

# El corazón del buceador

Dr. S. TINTORÉ.

Desde hace ya muchos miles de años, el hombre, ha tenido el deseo de explorar este mundo misterioso que es el fondo del mar, pero siempre se ha encontrado con problemas, no solamente de orden patológico sino además simplemente fisiológicos: la adaptación a un ambiente que no es el suyo.

El hecho es que la práctica del buceo expone a una serie de peligros, peligros que hay que conocer y prevenir.

Antes, estos peligros y accidentes sólo preocupaban a los médicos relacionados con trabajos marítimos, pero hoy día constituyen un tema de interés, no sólo para todos los médicos en general, y de modo especial para los médicos deportivos, sino además para todo aquél que quiera dedicarse a la práctica del buceo.

Es evidente que, por el solo hecho de hallarse el buceador en un medio —el agua— que no es el suyo propio, se encuentra expuesto a múltiples peligros y accidentes y que éstos no pueden encuadrarse únicamente en los llamados accidentes de descompresión.

Para la inmensa mayoría, cuando se habla de buceo, parece que los peligros se concretan en los conocidos con el nombre de accidentes de descompresión. La prensa, la radio, el cine, han vulgarizado estos conceptos y se sabe que si uno no observa los tiempos de emersión, cuya precursor fue el inglés HALDANE (1), pueden aparecer graves accidentes.

Pero lo que a nosotros nos interesa averiguar es, si incluso en aquellos buceos en que según nuestros conocimientos se consideran normales, y en los que se han seguido todas las reglas de seguridad y prudencia, aparecen cambios en la fisiología del buceador cuando éste está debajo del agua, a una cierta profundidad y durante un cierto tiempo, en determinadas condiciones, y si ello puede tener una influencia patológica,

especialmente referido a la fisiología del corazón y a sus repercusiones de adaptación circulatoria.

Siguiendo el criterio trazado por el doctor JUAN R. SALA MATAS, en estas «Primeras Jornadas de Medicina Subacuática», vamos a comentar algunos problemas de la fisiología y de la fisiopatología del corazón del buceador, según algunas experiencias personales y a la luz de los más recientes trabajos publicados.

El conocimiento de las alteraciones cardíacas tiene una importancia capital como ustedes van a ver.

Todos nosotros nos encontramos con la persona que con el deseo, o la afición, o la curiosidad de practicar el buceo, acude al despacho y nos solicita, con premura, un certificado médico de buena salud. Que nos solicite un certificado de buena salud, nos parece muy bien, pero lo que nosotros no podemos hacer es certificar alegremente que su corazón puede responder a todas las exigencias requeridas por el buceo, sin antes realizar un exámen a fondo de su respuesta y capacidad de adaptación cardíaca. Los conocimientos técnicos avanzan tan rápidamente que hoy día estamos en condiciones de realizar estudios mucho más completos que hace unos años.

Es decir, lo que queremos indicarles, es que nadie debería lanzarse a bucear sin antes haber sufrido una exploración cardíaca completa, incluyendo un Electrocardiograma. Inclusive, aquellos que realizan inmersiones de forma habitual deben someterse a un registro Electrocardiográfico, por lo menos una vez al año, antes de iniciar cada temporada.

Desde un punto de vista práctico, nosotros clasificamos a los que desean practicar el buceo en tres grupos diferentes:

A) Sujetos con un corazón normal.

B) Sujetos afectados de una cardiopatía, que ha presentado alguna fase de descompensación.

C) Sujetos de una cardiopatía desconocida, bien compensada, y que ha sido descubierta durante la revisión cardíaca.

A) Los del primer grupo son la inmensa mayoría de los que acuden a la consulta. En éstos hacemos una subclasificación:

a) Los que tienen un corazón completamente normal.

b) Los que presentan un corazón con signos de sobreentrenamiento.

c) Los que presentan un corazón con signos de fatiga.

Los deportistas que se hallan incluidos en los sub-grupos a) y b), pueden practicar el buceo. A los que se hallan dentro del subgrupo c) les recomendamos una abstención momentánea, hasta tanto hayan normalizado sus trazados electrocardiográficos y hayan desaparecido los signos de fatiga según el criterio de PLAS, como dentro de unos momentos describiremos.

B) A los sujetos incluidos dentro de este grupo les prohibimos el buceo.

C) Este tercer grupo es el que plantea más problemas de orden médico. Son aquellas personas que encontrándose perfectamente bien vienen a consultar para saber si están en condiciones de realizar inmersión, pero la exploración cardíaca descubre una cardiopatía orgánica, bien compensada hasta el momento. En estos casos debemos valorar cuidadosamente, el tipo de cardiopatía, su importancia, y capacidad funcional y de adaptación frente al esfuerzo.

En principio nosotros prohibimos la práctica del buceo a los que tienen una cardiopatía aórtica o una insuficiencia coronaria. En cambio nos mostramos mucho más tolerantes en aquellos que presentan una cardiopatía pulmonar, o bien una cardiopatía con shunt izquierdo-derecho, como por ejemplo una comunicación interauricular, siempre que dicho shunt sea pequeño y bien tolerado.

Finalmente no olvidemos que el factor edad también debe ser tenido en cuenta. No es recomendable practicar el buceo antes de los diez y seis años; y por encima de cierta edad debe establecerse una vigilancia más estricta.

Al revisar el problema de las variaciones fisiológicas y fisiopatológicas del corazón del buceador nos hemos dado cuenta de que la biblio-

grafía es muy escasa, casi inexistente; además la mayoría de los estudios, como por ejemplo el de CUREL y col. (2) y otros, han sido realizados fuera del medio ambiente natural, es decir, fuera del agua, excepto una prueba en inmersión en una piscina con sujetos en apnea a 2'5 metros de profundidad en la que WYSS (3) realizó un electrocardiograma, pero con sólo una derivación.

Uno de los primeros trabajos realizados en el hombre en las condiciones propias de la inmersión fue efectuado por SALA MATAS y VINTRO MARCE (4), estudiando los cambios hemáticos que aparecían en el buceo con escafandra, comunicación que presentaron en el «Primer Coloquio Internacional de Medicina Subacuática» (Cannes, junio 1960) y en el «IV Congreso Internacional de Medicina Deportiva» (Barcelona, septiembre 1963). SALA MATAS y col. comprobaron la buena tolerancia hemática, en general, del buceo normal, en sus condiciones propias. Sin embargo, descubrieron dos hechos muy notables: a) un aumento del número de hematíes y cantidad de hemoglobina, que vuelven a la normalidad al cabo de poco tiempo, y b) un aumento de la cifra de urea, descubrimiento que tuvo un gran interés, pues puede obligar a retrasar la frecuencia de las inmersiones, e incluso a prohibirlas momentáneamente, si dicha cifra es superior a 0,55 %.

PIERRE CABARROU (5) ha realizado una serie de trabajos de un interés extraordinario. En 1963 realizó un estudio de las variaciones electrocardiográficas encontradas a una profundidad simulada de —250 metros. En este trabajo comprueba que las alteraciones electrocardiográficas son mínimas e inexistentes desde el punto de vista de la conducción, despolarización y repolarización. Únicamente aparecen en todos los sujetos una taquicardia, bastante marcada durante la fase de máxima compresión, posiblemente, según dice CABARROU en relación con un elemento emocional, muy comprensible porque el estudio se realizaba en personas poco habituadas a esta clase de comprobaciones científicas.

Otro intento más reciente, que tiene el valor de haber sido realizado en las condiciones propias de la inmersión, es decir dentro del agua, ha sido realizado por CECHI y col. (6), en un grupo de voluntarios de la «Unión Deportiva Subacuática» de Génova y con los bomberos de la misma ciudad, en marzo de 1964.

Ustedes comprenderán fácilmente las dificultades técnicas que ello conlleva. El registro de un electrocardiograma es siempre de una técnica delicada y obliga a unas condiciones de re-

poso, relax, de aislamiento para evitar interferencias entre los electrodos, etc.

Realizar unos trazados, con cables de 25-50 metros o más según la profundidad, buscando unas condiciones de aislamiento total del agua, manteniendo el contacto de unas ventosas precordiales, obligando a salir los cables a través de un traje estanco, obtener una fuente de energía eléctrica estable, y disponer de un electrocardiógrafo que permita aumentar el potencial de registro hasta el nivel deseado es una experiencia nada fácil. Pero esto es lo que intentaron realizar CECHI y col., y es lo que nosotros nos proponemos hacer este verano.

CECHI y col. estudiaron en unos 20 escafandistas numerosos trazados registrados a diferentes profundidades. De ellos, unos iban equipados con aparatos de aire comprimido y otros con aparatos de oxígeno. Unos trazados fueron realizados en piscinas de agua dulce hasta una profundidad de unos 5 metros y otros en piscinas de agua de mar. Los sujetos estaban acostados en camillas especiales, guiados por dos buceadores que vigilaban constantemente al sujeto.

Del conjunto de estos 20 sujetos examinados pudieron apreciar:

1. Reducción de la amplitud conjunta del trazado respecto al standard básico.
2. Variación de la frecuencia cardíaca caracterizada por una taquicardia inicial y una relativa bradicardia terminal, con alguna arritmia sinusal y transitoria.
3. Una tendencia a la rotación del eje de QRS hacia la derecha no constante.
4. Ligeros empastamientos o ganchos en la morfología del complejo QRS no constantes.
5. Aumento de amplitud de la onda T.
6. Estas alteraciones son más frecuentes en los buceadores con respiración de oxígeno.

Estos datos se prestan a una serie de comentarios que podríamos resumir de la siguiente manera:

- a) La reducción del potencial puede ser debido a la masa de agua circulante por alteraciones de la resistencia cutánea.
- b) Las variaciones de frecuencia y de ritmo están en relación con el esfuerzo respiratorio.
- c) La ligera desviación del eje QRS depende de la sobrecarga del círculo menor.
- d) Las alteraciones del complejo QRS pueden estar en relación con alteraciones de la activación intramiocárdica.

e) El aumento de la onda T podría explicarse por: alteraciones de la circulación subendocárdica de tipo coronario, o por alteraciones electrolíticas en relación con el Na, K, Ca, P, y corticoides, o por relativa sobrecarga del ventrículo izquierdo.

Es decir, para resumirlo en pocas palabras, parece que las pequeñas alteraciones encontradas se hallan en relación con problemas dismetabólicos, propios del metabolismo celular o tal vez con cierto grado de hipoxia coronaria.

Nosotros pensamos añadir a los resultados hallados una interpretación electrocardiográfica que nos ha dado muy buenos resultados en algunos problemas deportivos especialmente en un estudio electrocardiográfico que realizamos con los doctores ESTRUCH, GALILEA y CASTELLO en un grupo de participantes en una marcha de regularidad de montaña (7) y después en otro grupo de deportistas que fueron sometidos a control periódico de entrenamiento (8).

Se trata de las variaciones de  $\Delta$  QRS y de  $\Delta$  T descritas por PLAS y BOURDINAUD (9), en cuatro tipos de reacción:

*Primer tipo:* Desviación concordante del eje de R y T a la derecha con disminución del ángulo de dispersión RT (desviación fisiológica al esfuerzo).

*Segundo tipo:* Desviación concordante del eje de R y T a la izquierda con contracción del ángulo de dispersión RT (es el modo de reacción de corazones con manifestaciones de arteriosclerosis o con ligera sobrecarga del ventrículo izquierdo).

*Tercer tipo:* Desviación divergente del eje de R a la derecha y del eje de T a la izquierda con aumento del ángulo de dispersión RT (es un signo de fatiga en un individuo sano). Si aparece este tercer tipo debemos recomendar reposo y abstención durante unos días hasta que haya desaparecido.

*Cuarto tipo:* Finalmente puede aparecer una desviación divergente del eje de R a la izquierda y del eje de T a la derecha, con aumento del ángulo de dispersión RT (es excepcional en deportistas). Si aparece, se debe recomendar una abstención absoluta de la inmersión y de otros deportes.

Revisada la bibliografía, consultados los trabajos más modernos y de acuerdo con nuestra experiencia personal deducimos lo siguiente:

1. En términos generales, la dinámica cardíaca y su registro electrocardiográfico no sufre alteraciones importantes. Una persona con un

corazón sano puede practicar el buceo sin riesgo, por lo menos aparente, de su corazón.

2. Apareciendo estas discretas alteraciones en el electrocardiograma, posiblemente en relación con problemas dismetabólicos o de hipoxia celular, creemos es fundamental el estudio clínico y electrocardiográfico del corazón de todo individuo que desee practicar el buceo. En los buceadores profesionales o en los que habitualmente practican el buceo, conviene un control periódico, por lo menos anual, antes de cada temporada.

Nosotros nos proponemos estudiar próximamente las alteraciones electrocardiográficas en el propio ambiente, es decir, dentro del agua a diferentes profundidades, si conseguimos superar todo el ingente acúmulo de dificultades que presentan tales registros.

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) HALDANE, J. S. — «Respiration». — 2a. ed. Oxford, 1935.
- (2) CUREL, J. M., PEYTRAUD, J., MARIANI, A. y FRUCTUS, X. — «Considérations sur l'examen Médico-Physiologique et Electrocardiographique des Plongeurs». — «Médecine de la Plongée», núm. 1, 1961.
- (3) WYSS. — «Istituto di Fisiologia Umana di Torino». — 28, 6, 1956. — Citado por A. CECCHI y col.
- (4) SALA-MATAS, J. E. y VINTRO-MARCE, P. — «Algunas alteraciones de las constantes hemáticas a consecuencia del buceo con escafandra autónoma». — Primer Coloquio internacional de Medicina subacuática, Cannes, junio de 1960. — IV Congreso Internacional de Medicina Deportiva, del «Groupement Latin de Médecine Physique et des Sports». — Barcelona, 1963.
- (5) CABARROU, P. — «L'electrocardiogramme a — 250 mètres». — «La Presse Médicale», núm. 32, 29, 6, 1963.
- CABARROU, P. — «Quelques données électrocardiographiques sur l'homme vivant dans l'atmosphère comprimé». — «Médecine, Education physique et sport». — 37 année, núm. 3, 161-162, 1963.
- (6) CECCHI, A., GIULIANO, A., GRILLO, A., MANCO, G., PINACCI, V. y RAVARA, A. — «Prime esperienze elettrocardiografiche in acqua». — «Bollettino della Società Italiana di Biologia sperimentales». — XL, núm. 18, 1.070-1.072, 1964.
- (7) TINTORE, S., CASTELLO, A., ESTRUCH, J. y GALILEA, J. — «Estudio electrocardiográfico de un grupo de participantes en una marcha de regularidad en montaña». — «Rev. Española de Cardiología». — XVII, núm. 1, 259-265, enero 1964.
- (8) TINTORE, S., ESTRUCH, J. y GALILEA, J. — «Modificaciones electrocardiográficas en un grupo de deportistas sometidos a control periódico de entrenamiento». — «Rev. Española de Cardiología». — XVII, núm. 1, 266-272, enero 1964.
- (9) P. CHAILLEY-BERT y F. PLAS. — «Physiologie des activités Physiques». — «Ed. J. B. Baillière et fils». — Paris, 1962.