

# Importancia del estudio ergo-gasométrico de un equipo y su aplicación en los planes de entrenamiento

DR. AUGUSTO CASTELLÓ.

DR. JOSÉ ESTRUCH.

## 1. — INTRODUCCION

Este trabajo se ha realizado gracias a la colaboración ofrecida por la Escuela Nacional de Vela de Palamós (Gerona), cuyos regatistas más destacados han sido sometidos periódicamente a control médico deportivo. La finalidad del mismo ha sido valorar las condiciones fisiológicas de los regatistas al inicio del período de entrenamiento y nuevo control al cabo de seis meses, enviando un informe al director técnico de la Escuela para conseguir la colaboración, regatista, entrenador y médico. De esta forma el trabajo de investigación médica puede plasmarse en el trabajo que se realiza con el entrenamiento, introduciendo las modificaciones necesarias tanto a nivel individual como colectivo o de grupo.

## 2. — DATOS GENERALES

Consideramos interesante ofrecer unos datos generales derivados de la anamnesis y del fichero general del C. I. M. D.

*Número de fichas y controles médicos realizados:*

- número de fichas de vela: 78
- número total de fichas: 3.000
- que representa un 2,6 %

A pesar de que existen muchos deportistas practicantes de la vela, tenemos poca élite de-

portiva en relación con otras especialidades como natación, atletismo, etc.

De las 78 fichas de regatistas, en total se han efectuado 187 controles, cuyo análisis es el siguiente:

- con una revisión: 36
- con dos revisiones: 12
- con tres revisiones: 30

Esto quiere indicar que tenemos un buen control médico sobre los regatistas de élite ya que casi un 50 % se somete a control permanente mientras está en el equipo nacional. Los casos de un solo control se deben a que antes de entrar en la Escuela se hace una selección previa sobre un grupo más amplio, que implica un control médico, y no consiguen ingresar en la misma.

## PROCEDENCIA

De poblaciones del litoral: 74  
66 de la costa mediterránea  
2 de la costa cantábrica  
6 de la costa canaria  
De poblaciones del interior: 1  
1 de Castilla.  
Sudamericanos: 3

## AMBIENTE DEPORTIVO

Nos encontramos que 59 % no tiene antecedentes deportivos en la familia, 41 % con antecedentes y lo curioso del caso es que de éstos, sólo un 25 % tiene antecedentes familiares en la práctica de la vela. No es pues muy determinante el ambiente familiar en relación con la élite.

### PROFESION:

- el 91 % son estudiantes
- el 7 % profesiones liberales
- el 1 % empleados.

Como en la mayoría de deportistas, son jóvenes en edades comprendidas entre los 16 y 23 años, están en períodos de estudios y después de los mismos, dedicándose a su profesión universitaria han de dejar el deporte de alta competición por no tener las horas suficientes para dedicarse al entrenamiento, y entonces siguen practicándolo como aficionados a nivel de club, en los tiempos libres.

### AMBIENTE SOCIAL:

- 20 % clase social alta
- 70 % clase social media
- 10 % clase social baja.

La clase media es la que suele nutrir la mayoría de deportes, cuando se requiere una dedicación y un sacrificio. Destaca que debido a las posibilidades de tener unas Escuelas Nacionales de Vela influye poco el nivel social alto, especialmente por el elevado coste de las embarcaciones. Hoy día, a través de los clubs y de las Escuelas de Vela, es fácil practicar este deporte y destacar en el mismo si se tiene afición y entrega.

## 3. — MATERIAL Y METODO

Se ha realizado el control médico deportivo de 15 regatistas de la Escuela Nacional de Vela, y que comprendía las fichas de Exploración de Base, de Biometría, de Cardiología y especialmente el examen funcional con Cicloergometría y control Gasométrico, mediante el sistema ergo-analizador MINJHART. La prueba de esfuerzo consiste en realizar un trabajo maximal mediante el cicloergómetro de resistencia electromagnética iniciando con 100 watos y cada 3 minutos un aumento de 50 watos hasta alcanzar una frecuencia cardíaca de alrededor de las 180 pulsaciones, generalmente esto se alcanza en los 250 watos. En último extremo aplicamos el sistema parabólico, alcanzándose así incluso los 350 watos. El aparato nos determina hasta 16 datos, 8 obtenidos directamente: frecuencia respiratoria, delta de oxígeno, delta de CO<sub>2</sub>, volumen espiratorio por minuto STPD (seco) y

BTPS (saturado), carga de trabajo en watos, número de pedaladas por minuto y frecuencia cardíaca, y 8 a través de computadora: consumo de O<sub>2</sub> corregido, volumen de O<sub>2</sub> por minuto, volumen corriente, cociente respiratorio, pulso de O<sub>2</sub>, watos por sístole, watos por litro de O<sub>2</sub> y equivalente respiratorio. La máquina nos informa cada minuto de las modificaciones producidas durante el trabajo y lo inscribe numéricamente en un registrador. Los regatistas fueron controlados en el mes de noviembre, inicio de la temporada de entrenamiento y a los seis meses de trabajo con el fin de mejorar la condición física general, además del entrenamiento específico de la vela.

## 4. — RESULTADOS OBTENIDOS

### a) Promedio de datos generales:

Edad	21,7 ± 3,1
Peso	71,2 ± 10,6
Frecuencia cardíaca reposo	62 ± 15
Frecuencia cardíaca máxima (250 w.)	170 ± 17

Comentando estos datos podemos indicar que se trata de un equipo joven por el promedio de su edad; el peso es el propio de individuos atléticos, normalmente musculados; el pulso en reposo refleja una cierta vagotonía, aunque en algunos individuos las operaciones del control médico les originan taquicardia emocional, y el pulso máximo 170 pulsaciones, después de realizar durante 12 minutos un trabajo progresivo de hasta 250 watos.

b) *Datos gasométricos* registrados que se consideran de mayor interés para la valoración de la capacidad de rendimiento de los regatistas. Además estos datos son comparados con los trabajos realizados por ASTRAND y por los obtenidos en el C. I. M. D. como promedio de deportistas de élite.

En el estudio comparativo destaca los excelentes valores publicados por ASTRAND incluso en relación con los registrados por el C. I. M. D. de Barcelona en atletas de élite. Ello nos hace pensar que ASTRAND ha trabajado con buenos atletas de una gran capacidad funcional e incluso de una biotipología excelente.

	A S T R A N D			C . I . M . D.			
	No depor- tistas.	Elite deportiva	Vela	Elite de portiva	VELA		
					antes del en- trenam.	6 meses entrena- miento.	modifi- caciones
V.C.	1.800	3.100	2.800	2.800	2.380	2.446	+ 0,086
V.E. (BTPS) l/mm.	50	136	128	116	78,3	126	+ 47,7
VO <sub>2</sub> l/mm.	2,3	4,3	3,8	3,8	3,1	4,1	+ 1
VO <sub>2</sub> max l/mm.	2,8	5,5	5,1	4,2	3,7	4,4	+ 0,7
VO <sub>2</sub> /Kg/mm. ml/mm.	30	55	49	58	45	55	+ 10
VO <sub>2</sub> Mx/Kg/mm. ml/mm	36	68	63	62	52,8	59,5	+ 6,7

Los regatistas en el control inicial ofrecieron unos datos gasométricos discretos, bajos en relación con el promedio nuestro, y como es lógico también muy bajos en relación con los promedios de ASTRAND. Después de 6 meses de entrenamiento los datos recogidos han mejorado mucho, las modificaciones han sido notables y efectivamente encontramos datos similares a los de ASTRAND. Especialmente ha mejorado el consumo de oxígeno (de 3,1 litros a 4,1 litros) y el Volumen espiratorio por minuto (BTPS) que de 78,3 litros ha pasado a 126 litros.

Para la valoración, de momento y hasta no poseer datos propios de referencia, utilizamos las tablas de ASTRAND que relaciona el consumo de oxígeno máximo con los kilos de peso expresado en ml: VO<sub>2</sub>Mx/kg/mn. Según dicho autor la valoración es la siguiente:

Hombres	Mujeres	Calificación
— de 30	— de 21	Muy mala
De 30 a 44	De 22 a 31	Mala
De 45 a 51	De 32 a 36	Mediana
De 52 a 57	De 37 a 41	Buena
De 58 a 69	De 42 a 49	Muy buena
+ de 70	+ de 50	Internacional

Nuestros regatistas, después de los seis meses de entrenamiento han pasado de una calificación de bueno a muy bueno (de 52,8 a 59,5). Sin embargo un equipo de élite y de categoría internacional debe aún mejorar estos índices y acercarse más a los 70 ml. de VO<sub>2</sub>Mx/kg/mn.

#### 5. — ESTUDIO DE LAS MODIFICACIONES CARDIORESPIRATORIAS PRODUCIDAS EN UN REGATISTA DE ELITE DEL GRUPO EXAMINADO, DESPUES DE SEIS MESES DE ENTRENAMIENTO

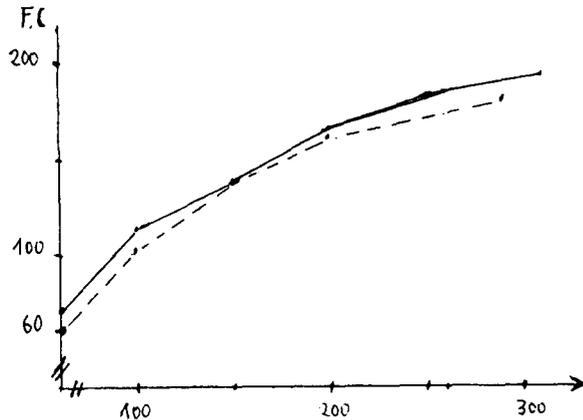
Consideramos interesante incluir el estudio comparativo de las modificaciones cardiorespiratorias producidas en uno de los regatistas de élite después de un período de entrenamiento de seis meses, incluyendo los gráficos de frecuencia cardíaca (F. C.) Volumen espiratorio minuto (B. T. P. S.) Volumen O<sub>2</sub>. Delta de O<sub>2</sub> (FiO<sub>2</sub> - FeO<sub>2</sub>) Cociente respiratorio (C. R.) y el pulso de O<sub>2</sub> (VO<sub>2</sub>/F. C.).

Se trata del regatista J. A. F., de 21 años.

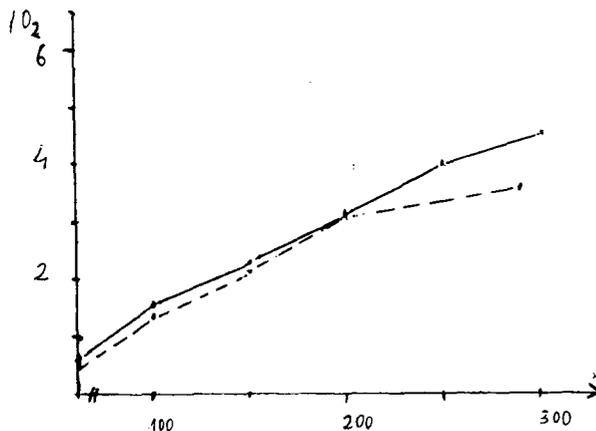
Fecha primer examen: 22 - 11 - 76 (en los gráficos trazo — — — —)

Fecha segundo examen: 21 - 6 - 77 (en los gráficos trazo —————)

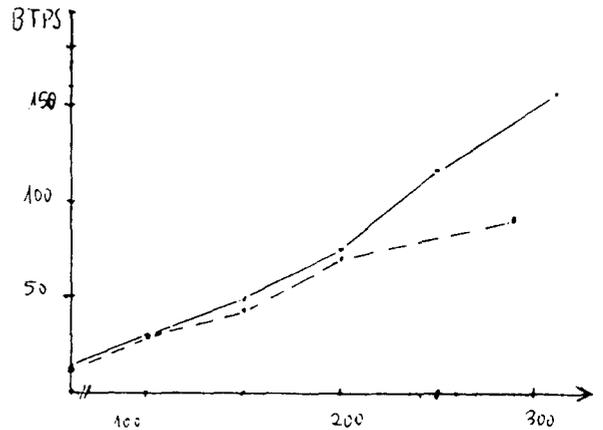
El entrenamiento a que ha sido sometido el regatista es el mismo que el del equipo de élite y dirigido a mejorar la condición física de base, durante el primer período del entrenamiento, aplicando ejercicios para conseguir una mejora en el trabajo aeróbico.



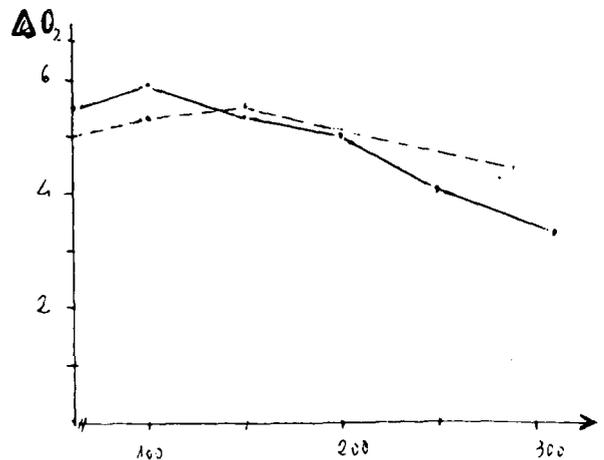
**Gráfico 1.**— La frecuencia cardíaca de la 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> revisión marchan paralelas, comprobándose a una mayor carga de trabajo (313 vatios), una respuesta de más de 180 pulsaciones en la 2.<sup>a</sup> revisión.



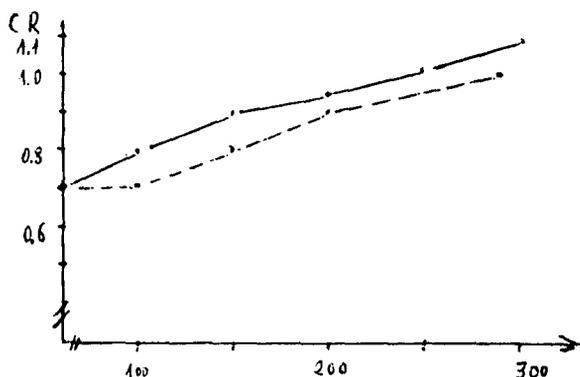
**Gráfico 3.**— Las curvas de captación de O<sub>2</sub> marchan paralelas entre las dos revisiones, registrándose un incremento notable de 1 litro por minuto en la 2.<sup>a</sup> revisión.



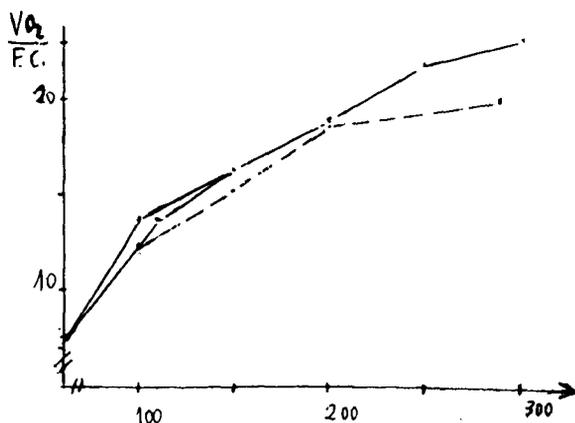
**Gráfico 2.**— El volumen espiratorio minuto experimenta un gran aumento en la 2.<sup>a</sup> revisión. Esta gran movilización de aire de hasta 158 litros por minuto es decisiva porque permite unas mayores posibilidades de captación de O<sub>2</sub>.



**Gráfico 4.**— El gráfico del delta de O<sub>2</sub> que es la diferencia entre el flujo inspiratorio de O<sub>2</sub> y el flujo espiratorio (FiO<sub>2</sub> - FeO<sub>2</sub>) refleja como a medida que transcurre la prueba de esfuerzo el porcentaje de O<sub>2</sub> retenido entre el 5 y el 5,4 % va descendiendo pasando a cifras de 4,3 a 3,7. Al aumentar la frecuencia respiratoria y el volumen corriente hacen que el total de VO<sub>2</sub> sea mucho mayor.



**Gráfico 5.** — Los datos registrados del cociente respiratorio  $\text{CO}_2/\text{O}_2$  nos sirven para determinar en el curso de la prueba de esfuerzo si alcanzamos el límite máximo de trabajo a realizar, ya que debemos conseguir un C. R. de 1'1. En el primer examen no se consiguió, en el segundo examen prácticamente sí.



**Gráfico 6.** — La curva de pulso de  $\text{O}_2$  u oxígeno aprovechado en cada sistole se mejora notablemente en la 2.<sup>a</sup> revisión alcanzándose los 23 ml. A partir de 20 los resultados ya se consideran buenos.

## COMENTARIO

a) Se observa un mejoramiento de la capacidad de trabajo, alcanzando los 313 w. y una frecuencia cardíaca de 192.

b) Se produce una mayor movilización de aire, alcanzándose los 158 litros/mn. (antes 96).

c) Se alcanza una mayor captación de  $\text{O}_2$ , llegándose a los 4,5 l/mn. (antes 3,5).

d) El delta de  $\text{O}_2$  es bueno en las dos exploraciones pero el porcentaje de  $\text{O}_2$  retenido pasa de 4,5 a 3,4, debido al gran aumento de la frecuencia respiratoria y del volumen corriente y por lo tanto el aire circula más rápidamente por el interior de los alvéolos.

e) El cociente respiratorio refleja que en la 2.<sup>a</sup> revisión se acerca al 1,1 hecho que asegura que el trabajo realizado ha llegado al límite máximo.

f) El pulso de  $\text{O}_2$ , que es interpretado por algunos autores como índice de un grado de entrenamiento, ha pasado de 18,8 a 23, cuya valoración es de muy bueno.

g) Seguramente el dato de valoración más importante es el de la relación de captación

de  $\text{O}_2$ /mn. por kg. de peso ( $\text{mlVO}_2/\text{kg}/\text{mn.}$ ) que pasa de 42, calificado de mediano, a 62, calificado de muy bueno.

## 6. — CONCLUSIONES

De todo lo expuesto en el presente estudio se deduce la gran importancia que tiene el control médico deportivo completo, incluido la gasometría respiratoria, para que el entrenador de un equipo pueda valorar adecuadamente la cantidad y calidad del trabajo aceptado por los atletas, y a través de los índices de valoración en especial el consumo de  $\text{O}_2$  por kg. de peso y minuto ( $\text{mlVO}_2/\text{kg}/\text{mn.}$ ) que se van obteniendo en cada control periódico, interpretar los progresos alcanzados a nivel individual y colectivo. De esta forma se podrán introducir las modificaciones necesarias en la planificación del entrenamiento en el curso de la temporada deportiva. Además los datos obtenidos los podremos comparar con los trabajos publicados por otros autores expertos en fisiología del esfuerzo deportivo.

**Sobreesfuerzo físico**

# SUPERTONIC

**SOLUCION**

# 12

**VIALES BEBIBLES**

**Indicaciones:**

Bioenergizante orgánico en la práctica del deporte, así como en anorexias, astenias, convalecencias, etc.

**Presentación y composición:**

Viales bebibles de 10 cc. Cajas con 5 (P.V.P.: 122,90 Ptas.) y 12 (P.V.P.: 237,10 Ptas.) Cada vial, que constituye una dosis, contiene en el tapón: Coenzima B<sub>12</sub> 1.000 Gammas y l-glutamina 100 mg; en la solución: Carnitina Clorh. 500 mg. l-lisina 400 mg.; aspartato de arginina 100 mg. y fosforilserina 50 mg.

**Otra presentación SUPERTONIC CAPSULAS:**

Caja con 30 (P.V.P.: 161,40 Ptas.)

**Contraindicaciones:** No tiene.

**Posología:** 1 dosis diaria o a días alternos.

Por su agradable sabor a frambuesa puede tomarse tal como se presenta o bien disuelta en zumo de frutas, leche, etc.



**IFESA**

INDUSTRIAL FARMACEUTICA ESPAÑOLA, S. A.