

Algunas alteraciones de constantes hemáticas a consecuencia del buceo con escafandra autónoma

Dr. E. SALA MATAS.

Dr. P. VINTRÓ MARCÉ.

Cuando se habla de buceo o de escafandris-
mo se tiende, corrientemente, a pensar en los
accidentes de descompresión y solamente en
ellos. Para la inmensa mayoría, los peligros
que acechan al hombre que se aventura deba-
jo del agua con una escafandra se concretan
en las palabras «burbujas de nitrógeno» y
«accidentes de descompresión», y es evidente
que la prensa y la radio, amén de muchos de
los escritores que han tratado de estos temas,
han contribuido en gran parte a este conoci-
miento limitado del asunto.

Es evidente que, por el solo hecho de hallar-
se 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 de ninguna manera limitarse tan sólo
a los accidentes de descompresión, con ser
éstos de una importancia enorme por sus conse-
cuencias.

Antiguamente los buzos eran frecuentemen-
te víctimas de accidentes que resultaban, en
aquel entonces, completamente incomprens-
bles. Hoy día, con mayores conocimientos, las
precauciones que permiten evitar estos acciden-
tes son conocidos y si alguna vez por desgracia
se producen, se trata generalmente de que una
falta ha sido cometida, de que una regla de
la inmersión no ha sido tenida en cuenta.

Pero nosotros quisimos averiguar si incluso
en aquellos buceos que, según los conoci-
mientos actuales, se consideran como normales, —en
los que se siguen todas las reglas de seguridad
y prudencia actualmente aceptadas de acuerdo
con la técnica preconizada hoy día—, si en
ellos, decimos, se producían cambios en el fisio-
logismo del buceador cuando está debajo del
agua y eventualmente si estos cambios persis-
tían y podían tener una influencia patológica.

Para ellos empezamos en 1958 una serie de
trabajos sobre esta materia.

Según la escasa literatura médica publicada
a este respecto que pudimos encontrar, resul-
taba que el número de hematíes, así como el
tanto por ciento de hemoglobina, disminuían
en el curso de la compresión. Según leímos, el
número de hematíes volvía a lo normal en dos
o tres días, si bien a condición de que la com-
presión no hubiera excedido de dos atmósfe-
ras relativas, ya que si dicha compresión había
sido superior la disminución podía persistir
hasta dos y tres semanas. El porcentaje de
hemoglobina volvía también a cifras normales
pero mucho más lentamente todavía. DOYON
y MOREL, en 1901, observaron estos hechos
en conejos expuestos durante 21 días a presión
elevada y notaron una disminución de hematíes
que alcanzaba hasta menos 200.000.

Según ZOCOLI, esta disminución del número
de hematíes sería debida a la acción inhibido-
ra que ejercería la presión sobre la actividad
hematopoyética de la medula ósea.

ISHIKAWA, en 1939, experimentando sobre
conejos, encontró: *a*) una baja de ácido lácti-
co; *b*) un aumento de la glucemia; *c*) una
disminución de la presión osmótica coloidal, y
d) una tendencia del pH sanguíneo a volverse
ácido.

CEDRANGOLO, en 1951, habla de un lige-
ro aumento de la uremia en los tubistas, o sea
los trabajadores de las campanas de buzo o
cajones.

Por último leímos también que los cloruros
sanguíneos y la velocidad de sedimentación no
eran afectados por la compresión.

Estas investigaciones habían sido realizadas
sobre animales, excepto en el caso de CE-

DRANGOLO en que lo fue sobre hombres, si bien éstos no estaban en contacto con el agua, sino en seco en el interior de un cajón. Nosotros, con el fin de dar a nuestras investigaciones las mayores garantías de exactitud, nos propusimos realizar nuestro estudio directamente sobre hombres que se sumergían en el seno del agua y para ello contamos con nuestros buceadores con escafandra autónoma.

Coincidiendo con nuestro deseo de realizar estos trabajos, se nos presentó una ocasión excepcional. En la Costa Brava, concretamente en el pueblecito de Estartit, frente a las islas Medas, se había instalado una empresa para la pesca del coral con escafandra autónoma y sus miembros se sumergían casi diariamente a profundidades del orden de 50 y 60 metros en busca del coral de primera calidad que en ellas se encuentra. Un buceo a estas profundidades representa algo verdaderamente importante. El cuerpo se encuentra sometido en ellas a una presión de 6 y 7 atmósferas absolutas, respectivamente; o, dicho en otras palabras, de 6 y 7 kilogramos por centímetro cuadrado.

Era, pues, evidente que si existían cambios en el fisiologismo humano como consecuencia del buceo y a pesar de observar todas las reglas de seguridad hasta ahora vigentes, serían estos hombres que se sumergían en aguas de las Medas quienes los presentarían en mayor o menor grado, tanto por las profundidades que alcanzaban, como por la frecuencia con que realizaban sus inmersiones. Propusimos a tres de ellos, los que con mayor frecuencia buceaban, de someterles a control médico periódico y accedieron inmediata y gustosamente a ello. Posteriormente se añadió un cuarto buceador, por haber presentado molestias debajo del agua.

Pero nuestras revisiones y análisis, por tener lugar en Barcelona (a unos 150 kilómetros de Estartit) no podían darnos los datos inmediatos después de un buceo. Aprovechamos pues la ocasión en que ocho Monitores del CRIS (Centro de Recuperación e Investigaciones Submarinas) desde un barco anclado debía proceder al examen práctico de los alumnos inscritos en el cursillo para escafandristas de esta entidad. El número de inmersiones, tiempo de permanencia a una profundidad determinada y tiempo total de permanencia en el agua, no serían forzosamente los mismos para cada Monitor. Todos ellos se ofrecieron voluntariamente para que se les practicara una toma de sangre inmediatamente antes y después de la inmersión.

Procediendo de esta manera, trabajando en

dos grupos de buceadores, podríamos averiguar los cambios inmediatos que tuvieran lugar y asimismo aquellos que persistieran, o los que pudieran producirse por la repetición próxima de las inmersiones o por los buceos profundos a 50 y más metros.

En cada caso se investigó lo siguiente: Hematías, Hemoglobina, Valor Globular, Leucocitos y Fórmula Leucocitaria, Velocidad de Sedimentación Globular, Índices de Katz y de Permayner, Proteínas totales del suero, Serinas, Globulinas, Cociente serinas-globulinas, Uremia, Glucemia y Colesterinemia. Además, en dos de los buceadores de Estartit, a causa de molestias que presentaron, se hicieron pruebas funcionales hepáticas y en uno de ellos también de funcionalismo renal.

A continuación pasamos a dar el detalle de los resultados obtenidos en cada uno de los grupos de buceadores examinados. A fines didácticos, expondremos primero los resultados obtenidos en los ocho Monitores, a pesar de que cronológicamente no fueron los primeros en ser observados por nosotros.

PRIMER GRUPO

Formado como acabamos de indicar por ocho Monitores del CRIS. Las tomas de sangre se hicieron aprovechando la ocasión de celebrarse los exámenes prácticos del cursillo para escafandristas, en los que estos Monitores debían examinar un centenar de alumnos. El fondo sobre el cual ancló el barco —el patrullero RR-10, de la Comandancia de Marina de Barcelona— era de 30 metros, pero sólo debía llegarse al mismo para determinados alumnos y aún así permanecer poco tiempo en él. La mayor parte de inmersiones tuvieron lugar entre 10 y 20 metros. El tiempo de permanencia en el agua —contando estancias en superficie, bajadas y subidas— fue distinto para cada Monitor, variando desde 45 minutos (el que estuvo menos) hasta 4 horas 30 minutos (el que estuvo más). Las tomas de sangre se verificaron antes de la inmersión e inmediatamente después, a medida que iban subiendo al barco. Cuando se efectuó la primera toma, cuatro de ellos declararon estar en ayunas y los otros cuatro haber desayunado.

Interesa hacer constar que aquel día el agua estaba materialmente plagada de medusas, las cuales ocasionaron molestias en forma de prurito a la mayoría de los buceadores en las partes del cuerpo no protegidas por los trajes iso-

térmicos, e incluso en algunos de ellos manifestaciones de urticaria.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Hematis. — Aumentaron en la totalidad de los observados. El aumento fue de 200.000 en siete de ellos y de 300.000 en uno. El tanto por ciento de aumento medio representa un 3,08 %.

Hemoglobina. — Aumentó en la totalidad, representando un aumento medio de un 4,15 por ciento.

Valor Globular. — Disminuyó en cuatro, aumentó en tres y quedó igual en uno.

Leucocitos. — Aumentaron en todos los observados, con un tanto por ciento de aumento medio de 28,2. Este tanto por ciento en realidad es mayor, pues la mitad de los buceadores estaban al empezar la prueba en pleno período digestivo.

Fórcula leucocitaria. —

Neutrófilos en banda. — Aumentaron en siete, disminuyendo en uno. Aumento medio de 17,4 %.

Neutrófilos segmentados. — Aumentaron en una mitad de los observados, disminuyendo en la otra mitad.

Eosinófilos. — Aumentaron en todos los observados. Uno de ellos llegó a pasar de la cifra de 1 a 8. El aumento medio fue de un 126,10 por ciento.

Basófilos. — Aumentaron en seis y disminuyeron en dos. Aumento medio 75 %.

Linfocitos. — Disminuyeron en todos los buceadores. Tanto por ciento de disminución media, 14,50 %.

Monocitos. — Aumentaron en tres, disminuyeron en otros tres y quedaron iguales en dos.

Velocidad de sedimentación globular:

1.ª hora: Aumentó en cuatro, quedó igual en tres y disminuyó en uno.

2.ª hora: Aumentó en seis y disminuyó en dos. Aumento medio, 1,1 %.

24 horas: Disminuyó en todos. Disminución media, 23,64 %.

Índice de Katz: Aumentó en seis y disminuyó en dos. Aumento medio, 10,9 %.

Índice de Permanyer: Disminuyó en siete y aumentó en uno. Disminución media, 28,9 %.

Proteínas totales del suero. — Aumentaron en una mitad, disminuyendo en la otra mitad.

Serinas. — Quedaron iguales en cuatro, aumentaron en tres y disminuyeron en uno.

Globulinas. — Quedaron iguales en cuatro, disminuyeron en tres y aumentaron en uno.

Cociente serinas-globulinas. — Quedó igual en cuatro, aumentó en tres y disminuyó en uno.

Uremia. — Aumentó en la totalidad de los observados. El aumento medio es de un 23,76 por ciento.

Glucemia. — Aumentó en cuatro, disminuyó en tres y quedó igual en uno.

Colesterinemia. — Disminuyó en seis y aumentó en dos. Disminución media, 5,9 %.

Hay que tener en cuenta que cuatro de ellos no estaban en ayunas al empezar la inmersión.

Resumiendo estas observaciones, nos quedan como datos más destacados:

| | | | |
|---|-----------------|-------------------|----------|
| Aumentaron en la totalidad de los observados. | Hematis | Aumento medio | 3,08 % |
| | Hemoglobina | » » | 4,15 % |
| | Leucocitos | » » | 28,20 % |
| | Eosinófilos | » » | 126,10 % |
| | Urea | » » | 23,76 % |
| Aumentaron en la mayor parte de los observados | N. en banda | » » | 17,40 % |
| | Basófilos | » » | 75,— % |
| | V.S.G. 2.ª hora | » » | 1,10 % |
| | Ind. Katz | » » | 10,90 % |
| Disminución en la totalidad de los observados. | Linfocitos | Disminución media | 14,50 % |
| | V.S.G. 24 horas | » » | 23,64 % |
| Disminuyeron en la mayor parte de los observados | Ind. Permanyer | » » | 28,90 % |
| | Colesterinemia | » » | 5,90 % |

SEGUNDO GRUPO

Formado por los buceadores pescadores de coral. Los análisis se los practicaron periódicamente durante más de dos años. En todos los casos la toma de sangre debió ser hecha más de 24 horas después de la última inmersión.

Los resultados obtenidos con este grupo fueron los siguientes:

Hematies, hemoglobina y valor globular. — Cifras absolutamente normales. En ningún momento se comprobó el menor indicio de anemia.

Leucocitos. — Valores normales, con un ligerísimo aumento, a través de lo sanálisis repetidos, en dos de los buceadores.

Fórmula leucocitaria. — Neutrófilos en banda y segmentados normales. Los eosinófilos aumentaron ligeramente en alguna ocasión. Basófilos normales. Los linfocitos acusaron a veces una ligera disminución. Monocitos normales.

Velocidad de sedimentación globular. — Los valores correspondientes a la 1.^a y 2.^a y 24 horas fueron normales, si bien los correspondientes a estas últimas experimentaron a veces un ligero aumento.

Índices de Katz y de Permanyer, normales, si bien este último aumentó en ocasiones un poco.

Proteínas totales, serinas, globulinas y cociente serinas-globulinas. — Normales.

Uremia. — Valores más bien algo elevados, dentro de los límites de la normalidad, pero en ocasiones francamente aumentados.

Glucemia. — Normal. Sin embargo, en una ocasión un buceador presentó hipoglucemia.

Golesterinemia. — Ligero aumento, pero manteniéndose dentro de cifras normales.

Cuando llevaban unos cuatro meses trabajando, dos de estos buceadores con unos días de diferencia uno de otro, presentaron vómitos a 50 metros de profundidad en varias ocasiones. Según explicaron, al cabo de poco rato de estar abajo trabajando sin moverse de un sitio determinado, es decir sin ascender ni descender, eran presa del deseo imperioso de vomitar y allí mismo, retirando de su boca la boquilla de caucho, vomitaban bajo el agua. Una vez fuera, durante el resto del día, uno de ellos presentaba náuseas de vez en cuando, sin llegar a vomitar, mientras que el otro no tenía ninguna molestia.

Efectuados los análisis, encontramos en el

primero a quien le sucedió —que fue también el más afectado— una uremia de 0,62 y una glucemia de 0,84, siendo el resto normal. Las pruebas funcionales hepáticas, practicadas al mismo tiempo, no pusieron de manifiesto nada anormal.

El otro buceador presentó una uremia de 0,58, mientras que la glucemia de 1,05 era normal así como el resto del análisis. Las pruebas funcionales hepáticas, así como pruebas de funcionalismo renal que en éste se practicaron para más seguridad, resultaron normales completamente.

Se les ordenó suspender los buceos durante ocho días, pero por lo demás continuar llevando el género de vida que tenían por costumbre. Los análisis practicados al término de este período dieron como resultado una regresión a la normalidad en los dos casos: a) 0,48 de urea y 1,05 de glucosa, para el primer buceador (al cual habían desaparecido entre tanto también las molestias experimentadas en tierra firme), y b) 0,50 de urea y 1,08 de glucosa para el segundo. Los valores de urea habían disminuido por el solo hecho de no practicar buceos.

Desde entonces hemos observado que siempre que uno cualquiera de estos buceadores presenta molestias del tipo que sean, acostumbra a coincidir con un aumento del valor de la urea en su sangre. Y que unos días de reposo, sin hacer inmersión, suelen bastar para que todo vuelva a la normalidad.

COMENTARIO

Haciendo ahora una breve recapitulación de todo lo que encontramos, diremos que inmediatamente después de un buceo hemos observado una serie de cambios, en más y en menos, en los elementos y en la composición química de la sangre, cuya naturaleza y detalle hemos especificado anteriormente. Pero estos cambios, en su mayor parte, no los hemos visto persistir más allá de las 24 horas y si acaso en muy débil grado. Una excepción debe hacerse y ella se refiere a la urea, cuyo aumento no sólo persiste en parte, sino que con la repetición próxima de los buceos puede llegar a cifras altas.

Así, pues, existen dos hechos que a nuestro juicio interesan destacar.

Por un lado, el buceo normal no produce anemia como podría creerse por los trabajos que se habían llevado a cabo anteriormente y que citamos al principio de esta comunicación. Ya en el Primer Coloquio Internacional de

Medicina Sub-acuática (Cannes, 1960) expusimos nuestra opinión de que la anemia pudiera producirse en el caso de una compresión prolongada durante largo tiempo, (como en la experimentación llevada a cabo por DOYON y MOREL sobre conejos durante 21 días), pero es evidente que las condiciones de un buceo normal por parte del hombre son desde luego muy distintas. En estas condiciones vemos que, no sólo no hay anemia, sino que por el contrario inmediatamente después de un buceo las cifras de hematíes y de porcentaje de hemoglobina se encuentran ligeramente aumentadas.

El otro hecho que juzgamos importante es el aumento de urea, principalmente porque en ocasiones este aumento puede llegar a ser muy marcado y además porque acostumbra a coincidir con el momento en que el buceador aqueja trastornos. Creemos muy interesante vigilar periódicamente la uremia en todos aquellos que bucean con determinada frecuencia, tal como venimos haciendo nosotros con los pescadores de coral. Y opinamos que debería prohibirse el buceo, por lo menos durante cierto tiempo, cuando la urea es superior a 0,55 %.

En septiembre de 1962 fue llevada a cabo en la rada de Marsella, bajo la dirección del Comandante COUSTEAU, la llamada «Operación Pro-Continent núm. 1». Durante siete días dos hombres vivieron debajo del agua a la profundidad de 10 metros, en el interior de un cilindro metálico horizontal de 5 metros de longitud por 2,55 metros de diámetro, provisto en su parte inferior de un pozo de acceso cilín-

drico de 1 metro de diámetro y 0,50 metros de longitud. El aire del cilindro era proporcionado desde la superficie a la presión correspondiente a 10,50 metros o sea a la presión de 2,05 Kg./cm.². El control médico de los sujetos fue llevado a cabo por el doctor FRUCTUS y el profesor CHOUTEAU.

En el curso de esta experiencia se comprobó la aparición de una anemia en ambos sujetos. El séptimo día uno de ellos había perdido cerca de 1.100.000 hematíes y el otro cerca de 400.000. La recuperación empezó, no obstante, desde el día siguiente al de su salida, habiendo ambos recuperado en dicho día 200.000 hematíes por mm.³.

Por otra parte se comprobó también un aumento bastante regular de la urea en ambos sujetos.

Estos resultados han confirmado plenamente los encontrados anteriormente por nosotros en lo que se refiere a la urea. Y en cuanto a la anemia, confirman nuestra hipótesis de que ésta se reproduciría en el curso de una compresión prolongada durante largo tiempo. En el buceo normal, o sea si la vida a presión tiene lugar durante un tiempo limitado, la anemia no se produce.

(Comunicación presentada en el IV Congreso Internacional de Medicina Deportiva del Groupement Latin de Medicine Physique et des Sports. — Barcelona, septiembre, 1963).

