

# Métodos clínicos y de laboratorio referentes a la estimación de la capacidad de trabajo en nadadores y jugadores de water-polo

DR. IOAN DRACAN.

Director del Centro Médico-Deportivo de Bucarest.

Las grandes «performances» deportivas en la natación contemporánea reclaman a los deportistas una perfecta salud, una gran capacidad de trabajo y una adecuada estimulación volitiva en entrenamientos y competiciones.

Dado que la capacidad de trabajo representa en general uno de los factores limitativos de la «performance» deportiva, queremos presentar algunas posibilidades objetivas (clínicas y de laboratorio) útiles para la estimación del potencial de esfuerzo. Todos sabemos que el rendimiento energético necesario para la motricidad está condicionado por la transformación de la energía mecánica (este trabajo se efectúa a nivel muscular). Las sustancias utilizadas como fuente de energía química son las siguientes: A.T.P. (ácido adenosin-trifosfórico), el *fosfágeno* (creatinofosfato) y el *glicógeno*.

La escisión A.T.P. ( $ADP + PO_4H_3$ ) proporciona la energía necesaria para la contracción muscular, la escisión del fosfágeno (creatina más  $PO_4H_3$ ) proporciona la energía necesaria para la resíntesis del A.T.P., mientras que la escisión del glicógeno hacia el ácido láctico proporciona la energía necesaria para la resíntesis del fosfágeno; el oxígeno que interviene en este momento en el ciclo asegura la combustión del 20 % del ácido láctico y la energía resultante asegura la resíntesis del glicógeno de la otra parte (80 %) del ácido láctico.

Ya que las reservas del organismo de A.T.P. y oxígeno son limitadas, resulta de ello que estas dos sustancias no pueden asegurar el esfuerzo muscular más que 6-8 segundos para el A.T.P. y 20 segundos para el fosfágeno, a menos que sobrevenga una resíntesis rápida. Al mismo tiempo, el ácido láctico resultante de la escisión del glicógeno alcanza en un momento dado un límite que bloquea el esfuerzo. Resulta de ello, que en condiciones anaerobias (el deportista no respira o el esfuerzo es de gran intensidad) la posibilidad de contraer una deuda de  $O_2$ , lo más fuerte posible, representa el factor limitativo de la «performance» deportiva. En condiciones aerobias se alcanza en cambio el «steady-state» absoluto o relativo (ergostasis). El correspondiente de pulso para el primero es de 130/minuto y para el segundo de 170/minuto. En conclusión, la capacidad de trabajo representa la posibilidad en la prestación de un trabajo mecánico lo más intenso posible y de larga duración con un desgaste biológico muy reducido.

La energía necesaria está proporcionada por el metabolismo aerobio y anaerobio y nosotros tenemos el deber de explorarlos cuando deseamos probar la capacidad de trabajo.

Para la estimación de la capacidad de trabajo en anaerobiosis, podemos medir el esfuerzo expresado en Kgm. o watios a una carga máxima, la deuda de  $O_2$  contraída, la tasa de ácido láctico sérico, la tasa de bicarbonato sérico que neutraliza el exceso de ácido láctico y el  $CO_2$  resultante de esta neutralización. Esta metodología es aún difícil y complicada porque en natación las fases de anaerobiosis son raras (el «sprint» final de las carreras y los ataques y contraataques de water-polo). La capacidad aerobia que se muestra más representativa para la natación se mide con el examen espiroergométrico. En efecto, nosotros medimos el  $VO_2$  máximo después de un esfuerzo desarrollado en el cicloergómetro, «tapis-roulant» o escalón. La determinación se hace por métodos directos (con ayuda de los espirógrafos) o indirectos (con ayuda del nomograma ASTRAND-RYHMING que establece una estrecha correlación entre el pulso y el  $VO_2$  máx., a un esfuerzo submaximal, teniendo una carga conocida y entrando en «steady-state»). Por otra parte, las diferencias entre las determinaciones directas e indirectas varían entre  $\pm 8-10$ .

Con el examen espiroergométrico (por el método de «steady-state» o «Vita máxima») podemos calcular algunos índices que nos dan relaciones referentes a la economía funcional cardio-vascular:  $O_2$ /pulso máximo y watios/pulso máximo e incluso en lo que respecta a las reservas funcionales: volumen del corazón/peso corporal y volumen del corazón/ $O_2$ -pulso máximo. El volumen cardíaco viene determinado por la teleradiografía en clino y ortostatismo y después de esto se hace un cálculo según el método de ROHRER-KAHLSTORFF (10) modificado por MUSSHOF y REINDELL, utilizando el coeficiente de corrección ANDERSEN para el ortostatismo. Este examen clínico debe ser completado por pruebas específicas en la piscina que se revelan como muy eficaces para la evaluación del estado funcional cardio-vascular. Así para los nadadores recomendamos la prueba de la piscina —Dr. I. DRAGAN (5): el registro del pulso (P) y de la presión arterial (T.A.) en reposo (clino y ortostatismo); después de la acomodación en el agua durante 10-15 minutos, se nada a velocidad máxima 33-50 metros y se registra el tiempo empleado, el P. y la T.A. durante 6 minutos.

Para los jugadores de water-polo se aplica otra prueba (6):

- el registro del P. y de la T.A., en clino y ortostatismo;
- acomodación con el agua 10-15 minutos;
- nadar con el balón a velocidad máxima 20-25 metros.

El esfuerzo se repite tres veces con una pausa de 60 segundos, midiendo la frecuencia cardíaca inmediatamente y entre los segundos 50 y 60; después del tercer esfuerzo medimos el P. y la T.A. durante 5 minutos. Así los datos obtenidos nos informan sobre los valores basales, sobre la reacción vegetativa, sobre la respuesta al esfuerzo específico y la vuelta a la calma, lo que nos ofrece la posibilidad de valorar la homeostasis circulatoria de esfuerzo. Un examen tal, (en laboratorio y en piscina) efectuado cada 2-3 semanas es útil para la estimación de la capacidad de trabajo, de la economía funcional, de las reservas funcionales circulatorias y también para la conducción de un entrenamiento específico.

El examen completo dura 30 minutos, no exige aparatos complicados y costosos y merece ser efectuado sistemáticamente.

Hemos insistido sobre estas pruebas eficientes y fáciles de efectuar incluso para los entrenadores.

En nuestra actividad médico-deportiva practicamos también otros exámenes. Yo no voy a insistir sobre las investigaciones de laboratorio (bioquímico, hematológico), endocrinos, neuromusculares, respiratorios, que son bien conocidos y comunes a todos los deportistas de alta «performance», que exigen mucho tiempo y son muy costosos, sino que presentaré algunos tests simples, accesibles, que pueden efectuarse en la piscina. Entre estos tests proponemos los siguientes:

- una vigilancia clínica rigurosa;
- el registro del peso corporal antes y después del esfuerzo;
- el registro de la frecuencia cardíaca cada mañana en clino y ortostatismo;
- el registro de la fuerza muscular (dinamometría);
- la determinación de la velocidad de reacción;
- el registro de la apnea voluntaria (inspiración y espiración);
- el examen de orina antes y después del esfuerzo.

Sabemos que la orina refleja una de las funciones renales y sus modificaciones nos pueden dar índice sobre la capacidad de trabajo. El examen se revela fácil y nos permite determinar la diuresis expresada en ml./min., el PH urinario, la densidad urinaria, la proteinuria (con ácido sulfosalicílico 10 %) y la hematuria (la reacción con bencedina).

La aparición de elementos patológicos en la orina de reposo y de esfuerzo que persiste después de 12-24 horas nos pone en guardia para explorar el estado de salud o nos indica en un

## BIBLIOGRAFÍA

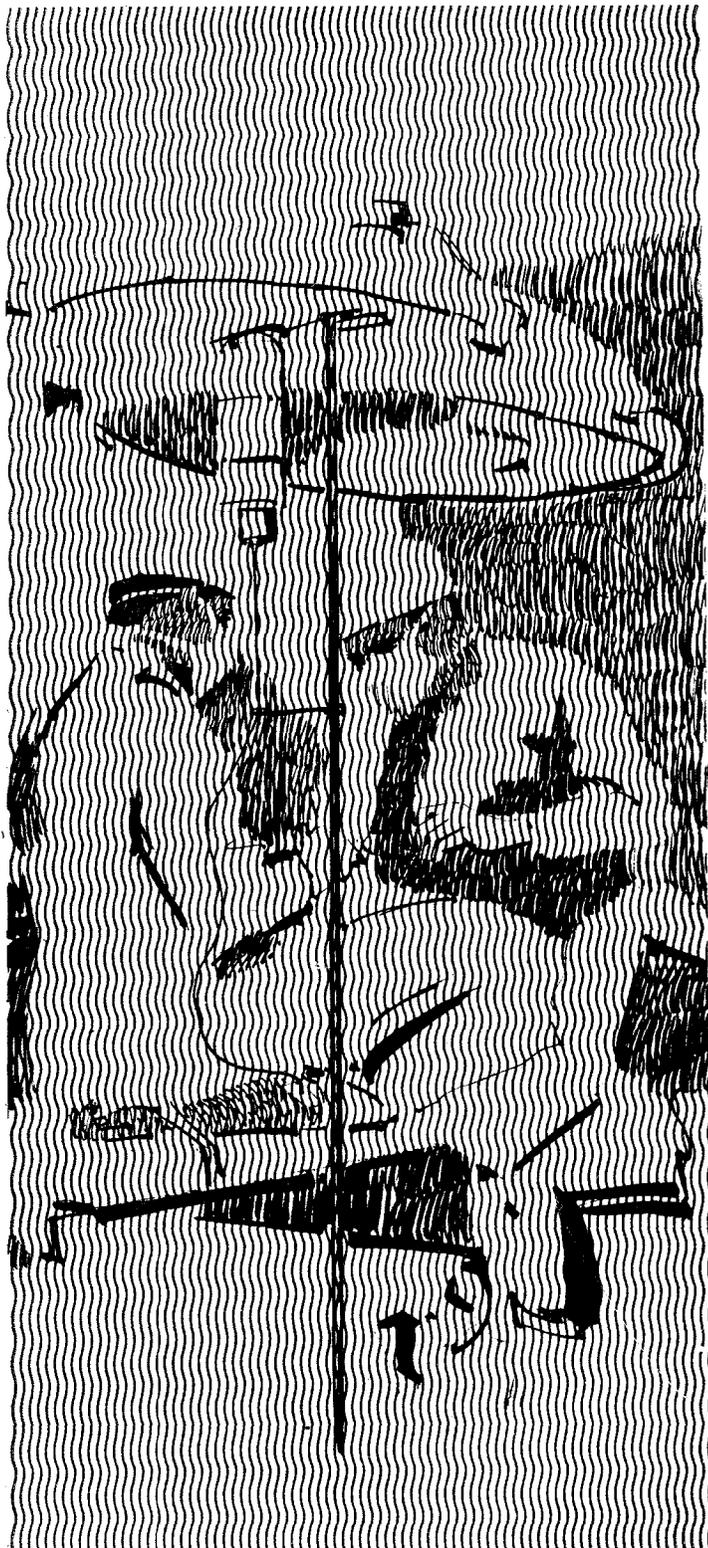
momento dado la alteración de la capacidad de trabajo incluso antes de la agravación de otros índices funcionales.

En efecto, yo desearía añadir que los esfuerzos tan grandes que efectúan hoy día los nadadores y los jugadores de water-polo exigen un examen sistemático, minucioso, en clínica y en la piscina. Nosotros ejecutamos el examen clínico cada 4 meses en nuestro Instituto (para los equipos nacionales) y comprende los siguientes exámenes: examen clínico general antropológico, radiológico, ORL, oftalmológico, neurológico, estomatológico, ginecológico, investigación cardio-vascular (examen cardiológico, la prueba de FLACK y ASTRAND, el E.C.G. en reposo y después del esfuerzo estático y dinámico), investigación respiratoria (espirometría estática), el examen espiroergométrico, la investigación neuro-muscular (velocidad de reacción, curva intensidad/duración, E.E.G., el reflexograma aquiliano, etc.). Todos estos exámenes nos sirven para establecer un diagnóstico del estado de salud, del estado de nutrición y del estado funcional y por fin, para elaborar un informe médico-deportivo con las indicaciones y contra-indicaciones médicas.

La vigilancia del estado funcional y la evaluación de la capacidad de trabajo se ejecuta con las pruebas clínicas y específicas, como mínimo una vez al mes.

Así se puede apreciar que el médico deportivo se ha convertido en una realidad del deporte contemporáneo y la medicina deportiva, una especialidad prestigiosa de la medicina moderna, orientada de una forma cada vez más pujante hacia la profilaxis.

1. ASTRAND, P. O. — «Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age». «Munksgaard», Copenhagen, 1952.
2. ASTRAND, I. — «Acta Phys. Scandinavica 49/1960», Suppl. 169.
3. BERLOGEA, O. - COLL. — «Determinarea capacitatii de eficienta si a consumului maxim de O<sub>2</sub> la sportivi». «Constatuire de medicina sportiva», Bucuresti, 22-23, XI, 1967.
4. D. DRAGAN, I. — «Elemente de investigatie in practica medico-sport». «Editura CNEFS-sub tipar».
5. DRAGAN, I. — «O noua proba cardio-vasculara cu efort specific la inotatori». Simpozionul international «explorarea cardio-vasculara in practica medico-sportiva», Bucuresti, 10-12, IV, 1958.
6. DRAGAN, I. — «Proba cu efort specific la jucatorii de polo». «Sesiunea IV a Clubului Sportiv Scolar», Bucuresti, 11-12, XI, 1961.
7. DRAGAN, I. - SZOGY, A. — «Considerations concerning the spiroergometric examination efficiency executed at submaximal workloads, in the evaluation of the physical work capacity at water-polo players». «First Medico-Scientific Conference of F.I.N.A.», 8-10, V 1969, London.
8. DRAGAN, I. et COLL. — «Cercetari privind unele aspecte ale functiei renale in efort». «Revista E.F.S. nr. 10/1969», Bucuresti.
9. ISRAEL, S. - BRENKE, H. — «Medizin und Sport», 5 (1965), p. 90; nr. 7, 1967), p. 145.
10. MUSSHOFF, K. - REINDELL, H. — «Deutsche Med. Wochenschrift», 81 (1956), 1.001.
11. PIRNAY, P. — «Comparaison de deux méthodes de mesure de la consommation maximum d'oxygène». «Int. Z. angew. Phys», 24/1967, 3, p. 203.
12. ROSKAMM, H. — «The Canadian Medical Associate Journal», 96, March, 25/1962, p. 895.
13. SZOGY, A. - ROSCA, E. — «Aspecte spiroergometrice si de volum cardiac la jucatorii de polo pe apa». «Lucrarile celei de-a II sesiuni a C.M.S.», Bucuresti, 28-29, II, 1968, p. 96.
14. SZOGY, A. - DUMITRU, C. — «Analiza eficientei unor probe de efort cu incarcare submaximala, in estimarea absorbtiei maxime de oxigen, la sportivi de performanta». Sesiunea II a CMS, Bucuresti, 28-29, II, 1968, p. 52.
15. TERASLINA P. - ISMAIL, A. - MAC LEOD, D. — Nomogram by Astrand and Ryming as a prediction of maximum oxygen intake». «J. appl. Phys.», Washington, 1966, 21-2, 513.



**Ampollas  
Siempre  
intravenosas  
e incluso mediante  
PERFUSION**

**Feparil®**

- Edemas traumáticos
- Profilaxis y tratamiento de los edemas quirúrgicos
- Edemas cerebrales
- Tumefacciones y congestiones localizadas de cualquier etiología (excepto: edemas cardíacos, renales y hepáticos)

- 1-2 amp. al día por vía intrav. (en casos graves puede aumentarse la dosis)
- 1-3 grageas, tres veces al día

3 amp. dobles liof., 126,90 ptas.  
50 grageas, 212,30 " "  
20 grageas, 94,10. "



**MADAUS, S.A.E.**  
Apartado 9116 Barcelona  
Fabricación y venta: Orfi Farma, S. A. Barcelona