico (Vp) (Gráfico 2,  $r = 0.94$ ,  $p < 0.01$ ), así como con los tiempos realizados en los test de campo (100 m, Gráfico 3,  $r = 0.93$ ,  $p < 0.01$ ; 1.000 m, Gráfico 4,  $r = 0.85$ ,  $p < 0.01$ ; 3.000 m, Gráfico 5,  $r = 0.89$ ,  $p < 0.01$ ).

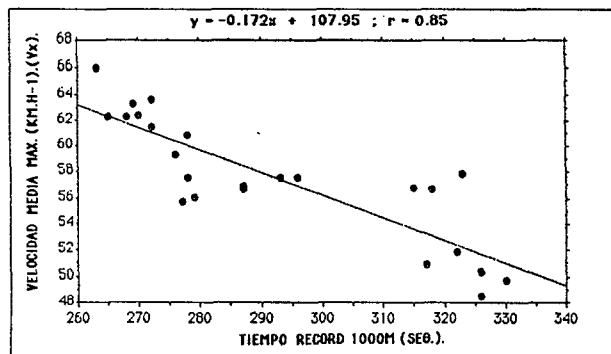
El porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima en el IV estadio (45 Km h<sup>-1</sup>) es de  $78.5 \pm 6.7\%$ . Este valor presenta correlaciones significativas con las marcas realizadas en los test de campo ( $r = 0.62$  en 100 m,  $p < 0.01$ ;  $r = 0.64$  en 1.000 m,  $p < 0.01$ ;  $r = 0.74$  en 3.000 m,  $p < 0.01$ ). Sin embargo, el nivel de lactato en esta misma intensidad de ejercicio no tiene correlación alguna con el rendimiento en los mencionados test. Es en este estadio de trabajo (IV) donde se obtiene una eficacia significativa ( $P1 = 11.64 \pm 0.79$  m p-1;  $P2 = 11.36 \pm 1.1$  m p-1;  $P3 = 10.97 \pm 0.73$  m p-1; ver Gráficos 6A, 6B, 6C).

La potencia máxima (wattios. peso total. Kg-1; PWC) ha sido de  $3.00 \pm 0.22$  w Kg-1 p.t. para P1,  $2.75 \pm 0.22$  w Kg-1 p.t. para P2 y de  $2.25 \pm 0.27$  w Kg-1 p.t. para P3, encontrándose diferencias significativas entre P1 - P3 ( $p < 0.05$ ) y P2 - p3 ( $p < 0.05$ ). Expresando este parámetro en función del peso magro (wattios. Kg-1) los valores han sido de  $3.28 \pm 0.25$  w Kg-1 para P1,  $2.98 \pm 0.23$  w Kg-1 para P2 y de  $2.84 \pm 0.32$  w Kg-1 para P3, encontrándose diferencias significativas únicamente entre P1 - P3 ( $p < 0.05$ ).



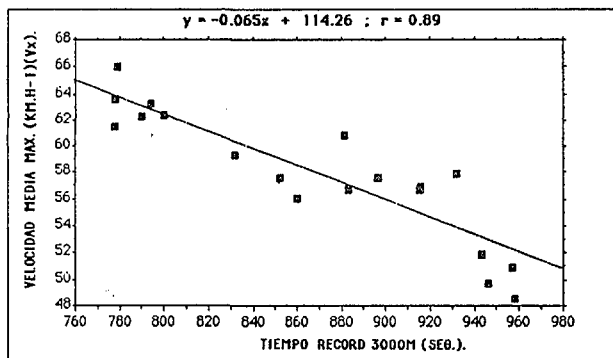
**Gràfica 3.** Correlació entre el temps rècord en 100 metres en relació amb la velocitat mitjana màxima (Vx) obtinguda en ergòmetre.

**Gráfico 3.** Correlación existente entre el tiempo récord en 100 m respecto a la velocidad media máxima (Vx) obtenida en ergómetro.



**Gràfica 4.** Correlació entre el temps rècord en 1.000 metres en relació amb la velocitat mitjana màxima (Vx) obtinguda en ergòmetre.

**Gráfico 4.** Correlación existente entre el tiempo récord en 1.000 metros respecto a la velocidad media máxima (Vx) obtenida en ergómetro.



**Gràfica 5.** Correlació entre el temps rècord en 5.000 metres en relació amb la velocitat mitjana màxima (Vx) obtinguda en ergòmetre.

**Gráfico 5.** Correlación existente entre el tiempo récord en 5.000 metros respecto a la velocidad media máxima (Vx) obtenida en ergómetro.

bica els diferents paràmetres obtinguts a la intensitat del llindar anaeròbic, seguint les indicacions de Bar-Or (1987), ja que el consum màxim d'oxigen en els adolescents no sembla que sigui un paràmetre estretament relacionat amb el rendiment.<sup>33, 5</sup> El percentatge de freqüència cardíaca al llindar anaeròbic (AnT = 79.5% F.C. màx.) presenta correlacions significatives amb els rendiments en els tests de camp especialment amb la marca de 3.000 m ( $r = 0.74$ ,  $p < 0.01$ ). Hem d'esmentar que la freqüència cardíaca (% F.C. màx.) al llindar anaeròbic pot ser un bon índex predictiu de capacitat aeròbica en adolescents, fet ja mostrat per Wolf i col. (1986). Hem trobat freqüències cardíques superiors a intensitats submàximes en el grup de noies, observació que coincideix amb les publicades per diferents autors.<sup>4, 21, 2</sup>

Això no obstant, la intensitat d'exercici (Km h<sup>-1</sup> en ergòmetre) determinada a la concentració d'àcid làctic de 3 (AnT) i 4 mmol. l<sup>-1</sup> (OBLA) respectivament no mostren relació amb els tests de camp (1.000 m i 3.000 m), fet possiblement originat per l'escàs nombre de càrregues de treball de què consta el nostre protocol, així com per la seva relativa baixa intensitat, cosa que comporta realitzar una intrapolació entre punts dispersos en una zona on el pendent és gran.

Aquesta forma de protocol origina que les intensitats corresponents a 4 mmol. l<sup>-1</sup> no significativament diferents entre els grups (les velocitats mitjanes determinades per als 4mmol. l<sup>-1</sup> per als grups són: P1 = 48.1 ± 3.5; P2 = 49.1 ± 1.1; P3 = 47.8 ± 1.8 Km h<sup>-1</sup> respectivament), diferentment de les marques en els tests de camp. Els valors de per-

Hemos encontrado correlaciones significativas ( $p < 0.01$ ) entre los lactatos máximos obtenidos en el ergómetro y los test de campo, principalmente con los tiempos de 100 m ( $r = 0.72$ ), así como con la velocidad pico ( $r = 0.70$ ).

Los valores medios obtenidos para el umbral aeróbico y anaeróbico para el grupo estudiado se reflejan en el Cuadro 4.

## Discusión

Hemos considerado como índice de capacidad aeróbica, los diferentes parámetros obtenidos a la intensidad del umbral anaeróbico, siguiendo las indicaciones de Bar-Or (1987) ya que el consumo máximo de oxígeno en los adolescentes no parece ser un parámetro estrechamente relacionado con el rendimiento.<sup>33, 5</sup> El porcentaje de frecuencia cardíaca al umbral anaeróbico (AnT = 79.5% F.C. máx.) presenta correlaciones significativas con los rendimientos en los test de campo especialmente con la marca en 3.000 m ( $r = 0.74$ ,  $p < 0.01$ ). Debemos de mencionar que la frecuencia cardíaca (% F.C. máx.) al umbral anaeróbico puede ser un buen índice predictivo de capacidad aeróbica en adolescentes, hecho ya mostrado por Wolfe y col. (1986). Hemos encontrado frecuencias cardíacas superiores a intensidades submáximas en el grupo de chicas, observación coincidente con las publicadas por distintos autores.<sup>4, 21, 2</sup>

Sin embargo, la intensidad del ejercicio (Km.h<sup>-1</sup> en ergómetro) determinada a la concentración de ácido láctico de 3 (AnT) y 4 mmol.l<sup>-1</sup> (OBLA) respectivamente no muestran relación con los test de campo (1000 m. y 3000 m.) hecho posiblemente originado por el escaso número de cargas de trabajo de que consta nuestro protocolo así como de su relativa baja intensidad, lo que conlleva a realizar una intrapolación entre puntos dispersos en una zona donde la pendiente es grande.

Esta forma de protocolo origina que las intensidades correspondientes a 4 mmol.l<sup>-1</sup> no sean significativamente diferentes entre los grupos (las velocidades medias determinadas para los 4 mmol.l<sup>-1</sup> para los grupos son: P1 = 48.1 ± 3.5; P2 = 49.1 ± 1.1; P3 = 47.8 ± 1.8 Km h<sup>-1</sup> respectivamente) no así las marcas en los test de campo. Los valores de porcentaje F.C. máx., concentración de ácido láctico y porcentaje de P.M.A. en las zonas del umbral aeróbico y anaeróbico coinciden con los publicados por otros autores.<sup>9, 39, 35</sup>

Si reflejamos la intensidad de trabajo para el AeT y AnT en función de la potencia pico obtenida en el ergómetro vemos que obtenemos valores inferiores a los determinados en función de la velocidad media máxima, debido a que la potencia pico es ligeramente supramaximal. De los datos reflejados

centatge F.C. màx., concentració d'àcid làctic i percentatge de P.M.A. en les zones del llindar aeròbic i anaeròbic coincideixen amb els publicats per altres autors.<sup>9, 39, 35</sup>

Si reflectim la intensitat de treball per a l'AeT i l'AnT en funció de la potència pic obtinguda en l'ergòmetre, veiem que tenim valors inferiors als determinats en funció de la velocitat mitjana màxima, perquè la potència pic és lleugerament supra-maximal. De les dades reflectives al Quadre 4 cal destacar la relació entre la intensitat de l'exercici i la freqüència de palada. Així, el 59% de freqüència de palada correspondria al llindar aeròbic i el 66% al llindar anaeròbic; resultats molt semblants als publicats per Cezard i col. (1981).

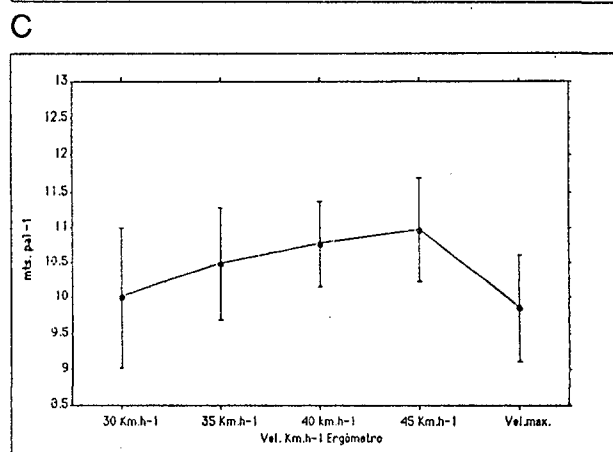
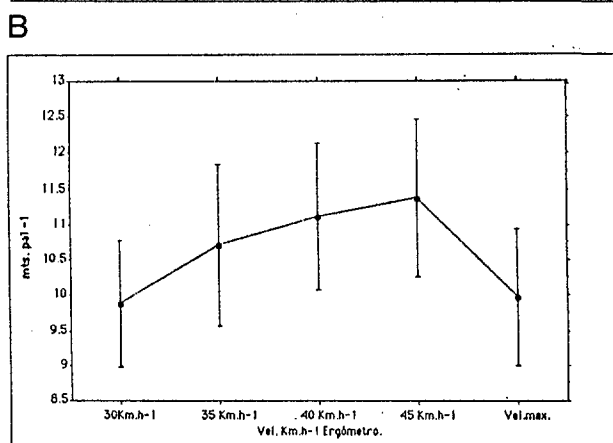
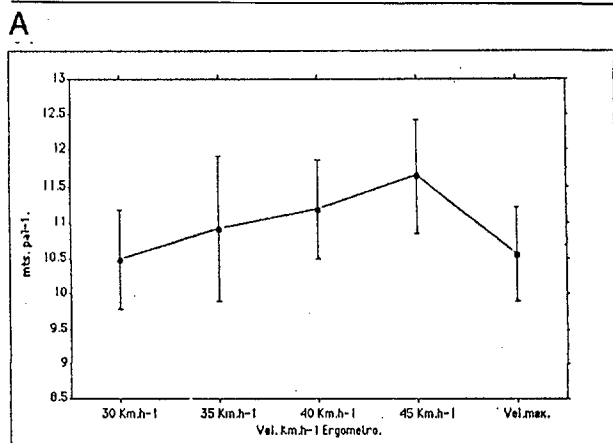
S'ha trobat diferències significatives entre els grups estudiats, tant per als rendiments en el test de camp com per als paràmetres de potència aeròbica i anaeròbica estudiats en el laboratori (Vx i Vp). Aquest fet pot reflectir la validesa de les dades obtingudes en l'ergòmetre a l'hora de realitzar la valoració funcional.

No hi ha diferències en la freqüència de palada però, tanmateix, hi ha diferències quant a potència màxima (watts màx.), fet que denota un component més elevat de potència muscular en P1 que en P2 i P3, així com en P2 en relació amb P3. Així mateix, hi ha una potència relativa (watts Kg<sup>-1</sup> pes total) significativament inferior en el grup de les noies (entre P1 - 3 així com P2 - P3,  $p < 0.05$ ), observació citada per Levine i col. (1987) (Quadres 6A, 6B, 6C). Les diferències observades anteriorment disminueixen si el valor fa referència al pes magre (watts Kg<sup>-1</sup> pes magre, només significativament inferior entre P1 - P3,  $p < 0.05$ ).

Hi ha una correlació més gran entre els resultats de potència màxima obtinguda en el laboratori i l'obtinguda en els tests de camp en relació amb l'alçada que no pas si ho expressem en funció del pes, com ja ho han comentat Durant i col. (1983) i Bar-Or (1989).

Els lactats màxims obtinguts en aquest estudi són lleugerament inferiors als obtinguts per altres autors per a subjectes adults<sup>10, 34, 31</sup> i superiors als publicats per Tesch i Lindeberg (1984). Els valors baixos de La màx. poden ser indicatius d'una menor capacitat anaeròbica en relació amb els adults, justificada en una menor activitat de la PFK relacionada amb la maduració sexual<sup>17, 40</sup> i en els menors utilització i dipòsit de glucogen.<sup>18, 19, 25</sup> La diferència de lactat màxim entre P1 i P3, observació ja esmentada per diversos autors,<sup>29, 36</sup> pot estar, en el nostre cas, motivada per la menor disposició física d'aquest darrer grup, ja que l'entrenament millora la capacitat glucolítica.<sup>16, 17, 20</sup>

L'ergòmetre de Caiac (model Modest) reproduceix de manera molt similar la tècnica de palada en l'aigua així com el tipus de resposta fisiològica



**Gràfica 6.** Representació de l'eficàcia de palada en ergòmetre (metres/palada) per als tres grups estudiats (A = P1, B = P2, C = P3).

**Gráfico 6.** Representación de la eficacia de palada en ergómetro (metros/palada) para los tres grupos estudiados (A = P1, B = P2, C = P3).

en el Cuadro 4 destacar la relación entre la intensidad del ejercicio y la frecuencia del paleo. Así el 59% de frecuencia de paleo correspondería al umbral aeróbico y el 66% con el umbral anaeróbico,



en el piragüista. Aquesta observació, ja realitzada per Larsson i cols. (1987) és corroborada per les dades obtingudes en el nostre estudi: relació de  $r = 0.99$  ( $p < 0.01$ ) entre la freqüència cardíaca màxima obtinguda en ergòmetre i l'obtinguda en test de 3.000 m, potència màxima desenvolupada en l'ergòmetre respecte a les marques (T 100 m,  $r = 0.89$ ,  $p < 0.01$ ; T 1.000 m,  $r = 0.83$ ,  $p < 0.01$ ; T 3.000 m,  $r = 0.91$ ,  $p < 0.01$ ) així com les correlacions existents entre els tres índexs d'activitat anaeròbica del piragüista ( $Vp-T$  100 m,  $r = 0.91$ ,  $p < 0.01$ ;  $Vp-La$  màx.,  $r = 0.70$ ,  $p < 0.01$ ; T 100 m  $-La$  màx.,  $r = 0.72$ ,  $p < 0.01$ ).

Els resultats anteriors no permetran l'extrapolació dels valors de F.C. obtinguts en l'ergòmetre per a l'aplicació de programes d'entrenament com ho han fet ja alguns autors.<sup>49, 15, 38, 26</sup>

La potència màxima obtinguda en dos minuts (calculada en funció de la velocitat mitjana màxima sobre 2 minuts i considerada per nosaltres com a Potència Màxima Aeròbica) ha presentat diferències significatives per als tres grups ( $p < 0.05$ ), sent els nostres valors ( $P1 = 180 \pm 13$ ;  $P2 = 145 \pm 9$ ;  $P3 = 125 \pm 11$  watts respectivament) inferiors als trobats per a caiaquistes homes 275 W;<sup>47</sup> 250 – 300 W;<sup>31</sup> 245 W;<sup>15</sup> 280 W (resultats personals) i dones 170 W<sup>47</sup> d'elit.

El nombre de càrregues de treball d'aquest protocol no ens ha permès establir la correlació entre la intensitat corresponent a l'OBLA i les marques realitzades en els tests de camp (3.000 m), cosa per la qual creiem convenient incrementar el nombre de càrregues per poder determinar amb més sensibilitat aquesta intensitat. L'interès que presenta el coneixement d'aquest paràmetre ve donat per l'estreta correlació que presenta amb rendiments en proves a predominança aeròbica.<sup>42, 30, 44, 37</sup>

resultados muy similares a los publicados por Ce-zard y col. (1981)

Se han encontrado diferencias significativas entre los grupos estudiados, tanto para los rendimientos de test de campo como para los parámetros de potencia aeróbica y anaeróbica estudiados en el laboratorio ( $Vx$  y  $Vp$ ). Este hecho puede reflejar la validez de los datos obtenidos en el ergómetro a la hora de realizar la valoración funcional.

No se muestran diferencias en la frecuencia de paleo existiendo, sin embargo, diferencias en cuanto a potencia máxima (Wattios max.), hecho que denota un mayor componente de potencia muscular en P1 respecto de P2 y P3, así como de P2 respecto de P3. Así mismo existe una potencia relativa (Wattios. Kg-1 peso total) significativamente inferior en el grupo de las chicas (entre P1-P3 así como P2-P3), ( $p < 0.05$ ) observación citada por Levine y col. (1987) (Cuadros 6A, 6B, 6C). Las diferencias observadas anteriormente disminuyen si el valor hace referencia al peso magro (Wattios Kg-1) peso magro, sólo significativamente inferior entre P1-P3, ( $p < 0.05$ ).

Existe una mayor correlación entre los resultados de potencia máxima obtenidas en el laboratorio y los test campo en relación con la altura que si lo expresamos en función del peso como ya lo han mencionado Durant y col. (1983) y Bar-Or (1989).

Los lactatos máximos obtenidos en este estudio son ligeramente inferiores a los obtenidos por otros autores para sujetos adultos<sup>10, 34, 31</sup> y superiores a los publicados por Tesch y Linderberg (1984). Los valores bajos de  $La$  máx. pueden ser indicativos de una menor capacidad anaeróbica respecto a los adultos justificada en una menor actividad de la PFK relacionado con la maduración sexual,<sup>17, 40</sup> y en la menor utilización y depósito de glucógeno.<sup>18, 19, 25</sup> La diferencia del lactato máximo entre P1 y P3, observación ya citada por varios autores<sup>29, 36</sup> puede estar motivada en nuestro caso por el menor acondicionamiento físico de este último grupo ya que el entrenamiento mejora la capacidad glucolítica.<sup>16, 17, 20</sup>

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. (1987) viene corroborada por los datos obtenidos en nuestro estudio: relación de  $r = 0.99$ , ( $p < 0.01$ ) entre la frecuencia cardíaca máxima obtenida en ergómetro y la obtenida en test de 3.000 m, potencia máxima desarrollada en el ergómetro respecto a las marcas (T 100 m,  $r = 0.89$ ,  $p < 0.01$ ; T 1.000 m,  $r = 0.83$ ,  $p < 0.01$ ; T 3.000 m,  $r = 0.91$ ,  $p < 0.01$ ) así como las correlaciones existentes entre los tres índices de actividad anaeróbica del piragüista ( $Vp-T$  100 m.,  $r = 0.91$ ,  $p < 0.01$ ;  $Vp-La$  máx.,  $r = 0.70$ ,  $p < 0.01$ ; T 100m  $-La$  máx.,  $r$

= 0.72,  $p < 0.01$ ).

Los anteriores resultados nos van a poder permitir la extrapolación de los valores de F.C. obtenidos en el ergómetro para la aplicación de programas de entrenamiento como lo han hecho ya algunos autores. <sup>49, 15, 38, 26</sup>

La potencia máxima obtenida en dos minutos (calculada en función de la velocidad media máxima sobre 2 minutos y considerada por nosotros como Potencia Máxima Aeróbica) ha presentado diferencias significativas para los tres grupos ( $p < 0.05$ ), siendo nuestros los valores ( $P1 = 180 \pm 13$ ;  $P2 = 145 \pm 9$ ;  $P3 = 125 \pm 11$  wattios respectivamente) inferiores a los hallados para kayakistas hombres  $275 \text{ W}$  <sup>47</sup>;  $250 - 300 \text{ W}$  <sup>31B</sup>;  $245 \text{ W}$  <sup>15</sup>;  $280 \text{ W}$  (resultados personales) y mujeres  $170 \text{ W}$  <sup>47</sup> de élite.

El número de cargas de trabajo de este protocolo no nos ha permitido establecer correlación entre la intensidad correspondiente al OBLA y las marcas realizadas en los test de campo (3.000 m.) por lo que creemos conveniente incrementar el número de cargas para poder determinar con mayor sensibilidad dicha intensidad. El interés que presenta el conocimiento de este parámetro viene dado por la estrecha correlación que presenta con rendimientos en pruebas a predominancia aeróbica. <sup>42, 30, 44, 37</sup>

---

## Bibliografía

---

1. ARMAND, J.C.: Surveillance médicale de l'entraînement d'une équipe de canoe-kayak de haut niveau de performance. Paris ouest, M.D. Thesis, 1983.
2. ASTRAND, P.O.: Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age. Munksgaard, Copenhagen, 1952.
3. ASTRAND, P.O.; SALTIN, B.: Maximal oxygen uptake and heart rates in various types of muscular activity. *Journal of Applied Physiology*, 16: 977-981, 1961.
4. BAR-OR, O.; SEPHARD, R.J.; ALLEN, C.L.: Cardiac output of 10-to 13-year-old boys and girls during submaximal exercise. *Journal of Applied Physiology* 30: 219-223, 1971.
5. BAR-OR, O.: A commentary to children and fitness: A public health perspective. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 58: 304-307, 1987.
6. BAR-OR, O.; PATE, R.R.; SHEPARD, R.J.: Characteristics of Physical Fitness in Youth. *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine* vol. 2. Youth, Exercise, and Sport: pag. 43, 1989.
7. BERG, U.; KANSTRUNP, I.L.; EKBLUM, B.: Maximal oxygen uptake during exercise with various combinations of arm and leg work. *Journal of Applied Physiology* 41: 191-196, 1976.
8. BROZEK, J.; GRANDE, F.; ANDERSON, J.T.; and KEYS, A.: Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 110: 113-140, 1963.
9. CAIOZZO, V.J.; DAVIS, J.A.; ELLIS, J.F.; AZUS, J.L.; VANDRAGRIFF,.; PRIETTO, C.A.; MC MASTER, W.C.: A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. *J. Appl. Physiol: Respirat, Environ, Exercise Physiol.* 53 (5): 1184-1189, 1982.
10. CERMAK, J.; KUTA I PARIZKOVA, J.: Some predispositions for top performance in speed canoeing and their changes during the whole year training program-

- me. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 15: 243-251, 1975.
11. CEZARD, J.P.: Elements de programmation de l'entrainement, athletes de haut niveau course en ligne. Bulletin technique FFCK n° 35, 1981.
  12. DAL MONTE, A.: Analysis of Physical capacity in sport and methods of functional evaluation. Int. Symposium Sportmed., Teheran 1974.
  13. DAVIS, J.A.; VODAK, P.; WILMORE, J.H.; VODAK, J.; KURTZ, P.: Anaerobic threshold and maximal aerobic power for three modes of exercise. *Journal of Applied Physiology* 41: 544-550, 1976.
  14. DURANT, R.H.; DOVER, E.V.; ALPERT, B.S.: An evaluation of five indices of physical working capacity in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 15: 83-87, 1983.
  15. ECLACHE, J.P.; BENEZIT, C.; BAULDRY, M.: La determination de l'aptitude bioenergetique chez les athletes des equipes nationales pratiquant le Canoe-Kayak. Bulletin Technique n° 43 p. 1-8, 1986.
  16. ERIKSSON, B.O.; KARLSSON, J.; SALTIN, B.: Muscle metabolites during exercise in pubertal boys. *Acta Paediatr Scand (Suppl.)* 217: 154-157, 1971.
  17. ERIKSSON, B.O.: Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11-13 year old boys. *Acta Physiologica Scandinavica (Suppl.)* 384: 1-48, 1972.
  18. ERIKSSON, B.O.; SALTIN, B.: Muscle metabolism during exercise in boys aged 11 to 16 years compared to adults. *Acta Paediatr. Belg.* 28 (Suppl.): 257-265, 1974.
  19. ERIKSSON, B.O.: Muscle metabolism in children a review. *Acta Paediatr Scand Suppl* 283: 20-27, 1980.
  20. FOURNIER, M.; RICCI, J.; TAYLOR, A.W. y COL.: Skeletal muscle adaptation in adolescent boys: sprint and endurance training and detraining. *Med Sci Sports Exercise* 14: 453-456, 1982.
  21. GODFREY, S.; DAVIES, C.T.M.; WOZNAK, E.; BARNES, C.A.: Cardio-respiratory response to exercise in normal children. *Clin. Sci.* 40: 419-431, 1971.
  22. GOLLNICK, P.D.; HERMANSEN, L.: Biochemical adaptations to exercise: Anaerobic metabolism. A: Exercise and sports sciences reviews. Edited by J.H. Wilmore, 1-39, 1973.
  23. HELLER, J.; BUNC, V.; NOVAK, J.; KUTA, I.: A comparison of bicycle, paddling and treadmill spirometry in top paddlers. In: Löllgen H & Mellerowicz H (Eds) *Progress in ergometry: quality control and test criteria*, p. 236-241, Springer, Berlin, 1984.
  24. HOLLMANN, W.; HECK, H.: Herzleistungsfähigkeit und Sport. *Arztl. Fortbildung* 1: 62 1971.
  25. KARLSSON, J.: Muscle ATP, CP and lactate in submaximal and maximal exercise. A: Pernow B, Saltin B (eds.) *Muscle Metabolism During Exercise*. Plenum Press, Nova York, pp. 383-393, 1971.
  26. KARVONEN, J.; VUORIMAA, T.: Heart Rate and Exercise Intensity During Sports Activities. *Sport Medicine* 5: 303-312, 1988.
  27. KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J.: The significance of the aerobic-anaerobic transition for determination of work load intensities during endurance training. *European Journal Physiology* 42: 25-34, 1979.
  28. KLAUSEN, K.; SECHER, N.H.; CLAUSEN, J.P.; HARTLING, O.; TRAPJENSEN, J.: Central and regional circulatory adaptations one-leg training. *Journal of Applied Physiology* 52: 976-983, 1982.
  29. KOMI, P. V.; KARLSSON, J.: Skeletal muscle fibre types, enzyme activities and physical performance in young males and females. *Acta Physiologica Scandinavica* 103: 210-218, 1978.
  30. KOMI, P.V.; ITO, A.; SJODIN, B.; KARLSSON, J.: Muscle metabolism, lactate breaking point and biochemical features of endurance running. *Int. J. Sports Med.* 2: 148-153, 1981.
  31. LARSSON, B.; LARSEN, J.; MODEST, R.; SERUP, B.; SECHER, N.H.: A new kayak ergometer. Exercise Physiology Unit and Department of Anesthesia, Rigshospitalet, University of Copenhagen, Dinamarca, 1987.
  32. LEVINE, L.; FALKEL, J.E; and SAWKA, M.N.: Upper to lower body strength ratio comparisons between men and women. Communication 35th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine. 1988.
  33. MAYERS, N.; GUTIN, B.: Physiological characteristic of elite prepuberal cross-country runners. *Med. Sci. Sports* 11: 172-176, 1979.
  34. MELIN, B.; PRIGENT, J.Y.; QUARD, S.; KOECHLIN, E.; ECLAQUE, J.P.: Etude de la contrainte energetique du Slalom en Canoe-Kayak. Bulletin de l'Association de Sport Biologique (Lyon) Oct/Nov/Dec, 1-16, 1982.
  35. NIYE, S.: Monitoring Workouts with hearth rate. *Swimming Technique/Agost-October*: 25-29, 1987.
  36. NYGAARD, E.: Skeletal muscle fibre characteristics in young women. *Acta Physiologica Scandinavica* 112: 299-304, 1981
  37. PADILLA, S.; DORMOIS, D.; DENIS, C.; LACOUR, J.R.: Capacidad aerobia y anaerobia en corredores de medio fondo. Relaciones con la marca de 1.500 mts. en pista. (Sotmès a publicació, revista de l'ICEF), 1989.
  38. PARKOUSE, W.S.; MCKENZIE, D.C.; RHODES, E.C, DUNWOODY, D.; WILEY, P.: Cardiac Frequency and anaerobic threshold. *Eur. J. Appl. Physiol.* 50: 117-127, 1982.
  39. RUSKO, H.; LUTHANEN, P.; RAHKILA, P.; VIITASALO, J.; REHUNEN, S. AND HARKONEN, M.: Muscle metabolism, blood lactance and oxygen uptake in steady state exercises at aerobic and anaerobic threshold. *European Journal Of Applied Physiology* 55: 181-186, 1986.
  40. SALTIN, B.; GOLLNICK, P.D.: Skeletal muscle adaptability: significance for metabolism and performance. In peachey et al. (Eds.) *Handbook of physiology, skeletal muscle*. Section 10, pp 555-631, American Physiological Society, Williams and Wilkins. Baltimore, 1983.
  41. SINOWAY, L.; SHENBERGER, J.; WILSON, J.; MCLAUGHLIN, D.; MUSCH, T. AND ZELIS, R.: A 30-day forearm work protocol increases maximal forearm blood flow. *Journal of Applied Physiology* 62, 1063-1067, 1987.
  42. SJODIN, B.; JACOBS, I.: Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int. J. Sports Med.* 2: 23-26, 1981.
  43. SKINNER, J.S.; MCLENNAN, T.H.: The transition from aerobic to anaerobic metabolism. research quarterly for Exercise and Sport 51: 234-248, 1980.
  44. SVEDENHAG, J.; SJODIN, B.: Maximal and submaxi-

- mal oxygen uptakes and blood lactate levels in elite middle and long distance runners. *Int. J. Sports. Med.* 5: 255-261, 1984.
45. TESCH, P.; PIELH, K.; WILSON, G.; KARLSSON J.: Physiological investigations of Swedish elite canoe competitors. *Medicine and Science in Sports* 8: 214-218, 1976.
  46. TESCH, P.A.: Physiological characteristics of elite kayak paddlers. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences* 8: 87-91, 1983.
  47. TESCH, P.; LINDERBERG, S.: Blood lactate accumulation during arm exercise in World class kayak paddlers and strength-trained athletes. *European Journal of Applied Physiology* 52: 441-445, 1984.
  48. TESCH, P.; KARLSSON, J.: Muscle fiber type and size in trained and untrained muscles of elite athletes. *Journal of Applied Physiology* 59: 1716-1720, 1985.
  49. VANDER, L.B.; FRANKLIN, B.A.; WRISLEY, D.; RUBENFIRE, M.: Cardiorespiratory Responses to Arm and Leg Ergometry in Women. *Phys sportsmed* 5 (Maig): 101-106, 1984.
  50. VANDEWALLE, H.; PERES, G.; MONOD, H.: Relation force-vitesse lors d'exercices cycliques réalisés avec les membres supérieurs. *Motricité Humaine* 2 (Des): 22-25. 1983.
  51. WOLFE, R.R.; WASHINGTON, R.; DABERKOW, E.; MURPHY, J.R.; AND BROMMEL, H.L.: Anaerobic threshold as a predictor of athletic performance in prepubertal female runners. *American Journal of Diseases of Children* 140: 922-924, 1986.