

# Adaptación bio-funcional

DR. J. GALILEA.

Director del C.I.M.D., de Barcelona



El interés clínico por la racionalización científica de los fenómenos de adaptación del organismo al esfuerzo deportivo se ve naturalmente acrecentado en la natación, no tanto por el medio ambiente en que se realiza, extraño a las condiciones habituales de vida del ser humano, como a la precocidad con que el nadador se enfrenta a grandes e importantes rendimientos deportivos.

Nuestra experiencia en el estudio de la adaptación biológica en nadadores, viene supeditada a la obligada limitación de las posibilidades exploratorias en condiciones idóneas, en el propio marco de su trabajo deportivo, el agua de las piscinas; ello nos obliga a adoptar una cierta cautela en nuestras conclusiones clínicas, y aprovechar en cambio la magnífica ocasión que nos ofrecen estas Jornadas Internacionales de Medicina de la Natación para enriquecer nuestra personal experiencia, con las aportaciones que puedan recogerse durante estos días entre los asistentes a las Jornadas.

Quiero hacer resaltar desde un principio, que la exposición de nuestras experiencias, aunque sea a título personal, es el fruto de un trabajo en equipo realizado desde hace 5 años en el Centro de Investigación Médico-Deportiva de la

Residencia Joaquín Blume y anteriormente en el Centro Juvenil de Medicina Deportiva. Esto ha permitido que nuestro trabajo se apoye en las experiencias recogidas a través de la exploración clínica periódica en más de 300 nadadores de ambos sexos.

Han sido ya apuntadas, las bases teóricas de una evolución bio-morfológica, que podrá interpretarse como ligada a factores fenotípicos que condicionen una verdadera selección biológica —al igual que acontece para cualquier otra especialidad deportiva—, o bien como factores genotípicos, dependientes de la incidencia de mecanismos de adaptación biológica a una determinada actividad deportiva, en el caso que nos ocupa, *la natación*.

Nos toca, pues, en la segunda parte de esta sesión de trabajo, centrar la atención y establecer los líneas de posterior diálogo sobre la adaptación bio-funcional del nadador.

Toda actividad deportiva, entraña una acomodación del organismo humano, tanto en el orden mecánico como en el orden funcional, con las consiguientes modificaciones morfológicas y biofuncionales del hombre deportivo, modificaciones conseguidas a través de complejos mecanismos biológicos de adaptación, ya bien estudiados y conocidos. La natación no representa ninguna excepción en la regla, y las especiales condiciones en que la mecánica del gesto se realiza, le confieren a este deporte unas singulares características de interés para el médico.

Junto a las particulares condiciones del medio en que se desarrolla esta actividad deportiva, de siempre ha despertado el interés clínico la temprana edad con que el nadador se en-

frenta a grandes exigencias de trabajo deportivo y el equilibrio de rendimiento existente entre hombres y mujeres en esta disciplina, hecho insólito en el resto de especialidades deportivas.

Dos son los apartados fundamentales que consideramos dignos de estudio: De una parte el constituido por factores bio-mecánicos de adaptación al medio en que se desarrolla la actividad deportiva, y de otra el integrado por factores de adaptación funcional del organismo al esfuerzo exigido.

## 1. FACTORES BIOMECAÑICOS

Se ha exagerado en exceso la facilitación de la mecánica del gesto en el agua, ya que si bien es cierto que en Medicina se ha venido, desde hace tiempo, recurriendo al medio acuoso para la recuperación de trastornos motores, en el aspecto deportivo es innegable que la precisión de los movimientos tanto activos como pasivos es sensiblemente menor en el agua que en tierra firme, debido al parecer a la alteración de funciones en la musculatura anti-gravitatoria, con modificación subsiguiente de la información propioceptiva a los centros motores (según interesante estudio realizado por KOROBKOV y colaboradores). Ciertamente que este «handicap» de la coordinación motora en el agua, viene compensado en parte con la aclimatación habitual de las piscinas (entre 25" y 35" aumenta la exactitud de reproducción de movimientos) así como el desarrollo de la fuerza muscular necesaria para la propulsión (KOROBKOV).

En cambio sí que es decisiva la disminución del peso específico del cuerpo humano sumergido en el agua: Piénsese que para un hombre de 70 Kg. su peso en el agua es de 4.4 Kg. Asimismo, la presión del agua favorece notablemente el retorno de sangre venosa al corazón, colaborando por tanto en la mejor adaptación del débito cardíaco a las exigencias periféricas creadas por el esfuerzo.

Nos hemos referido hasta aquí a factores exclusivamente ambientales, pero también existen factores mecánicos del gesto deportivo que condicionan una mayor rentabilidad del esfuerzo en medio acuoso, en comparación con el realizado «en seco», al aire libre: En primer lugar *la posición horizontal* favorece también el retorno venoso, así como facilita la distribución de sangre en la circulación sistémica. *La amplitud de movimientos*, especialmente de extremidades superiores, implica una mejor y más completa progresión en el desplazamiento del cuerpo sobre el agua. *La velocidad* de repeti-

ción del gesto (ritmo o cadencia del movimiento), es sensiblemente menor que en cualquier otra actividad deportiva, lo que lógicamente redundaría en un menor dispendio energético para una determinada distancia. Por último la *progresión* del cuerpo en el agua, realizada bajo unas condiciones mecánicas idóneas, pese a la resistencia ofrecida por el medio líquido, y los escasos desplazamientos del centro de gravedad (donde más acusados se manifiestan es en la especialidad de «mariposa» o «delfín»), contribuyen en gran manera a la economía de esfuerzo a que hacíamos alusión.

## 2. FACTORES BIOFUNCIONALES

Insistiremos en algunos de los aspectos ya mencionados en la primera exposición de este coloquio a cargo del Dr. MERINO, cumplimentados de forma específica en lo concerniente a la adaptación cardio-respiratoria del nadador al esfuerzo.



Hemos de partir, pues, de que la natación exige unas especiales condiciones desde el punto de vista morfológico a sus practicantes, representando una verdadera selección biológica; condiciones que se refieren tanto a caracteres antropométricos (peso, talla, envergadura, etc.) en fin, lo que constituye el perfil biotipológico del nadador, como a factores bioquímicos de constitución de los propios tejidos orgánicos, —tejido celular subcutáneo, depósitos grasos, tejido óseo, concentración de potasio, líquido intercelular, etc... es decir todo lo que influye en la densidad corporal del ser humano e indirectamente en la flotabilidad del nadador en el agua—. Estas características morfológicas en el nadador se identifican, sin necesarias elucubraciones imaginativas, con las características morfológicas propias del adolescente y de la mujer.

Hecha esta breve insistencia en un tema ya tratado anteriormente, vayamos ya a comentar los puntos más importantes para nosotros en lo que respecta a la adaptación biofuncional del organismo frente al esfuerzo y que justifiquen la precocidad de rendimientos en nadadores, basándonos en nuestra personal experiencia:

En principio hemos de insistir nuevamente en la manifiesta juventud de los nadadores por nosotros controlados: Entre cerca de 200 varones periódicamente revisados por nosotros un 70 % se encuentran comprendidos entre los 12 y los 18 años y sólo un 13 % sobrepasaban los 20 años, de los cuales en su gran mayoría se trataba de jugadores de water-polo. Lo mismo podemos decir de algo más de un centenar de nadadoras controladas: Un 76 % de ellas se encuentran comprendidas en edades que oscilan entre los 12 y los 16 años, mientras que sólo un 4 % llegaban a los 20 años y un 19 % se encontraban por debajo de los 12 años. Los datos apuntados no suponen en absoluto una confirmación de un criterio cerrado sobre la limitación de la vida deportiva del nadador, sino que se trata de la simple exposición de una experiencia personal y el testimonio sí, de lo apuntado anteriormente: que el nadador es el deportista que, en una más temprana edad, se enfrenta a unas mayores exigencias de rendimiento.

Hemos hecho mención a unos factores biomecánicos justificativos de la mayor rentabilidad del esfuerzo deportivo en el agua, y también hemos hecho referencia a unas condiciones morfológicas del nadador que favorecen su flotabilidad y la mecánica del gesto, pero lógicamente esto no es suficiente dentro de los complejos mecanismos de adaptación del organismo humano al trabajo deportivo.

La cualidad biológica individual de subvenir a las necesidades energéticas impuestas por un trabajo predominantemente aerobio como la natación, en el que se pone a prueba la capacidad del organismo de mantener el mayor tiempo posible, un equilibrio metabólico de alto nivel: la resistencia-fondo, o «endurance» de los franceses, parecería erróneamente involucrada a una madurez biológica que, ciertamente, no es el caso de los nadadores. Por el contrario está confirmado que esta cualidad biológica encuentra su máxima expresión precisamente en la adolescencia, no pudiendo explotarse en otras especialidades deportivas realizadas en «seco», porque el aparato locomotor del muchacho no está anatómicamente ni funcionalmente capacitado para soportar grandes cargas de trabajo: Las condiciones posturales y el medio ambiente son circunstancias favorables en cambio

en la natación. Profundizando aún más, hemos de recordar que el mantenimiento de un trabajo en *equilibrio de oxígeno* depende fundamentalmente:

— Del metabolismo de oxígeno del organismo.

— De factores vasculares que aseguren la irrigación muscular.

— Del débito cardíaco.



Sobre los dos últimos puntos no es necesario insistir, pues ya hemos visto que la postura y la presión del agua favorecen determinadamente estas exigencias. Por lo que respecta al primer punto, tanto la capacidad ventilatoria, notablemente desarrollada en el nadador (llaman la atención las altas cifras de capacidad vital que encontramos en nadadores, en comparación con el resto de deportistas), como el hecho de que el volumen de sangre total así como el contenido en hemoglobina relativa prácticamente se establecen a partir de los 12 años, aseguran el cumplimiento de las exigencias metabólicas provocadas por el esfuerzo.

La capacidad del nadador, pese a su juventud, para una idónea adaptación cardio-circulatoria a esfuerzos intensos y de larga duración, la hemos visto confirmada en las exploraciones clínicas de esfuerzo practicadas habitualmente en el Centro Juvenil de Medicina Deportiva y últimamente en nuestro Centro de Investigación Médico-Deportiva. Nos referimos, claro está, a nadadores sometidos a un entrenamiento más o menos programado y, en tonos comparativos, dentro de la casuística general de ambos centros, con más de tres mil revisiones periódicas de individuos de ambos sexos de distintas especialidades deportivas. Tanto con la sencilla prueba clínica realizada en el primero de los Centros, el test de LETOUNOV modificado, como en la prueba cicloergométrica a carga máxima o de cargas escalonadas realizadas habitualmente en el segundo, nos sorprendió desde un principio la excelente acomodación cardio-circulatoria de los nadadores, dentro de niveles óptimos y con un promedio de rendimiento va-

lorativo muy superior que el conseguido en el resto de especialidades deportivas. Igualmente los controles médicos realizados al borde de la piscina y en el curso de los entrenamientos, nos hicieron comprobar la capacidad de recuperación que en líneas generales preside la adaptación funcional de los nadadores y que ha permitido, quizás exageradamente en algunos casos, acortar la pausa en el entrenamiento a intervalos a límites realmente inconcebibles en deportistas de otras especialidades, incluidos atletas de medio-fondo y fondo.

De otra parte interesa resaltar que quizás sea en el nadador más que en ningún otro deportista, donde se ponga más de manifiesto el que las modificaciones biológicas provocadas por el entrenamiento estén enmarcadas en lo funcional más que en lo puramente estructural, morfológico o anatómico. Esta tesis viene confirmada por la exploración radiológica y el trazado electrocardiográfico: A través de la primera de dichas exploraciones, es habitual comprobar el bajo tanto por ciento de claras y manifiestas hipertrofias cardíacas entre nadadores, y en las existentes el bajo grado de las mismas. El trazado electrocardiográfico se aparta poco del esquema normal, y modificaciones tan comunes en disciplinas deportivas de alto rendimiento de esfuerzo, como las alteraciones de la conducción, —entendidas, claro está, dentro de límites de lo fisiológico—, son raras en la práctica entre nadadores: En nuestra casuística personal tan sólo hemos encontrado 6 casos de bloqueos

incompletos de rama derecha, coincidiendo en uno de ellos con un electroencefalograma anormal y correspondiendo otros dos hallazgos más a jugadores de water-polo; y 3 trazados con bloqueo aurículo-ventricular de primer grado, correspondientes los tres a jugadores de water-polo.

La baja frecuencia del pulso en reposo, índice de una madurez biológica cardiocirculatoria y neurovegetativa, ofrece en los nadadores unos tantos por cientos de franca bradicardia, algo por debajo de las estadísticas en otras especialidades deportivas, especialmente atletismo, ciclismo, esquí, etc.: En nuestra casuística personal en un 64 % de nadadores encontramos cifras por debajo de las 60 pulsaciones por minuto, y en un 55 % de nadadores, cifras por debajo de 65: sólo 6 casos mostraban cifras por bajo de 50 pulsaciones/minuto, tres de ellos correspondiendo a waterpolistas. *Ello nos hace pensar aún más, que el nadador, sin llegar al establecimiento de claras modificaciones a nivel de estructuras orgánicas por adaptación al esfuerzo, es capaz de asimilar importantes cargas de trabajo, apoyándose en las ventajas biomecánicas y biofuncionales que el propio deporte, y las especiales condiciones que en él concurren, le ofrecen.*

Ciertamente que lo expuesto por nosotros no exprime exhaustivamente toda la posibilidad investigadora y de discusión sobre el tema, en realidad es simple apertura de una ventana de curiosa atención hacia el deporte natatorio.