

El buceo y sus riesgos

DR. PEDRO DE VICENTE MONJO.

Las actividades subacuáticas están hoy ampliamente difundidas, pero tienen características tan peculiares, que, unas veces, por mero accidente y las más, por desconocimiento, las convierten en una práctica de elevado riesgo.

En un sentido amplio, los riesgos del buceo son todas aquellas situaciones próximas a un daño que pueden tener lugar en cualquier momento, durante la práctica de esta actividad, que consiste en sumergirse en agua, a mayor o menor profundidad.

Al desarrollarse esta modalidad deportiva o profesional en un medio ajeno al habitual, las causas de un posible percance dependen de factores muy variables, a veces ajenas al propio buceo y diferentes según se practique en apnea (inmersión a pulmón libre), o respirando con cualquier sistema de aire a presión (buceo clásico, equipo autónomo o semiautónomo).

En el presente estudio pretendemos dar una clasificación, aunque no exhaustiva, de las causas más frecuentes de accidente, haciendo un breve comentario sobre las más peculiares, o de mayor interés fisiopatológico.

TABLA I

RIESGOS EN EL BUCEO. — CAUSAS

1. — CAUSAS AJENAS AL BUCEO:

- Hélices o golpes con embarcaciones.
- Aguas infectadas.
- Anzuelos, redes y aparejos de pesca.
- Mal estado de la mar.
- Mal estado de salud.
- Animales marinos: Medusas, Erizos, Morenas, Arañas, etc.

2. — CAUSAS DEBIDAS AL MEDIO AMBIENTE:

- Ahogamiento.
- Alteraciones fisiológicas.
- Hidrocución.

3. — RIESGOS PROPIOS DEL BUCEO EN APNEA:

- Presión en oídos, senos, etc.
- Hipoxia, hiperventilación.
- Aumento de la respuesta vagal.

4. — RIESGOS PROPIOS DEL BUCEO CON ESCAFANDRA:

a) INTOXICACION POR GASES:

- Nitrógeno.
- Oxígeno.
- Carbónico.
- Aire sucio.

b) PRESION:

- Insuflación.
- Sobrepresión pulmonar.
- Descompresión.
- Cólico del buceo.
- Presión sobre oídos y senos.

c) FACTORES DESENCADENANTES:

- Mal estado físico.
- Mala técnica.
- Mal estado emocional.
- Frío.
- Cansancio.

1. — CAUSAS AJENAS AL BUCEO:

Hay gran número de accidentes provocados por causas que nada tienen que ver con el buceo en sí, pero que, a veces, se imputan a este último. Por ello, aunque no les hagamos estudio, es importante mencionarlos, dada la elevada frecuencia con que se presentan.

En más de una ocasión, alguien que se encontraba ya algo enfermo ha pensado que se mejoraría con el «chapuzón», sufriendo durante el baño un cuadro que no se debe achacar al hecho de bucear. Similarmente ocurre con cualquiera de las causas que enumeramos en la Tabla I, cuya lista lógicamente es incompleta, y cuya continuación puede quedar a la fértil imaginación del lector (fig. 1).



Fig. 1. — Gran número de accidentes están provocados por causas ajenas al buceo. Las redes y aparejos de pesca son muy peligro-

sos cuando se hacen inmersiones en aguas poco transparentes.

2. — CAUSAS DEBIDAS AL MEDIO AMBIENTE:

a) AHOGAMIENTO:

Hay muchas situaciones patológicas de importancia banal cuando ocurren en tierra, pero que pueden tener un desenlace fatal si acaecen cuando se está sumergido en agua. El agotamiento físico, un desvanecimiento pasajero, un acceso de tos, la entrada de agua accidentalmente en las vías respiratorias que produzcan un espasmo de glotis, u otras circunstancias similares, pueden desencadenar un accidente mortal, por el hecho de tener lugar en un medio ambiente diferente al normal, y no por la importancia del cuadro en sí.

Los mecanismos por lo que un individuo puede llegar al «ahogamiento» son innumerables, pero, las más de las veces, la causa suele ser una situación que, de haber ocurrido en tierra, habría carecido de trascendencia.

b) ALTERACIONES FISIOLÓGICAS POR LA INMERSION:

Quizá, como un recuerdo filogenético, el hombre posee una serie de *mecanismos de adaptación* fisiológica al hecho de sumergirse en agua. Muchos de ellos son los mismos que utilizan los mamíferos de vida acuática, aunque en menor grado.

En la figura 2 se esquematizan los efectos de la inmersión en la fisiología humana, de un modo similar a lo que ocurre en los cetáceos.

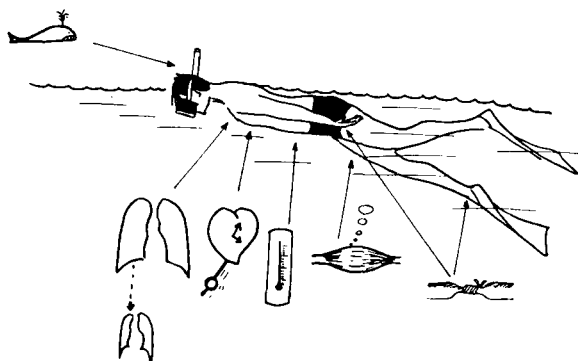


Fig. 2. — ALTERACIONES FISIOLÓGICAS EN LA INMERSION A PULMÓN LIBRE. — El comportamiento del hombre en inmersión, es similar al de los mamíferos acuáticos:

El pulmón se adapta a la presión disminuyendo de volumen. — El corazón late más despacio. La temperatura basal descende. — El músculo utiliza mioglobina y retiene ácido láctico durante la inmersión. — El riego arterial periférico disminuye y la circulación venosa aumenta el retorno al círculo menor.

Cualquier *exageración de la respuesta* fisiológica normal, o desviación de ella, puede ocasionar un cuadro que, como mencionábamos antes, puede tener graves complicaciones, por las condiciones ambientales especiales en las que se presenta.

Bradycardia de inmersión:

Cuando se sumerge el rostro en agua, aparece el llamado «reflejo de zambullida» (o reflejo de Wolf), que consiste en un *enlentecimiento* de la frecuencia cardíaca, cuya disminución puede llegar a ser del 30 % en atletas entrenados en el buceo.

Se trata de un fenómeno vagal que va acompañado de alteraciones electrocardiográficas, tales como, alargamiento de la distancia T-P, disminución de la amplitud de la onda P, e incluso cortos periodos de bloqueo A-V.

Estos fenómenos están aumentados en el buceo en apnea, por la maniobra de Valsalva, que lleva implícito esta modalidad, al tener que retener el aire en los pulmones, durante todo el tiempo de inmersión.

Adaptación pulmonar a la presión:

Debido a la Ley de BOYLE MARIOTTE, el volumen del pulmón se reduce, a medida que aumenta la presión ambiente, durante la inmersión a pulmón libre. Así, las estructuras pulmonares se van comprimiendo, por lo que el límite de la profundidad viene determinado principalmente, por la elasticidad de la caja torácica.

Esto sólo ocurre en el buceo a pulmón libre. En el buceo con equipo autónomo, el volumen pulmonar no se reduce con la profundidad sino que toda la cavidad torácica se llena de aire que suministra un ingenio mecánico a la presión ambiente.

Es peligroso sobrepasar profundidades superiores a las que puedan soportar la elasticidad de las diferentes estructuras pulmonares del buceador (fig. 3).

Adaptación a la temperatura:

KANG y HONG demostraron que existe una disminución de la temperatura basal en los buceadores, como mecanismo de adaptación a la temperatura del agua, habitualmente inferior a la del cuerpo humano.

La mayor o menor facilidad de adaptación al frío es diferente en todas las personas, dependiendo de factores individuales, tales como, el tejido adiposo, metabolismo, funcionalismo vasomotor, músculos, hígado, dieta, etc.

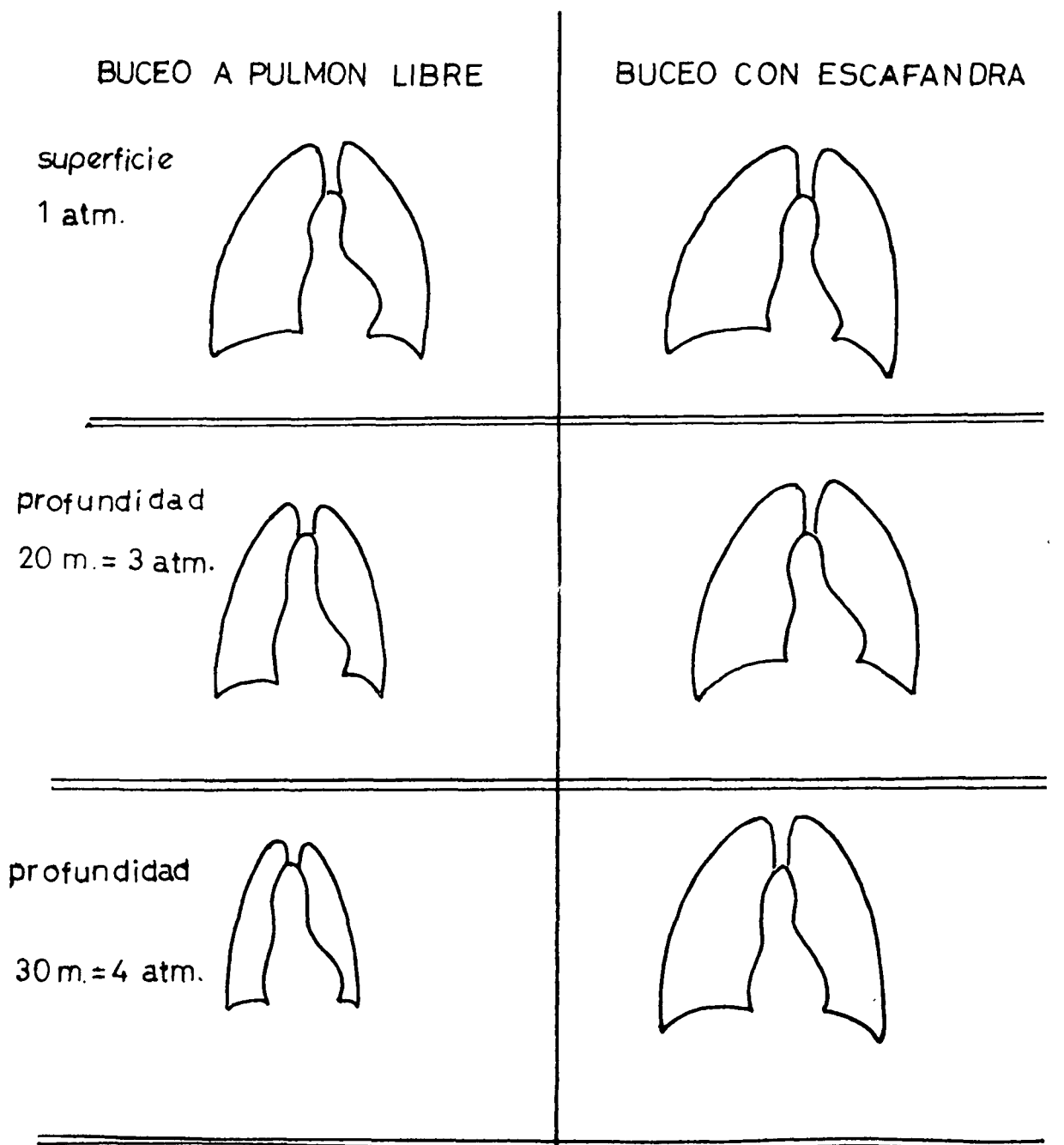


Fig. 3.—El comportamiento del pulmón es diferente según se practique el buceo a pulmón libre, o con escafandra.

Aunque en ambos casos el aire contenido en la cavidad torácica aumenta de presión, según la

Cuando el mecanismo de adaptación al frío se agota, aparece un cuadro progresivo que va, desde temblor, sensación de malestar, irritabili-

profundidad, en el buceo a pulmón libre el volumen pulmonar **DISMINUYE**, mientras que en el buceo con escafandra el volumen pulmonar **PERMANECE CONSTANTE**.

dad, embotamiento progresivo, incoordinación motora, debilidad y sueño, hasta llegar a coma y muerte.

TABLA II
EFECTOS DEL FRIO SOBRE EL ORGANISMO

F A S E	TEMPERATURA BASAL	SINTOMAS
ESTIMULACION	35°	Temblores. - Malestar. Irritabilidad.
DEPRESION	30 a 35°	Embotamiento. Incoordinación motora. Sueño.
CRITICA	25 a 30°	Arritmia. Fibrilación auricular.
EXPERIMENTACION EN PERROS	22°	Fibrilación ventricular Coma y muerte.

La temperatura del agua en el mar Mediterráneo es de 13°.

Las pérdidas de calor en el agua son 25 veces mayores que en el aire, por lo que el cuadro es más rápido y grave; aconsejándose, por tanto que, apenas comiencen los síntomas de frío, se suspenda el buceo para salir a tierra.

Modificación de la Lactacidemia:

Durante el ejercicio físico se libera ácido láctico que se vierte a la sangre. Al igual que ocurre en los cetáceos, durante la inmersión, el nivel de ácido láctico permanece constante, aunque se esté haciendo ejercicio. En el momento que termina la apnea, se libera bruscamente al torrente sanguíneo para normalizarse después en forma paulatina.

Vasoconstricción periférica:

Existe una vasoconstricción de la circulación periférica durante la inmersión. ELSNER y colaboradores comprobaron por pletismografía, que en inmersión puede llegar a suponer una disminución del débito normal de hasta el 75 %.

Por otra parte, al estar todo el cuerpo sumergido en agua, desaparece la gravedad y actúa el principio de ARQUIMEDES en tal modo, que la situación se asimila a la de estar todo el cuerpo presionado, por una gran prenda de sujeción (como las medias para varices), que activa al sistema venoso periférico, aumentando el retorno de sangre al círculo menor.

Estos cambios circulatorios pueden llegar a descompensar a personas con labilidad cardiovascular, o que sean portadores de alguna afección cardiocirculatoria.

c) HIDROCUCION:

Definida por LARTIGUE y ampliamente es-

tudiada por LEDERER, se considera hoy como el síncope por termoshock diferencial.

Es el fracaso más o menos brusco a la adaptación del hombre al contacto del agua. Puede presentarse de un modo inmediato, o tardío.

La forma clínica grave puede llegar a producir pérdida del conocimiento, con parada de los movimientos respiratorios y muerte. Pero rara vez ocurre de esta forma repentina, siendo lo más habitual que aparezcan ciertos síntomas premonitorios, tales como: PRURITO de cualquier localización, pero más a menudo, en la espalda y cuero cabelludo; ERITEMA, en brazos, muslos y abdomen; SENSACION BRUSCA DE FATIGA; VERTIGO, acompañado, a veces, de acufenos, zumbido de oídos, visión borrosa o moscas volantes; DOLOR, calambres musculares, dolor abdominal.

La hidrocución se presenta con mayor facilidad, en aquellas personas que padecen distonía neurovegetativa, enfermedades alérgicas, insuficiencia hepática, estado febril, o que han estado expuestas largo rato al sol, y, en general, todas aquellas situaciones que supongan un mayor esfuerzo para adaptarse a un cambio brusco de temperatura.

Dada la gran influencia de la mente en el mecanismo vasomotor, la hidrocución incide más, en aquellas personas que no están adaptadas psicológicamente al baño.

3. — RIESGOS PROPIOS DEL BUCEO EN APNEA:

En este apartado se consideran los efectos debidos a la presión en las cavidades aéreas, tales como, oídos, senos paranasales, muelas,

los cuadros de *hipoxia*, y aquellos que son consecuencia del *aumento de la respuesta vagal* a la inmersión.

a) PRESION:

Apenas comienza la inmersión, los efectos de la presión se hacen sentir sobre los senos paranasales y sobre el oído. Cada metro de profundidad, supone un aumento de 100 gramos por centímetro cuadrado, presión que es elevada si se compara con la fina estructura del *tímpano*.

A partir de los 4 ó 5 metros el buceador debe hacer maniobras de deglución de saliva o de Valsalva para igualar las presiones de las cavidades a uno y otro lado del tímpano, pues de otro modo éste se rompería. Es conveniente saber que la gran mayoría de rasgaduras del tímpano ocurren entre los 3 y 5 metros de profundidad.

Si las posibilidades del buceador le permiten continuar descendiendo a los 7 u 8 metros, el cuadro se repite de un modo similar, afectando a *los senos paranasales*, que pueden estar algo obstruidos por algún tapón mucoso, inflamación de la mucosa o cualquier otra causa. En estos casos si se fuerza la inmersión, las delicadas paredes de los senos pueden llegar a romperse, dando lugar a hemorragia e intenso dolor.

Algo parecido en su patogenia ocurre con las cavidades aéreas contenidas en una *muela careada*. Si el hueco está lleno de aire, que se comprime y dilata repetidas veces, a lo largo de sucesivas inmersiones, puede acabar con la rotura de la pieza dentaria. Estos accidentes ocurren en buceadores experimentados, a partir de 8 ó 10 metros de profundidad.

b) HIPOXIA. — (TARAVANA):

Es uno de los fenómenos que más frecuentemente ocurren durante la inmersión en apnea, a cierta profundidad, cuando se hace hiperventilación previamente (fig. 4).

Cuando se hiperventila, se produce un ligero *aumento de la oxigenación* y un acusado *descenso de las concentraciones de ANHIDRIDO CARBONICO*.

Ambas son las causas que aumentan la capacidad de prolongar el periodo de apnea, y por ello, la mayoría de los buceadores hiperventilan antes de sumergirse.

Veamos qué ocurre entonces:

A medida que el buceador descende, las concentraciones de oxígeno y carbónico van en aumento, pero como el CO₂ había sido disminuido por la hiperventilación, al llegar a cierta profundidad, estará con presiones de oxígeno

altas, mientras que las de carbónico permanecen normales o bajas. En estas circunstancias, el submarinista se encuentra en el fondo en hiperoxia, experimentando sensaciones de bienestar y sin síntomas de fatiga. Cuando la producción de CO₂ del organismo, y el consumo de oxígeno llegan a los límites suficientes para excitar los centros respiratorios, el buceador siente deseo de respirar y comienza la ascensión.

Durante la ascensión, la presión va descendiendo y con ella las presiones parciales de los gases alveolares, cayendo a límites que la presión parcial de oxígeno alveolar se hace inferior a la concentración en sangre. Entonces se invierte EL INTERCAMBIO DE GASES A NIVEL DEL ALVEOLO, PASA OXIGENO DESDE LA SANGRE AL PULMON, PRODUCIENDOSE HIPOXIA que, a menudo, va seguida de mareo, vértigo y pérdida del conocimiento.

Conociendo este problema, las AMA coreanas (se calcula que trabajan buceando a pulmón libre unas 30.000 mujeres) que descienden a unos 20 metros, nunca hacen hiperventilación previa, aunque así sus inmersiones serán más cortas de duración. La pérdida de conocimiento es conocida con el nombre de TARAVANA, cuando se desencadena por el mecanismo mencionado.

La pérdida de conciencia es un mecanismo de protección a la Hipoxia cerebral, porque, al caer al suelo el individuo, riega mejor la cabeza que queda en horizontal. Pero en el mar no ocurre igual, ya que no es probable que se mantenga la horizontal, y con seguridad la boca estará en contacto con el agua que inundaría los pulmones en el primer movimiento respiratorio.

c) RESPUESTA VAGAL:

El buceador a pulmón libre llena sus pulmones de aire, cierra la glotis y comienza la inmersión, haciendo una larga y prolongada maniobra de Valsalva. Durante ella, como sabemos, el pulso se entelcece y disminuye el débito cardíaco, por la dificultad de retorno venoso. Si a esto le sumamos los efectos bradicardizantes del reflejo de zambullida (ver alteraciones fisiológicas), se comprende que en personas predisputas se puedan producir bradicardias o bloqueos A - V, que puedan crear problemas de conducción. Por ello, quienes tengan algún retardo en la conducción A - V, deben abstenerse de bucear.

La exagerada respuesta de alguno de los mecanismos de adaptación se ve aumentada con el descenso a profundidad, principalmente en las personas con labilidad cardiocirculatoria.

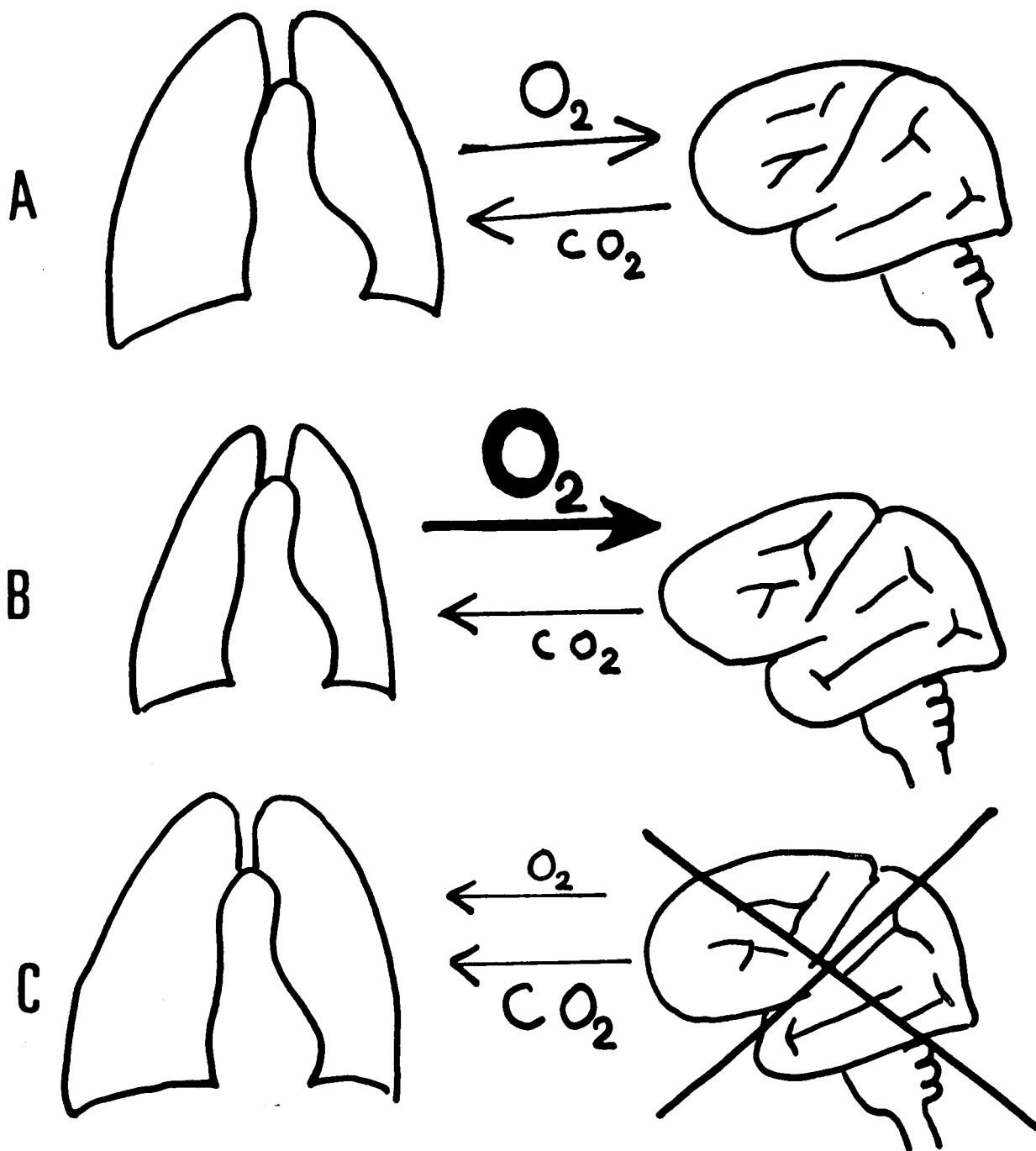


Fig. 4. — MECANISMO DE LA HIPOXIA EN EL BUCEO (ver texto).

A. — En superficie la hiperventilación permite una buena oxigenación del organismo, al tiempo que disminuye la cantidad de anhídrido carbónico.

B. — En el fondo, a 20 metros de profundidad, el tórax se comprime. El oxígeno está a mayor

presión parcial. Se oxigenan mejor cerebro y corazón. El CO_2 es normal.

C. — Durante el ascenso. — Cuando el aumento de CO_2 excita a los centros respiratorios hay que subir para respirar. La caída de presión afecta al oxígeno QUE DISMINUYE TANTO QUE PUEDE LLEGAR A RESTARSELO AL TORRENTE SANGUINEO (y por tanto al cerebro) ORIGINANDO LA PERDIDA DEL CONOCIMIENTO.

4.— RIESGOS PROPIOS DEL BUCEO CON ESCAFANDRA:

Pueden clasificarse en dos grandes grupos diferentes tanto por su patogenia, como por su cuadro clínico:

- A) INTOXICACION POR LOS GASES RESPIRADOS.
- B) PROBLEMAS DERIVADOS DEL AUMENTO DE PRESION.

A) INTOXICACION POR GASES RESPIRADOS:

Durante la inmersión con escafandra, el buceador respira por medio de un sistema autónomo o semiautónomo, según la especialidad. Pero el hecho fundamental, es que el aire o la mezcla gaseosa que se trate, le es suministrada de un modo artificial y a la presión ambiente.

Según los gases y la presión o profundidad a que se respiden pueden aparecer cuadros patológicos diferentes (fig. 5).

- 1) Intoxicación por oxígeno.
- 2) Intoxicación por anhídrido carbónico.
- 3) Intoxicación por nitrógeno.
- 4) Intoxicación por aire sucio.

1) Intoxicación por oxígeno:

Desde los trabajos de PRISTLEY en 1774 y del PAUL BERT en 1878 se conocen los cuadros de intoxicación aguda y crónica por oxígeno:

Intoxicación CRÓNICA por oxígeno.— Se produce cuando se está expuesto durante horas a una presión parcial de oxígeno entre 500 y 1.000 milímetros de mercurio.

El cuadro clínico es de Neumonía irritativa, tos y dolor torácico. Se acompaña de descenso del pulso, vasoconstricción y depresión del sistema nervioso.

En el buceo se presenta, cuando se utiliza para inmersiones de más de 40 metros aire ambiente comprimido. A esta profundidad, la presión parcial del oxígeno (150 mm. de mercurio en superficie), es de $150 \times 5 = 750$ mm. de mercurio.

Intoxicación AGUDA por oxígeno.— Se presenta, cuando se respira oxígeno a una presión de 1.800 mm. de mercurio o superior. El cuadro clínico consiste en convulsiones de los labios y progresivamente del resto de la musculatura, hasta desencadenar un cuadro idéntico al de un ataque de Gran Mal. Se acompaña de vértigo, náuseas, disnea, confusión mental y amnesia.



INTOXICACION

Fig. 5.— INTOXICACION POR GASES RESPIRADOS. — El NITROGENO es tóxico a partir de 30 metros y produce un cuadro de embriaguez.

El OXIGENO si se respira puro (100 %) es tóxico a partir de 9 metros. Si se respira al 20 %, como el del aire ambiente, es tóxico a partir de 80 metros, y es irritante a partir de 30 ó 40 m.

El ANHIDRIDO CARBONICO, puede producir intoxicación a cualquier profundidad (con sensación de asfixia y ansiedad).

El AIRE SUCIO (humos de escapes, vapores de aceite...) produce sensación nauseosa y malestar.

En el buceo con escafandra, se presenta cuando se hace inmersión *con oxígeno puro*, respirando en circuito cerrado. Si se desciende a *más de nueve metros*, el oxígeno se respira a una presión parcial de más de 1,9 kg. por centímetro cuadrado, concentración a la que comienza a ser tóxico.

En el buceo *con aire comprimido* (20 % de oxígeno, que en superficie equivale a 150 mm. de mercurio), si se sobrepasa la cota de 90 metros (presión ambiente de 10 atmósferas), la concentración parcial de oxígeno vuelve a alcanzar los niveles tóxicos.

No se conoce con seguridad el mecanismo biopatológico de esta intoxicación, pero hoy se admite como posible que se deba a que, con la presión, aumenta la cantidad de oxígeno disuelto en sangre y no el oxígeno combinado. En estas circunstancias, el organismo utiliza el

oxígeno disuelto, en vez del combinado, dando lugar a una alteración en el funcionalismo del metabolismo celular, permaneciendo la sangre siempre saturada de oxígeno.

2) Intoxicación por anhídrido carbónico:

Está directamente relacionada con el cuadro que describiremos al hablar de los problemas de la presión, con el nombre de *Insuflación*.

La intoxicación se produce cuando, por una razón u otra, se retiene carbónico en exceso, el cual, a la presión ambiente de alguna profundidad, produce una hipercapnia que comienza siendo un cuadro leve y transitorio, pero que, si no se remedia a tiempo, continúa con un cuadro de importancia moderada, para llegar a la intoxicación grave.

Los síntomas comienzan por aumento de la frecuencia respiratoria, por excitación del bulbo, para seguir con sensación de asfixia, taquipnea, estado nauseoso, acompañado de nerviosismo, taquicardia y atolondramiento, para llegar a obnubilación y síncope asfíctico, en los casos de gravedad.

La causa más frecuente de este cuadro es la *mala técnica* del buceador, que retiene aire por hacer espiraciones insuficientes y, las más de las veces, por *falta de control emocional* que impide recordar la mecánica respiratoria adecuada.

Si en inmersión profunda se hace *esfuerzo físico*, el carbónico que produce el organismo se encuentra también sometido a las leyes de la presión, pudiendo llegar a ser tóxico si la ventilación pulmonar no se adapta a este aumento de las necesidades, lo que implica cierta dificultad.

En general, cualquier causa que haga perder el buen ritmo respiratorio al buceador, puede acabar en un cuadro de intoxicación por carbónico. Y aquí hay que volver a citar *al frío*. En aguas profundas la temperatura es más baja y, si no se tiene la protección adecuada, obliga a perder el ritmo respiratorio, con lo que comienza el proceso mencionado.

3) Intoxicación por nitrógeno:

El aire que contiene las botellas del buceador contiene (salvo cuando se usan mezclas especiales), un 80 % de nitrógeno que, respirado a partir de los 30 metros de profundidad, puede ser tóxico, aumentando este riesgo con la profundidad. Así, a 30 metros, existe riesgo de intoxicación por nitrógeno, pero a 50 ó 60 metros, es fácil que se presente.

Se le llama **BORRACHERA DE NITRÓGENO**, porque el cuadro clínico es muy parecido al de una embriaguez etílica. Comienza por bien-

estar, sensación de euforia, disminución de las precauciones de control, conducta anormal y somnolencia.

Es uno de los cuadros patológicos del buceo más discutidos, pues, mientras unas escuelas, como la británica, defienden que el causante es el nitrógeno que actuaría dentro del organismo a modo de NO₂ o gas hilarante (usado en anestesia), o la americana que mantiene que sin nitrógeno la borrachera no aparece, otros, como BULMAN en Suiza atribuyen el cuadro al oxígeno, o los alemanes que lo achacan al carbónico.

Entre nosotros, son interesantes los trabajos del Dr. LARA en Cartagena, sobre la velocidad de la saturación de los diferentes tejidos, de nitrógeno, independientemente de las presiones.

Es importante recordar que este cuadro es totalmente ajeno a otro, del que es causante también el nitrógeno, pero por otro mecanismo muy diferente: «la descompresión», que estudiaremos en el apartado de efectos de la presión.

La patogenia de la INTOXICACION POR NITRÓGENO, NARCOSIS, O BORRACHERA DE LAS PROFUNDIDADES, no se conoce con seguridad.

4) Intoxicación por aire sucio:

Hoy que vivimos los días de la polución, no es de extrañar, que en la atmósfera ambiente haya concentraciones de los más variados gases nocivos, en pequeñas concentraciones. Al cargar las botellas de aire en un medio contaminado, estos gases (vapores de petróleo, monóxido de carbono, vapores de aceite caliente) será respirado posteriormente por el buceador, pero a presiones más altas, pudiendo ser tóxicos cualquiera de ellos.

No es un cuadro de interés fisiopatológico, pero hoy es una causa muy frecuente de intoxicaciones. Por ello es aconsejable asegurarse de la pureza del aire con que se cargan las botellas.

B) RIESGOS DEBIDOS A LA PRESION:

Cada diez metros de profundidad suponen un aumento de una atmósfera de presión (1 kg./cm.²). A varias decenas de metros, los cambios de volumen y presión de los gases en el organismo, producen unas alteraciones fisiológicas, que, de no controlarse, pueden dar lugar a situaciones de mayor o menor gravedad. En este apartado mencionaremos:

1. Insuflación pulmonar.
2. Sobrepresión pulmonar.
3. Descompresión.

4. Cólicos del buceo.
5. Presión sobre oídos y senos.

1. — INSUFLACION:

Es un fenómeno frecuente que incide favorablemente en los buceadores de poca experiencia.

La mecánica de los movimientos respiratorios, en el seno del agua, cuando se respira con un equipo autónomo, es diferente a la de la superficie. Normalmente inspiramos, gracias a una contracción de la musculatura específica (diafragma, intercostales y musculatura auxiliar supraclavicular), y la espiración se realiza con un acto pasivo, relajando los músculos que se habían contraído. Pero en el seno del agua las cosas son diferentes: La inspiración supone un ligero esfuerzo, para abrir una suave válvula que dará entrada al aire a presión, mientras que al espiración ha de hacerse de un modo activo, contrayendo la musculatura abdominal (que son los únicos músculos espiratorios que poseemos).

Si, estando en inmersión, el buceador olvida cómo ha de ser su respiración y lo hace como en tierra, se establece un déficit espiratorio reteniendo en cada movimiento algo de aire, con lo que el tórax se va insuflando, poco a poco, hasta encontrarse distendido del todo, de tal modo, que llega el momento en que no es posible realizar una nueva inspiración. Se interrumpe la ventilación pulmonar y la retención de carbónico, produce un cuadro de intoxicación, estimulando los centros bulbares, que pretenden inspirar, pero, al no ser posible, aparece un cuadro de sensación de asfixia, angustia, atollondramiento y confusión, que puede llevar al buceador a cometer alguna imprudencia, como la huida rápida hacia la superficie presa del pánico.

El cuadro de insuflación conduce a la intoxicación por carbónico, que progresivamente puede ir, si no se corrige a tiempo, desde la insuflación leve y transitoria, que sólo produce taquipnea, para llegar, en los casos graves, hasta la intoxicación profunda, que se acompaña de síncope asfíctico y pérdida del conocimiento.

Las causas que desencadenan un cuadro de insuflación son muy variadas, pues cualquiera que altere el buen ritmo respiratorio del buceador, tales como, un ligero cansancio, frío, una sorpresa, o cualquier emoción descontrolada, son más que suficientes para ello.

En caso de presentarse el cuadro, la única solución es suspender toda actividad, forzando suavemente la espiración, hasta que el ritmo respiratorio vuelva a ser normal.

El mayor peligro de la insuflación no es el cuadro de esta en sí, sino que sirve para dar

paso a otro cuadro: «la sobrepresión pulmonar».

2. — SOBREPRESION PULMONAR:

Se presenta solamente, durante el ascenso a la superficie.

A cierta profundidad, todos los espacios aéreos del pulmón están llenos de aire a presión. Cuando el ascenso comienza, según las leyes de BOYLE MARIOTTE, las presiones descienden, al tiempo que los VOLUMENES AUMENTAN. Si por cualquier causa, tal como un espasmo de glotis, o por la movilización de un tapón mucoso, se obstruye alguna de las vías de salida de aire, la expansión de éste, dentro del pulmón, tenderá a salir como sea, produciendo desgarros de las estructuras más débiles.

El cuadro grave de sobrepresión pulmonar con espasmo de glotis, sólo se presenta en los buceadores que salen del agua, presa del pánico, por padecer INSUFLACION, como mencionamos anteriormente. Frecuentemente se presen-

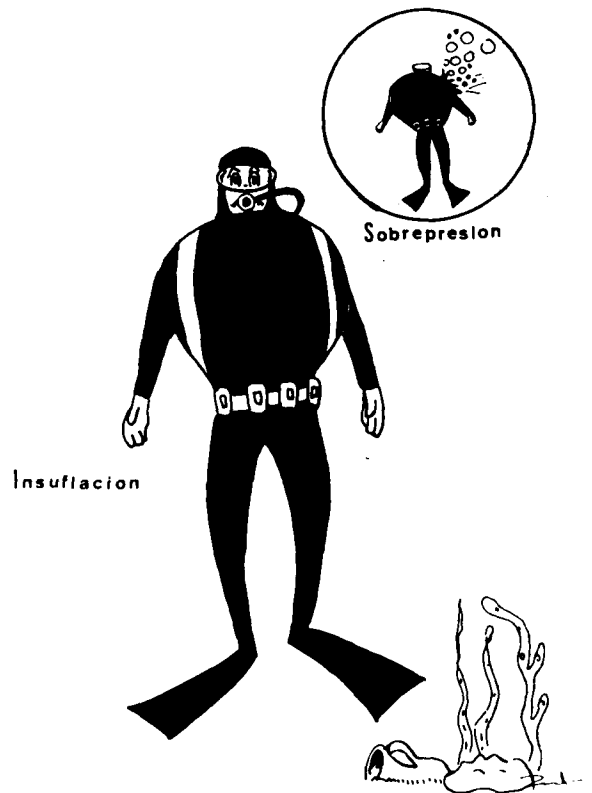


Fig. 6. — INSUFLACION Y SOBREPRESION PULMONAR. — Si no se presta suficiente atención a la ESPIRACION, el tórax se va insuflando, impidiendo la ventilación pulmonar.

Si en estas circunstancias se asciende deprisa, se pueden producir desgarros y embolias, por sobrepresión pulmonar.

tan pequeños cuadros de sobrepresión pulmonar parcial, en aquellos buceadores que realizan inmersiones, cuando están acatarrados, pues basta que un pequeño tapón de moco obstruya un bronquio, para que dé lugar al desgarro de varios alvéolos, durante la emersión a la superficie (fig. 6).

3. — DESCOMPRESION:

Es un tema apasionante para los amantes de la fisiología humana en inmersión, pero aquí nos limitaremos a mencionar el cuadro y su patogenia.

Se clasifica en los accidentes debidos a la presión, para diferenciarlo claramente de los problemas de intoxicación por nitrógeno. Hacemos hincapié en ello, porque estamos habitua-

dos a comprobar que los no «expertos en la materia», confunden ambos cuadros con frecuencia.

La borrachera del nitrógeno, repetimos, es debido a la TOXICIDAD del nitrógeno, al ser respirado a profundidad, mientras que la descompresión es un PROBLEMA MECANICO, DEBIDO A LA SOLUBILIDAD DEL NITROGENO EN LOS DIFERENTES TEJIDOS.

Clásicamente, los fenómenos de descompresión se comparan con los de las bebidas espumosas. Cuando están sometidos a presión (botella de gaseosa cerrada), no hay burbujas en el líquido, porque los gases están DISUELTOS. Cuando la presión disminuye bruscamente (botella abierta), disminuye la solubilidad, y los gases se desprenden en forma de burbujas. Pues bien, el carbónico es a la botella de gaseosa, como el nitrógeno a la sangre (fig. 7).

A partir de cierta profundidad y período de tiempo, el nitrógeno se disuelve en la sangre, de tal modo, que, para evitar la formación de burbujas, es preciso hacer un ascenso muy lento, para DESCOMPRIMIR progresivamente, permitiendo así que el desprendimiento de nitrógeno se haga de un modo suave, hasta llegar a la superficie en condiciones normales.

El cuadro clínico está en relación directa con la profundidad y tiempo de duración de la inmersión, y con la velocidad del ascenso.

Las burbujas formadas en la sangre se fijan en los diferentes tejidos, de un modo distinto. Al tener cierta predilección por los grasos, las pequeñas o grandes embolias de gas se presentan en las articulaciones y tejido nervioso. El cuadro clínico es muy variable, y se le designa con la palabra inglesa «BENDING» (que dobla). para describir el intenso dolor articular que «dobla» a quien lo padece.

Las burbujas se expansionan preferentemente, en articulaciones de codos, hombros, cadera y muñecas; pero otras veces, afectan a vasos arteriales vertebrales, cerebrales, pulmonares o coronarios, originando un cuadro embólico diferente, según el territorio afectado.

Para prevenir este tipo de accidentes, se deben respetar siempre las normas de seguridad del buceo; y en aquellos puntos, donde no exista cámara de descompresión, limitar las inmersiones a los tiempos y profundidades límites, a los que se sabe no es preciso hacer descompresión alguna. Esta tabla de seguridad, la deben saber de memoria quienes se aventuren a las profundidades. No rebasándola, no hay temor a problema de descompresión.

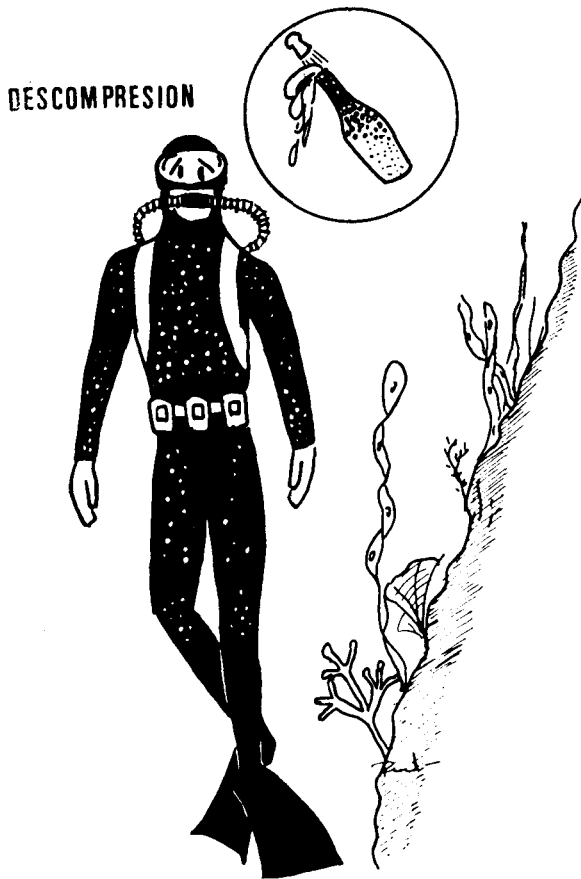


Fig. 7. — DESCOMPRESION. — Los fenómenos de descompresión son similares a las burbujas que aparecen al abrir una botella de cualquier bebida gaseosa. Los gases se desprenden tumultuosamente, al reducirse la presión de manera brusca.

**TABLA DE SEGURIDAD
PARA INMERSION**

Profundidad: metros	Inmersión: minutos
40	10
35	25
30	30
25	40
20	60
15	120
12	ilimitado

No rebasando los tiempos ni las profundidades indicados, no es preciso realizar descompresión.

Para evitar estos cuadros, en la actualidad se realizan numerosos estudios y pruebas, haciendo respirar a los buceadores mezclas de distintos gases; pero aún, está sin resolver.

4. — COLICO DEL BUCEO: (fig. 8).

Es un cuadro más pintoresco y molesto, que grave.



Fig. 8. — COLICO DEL BUCEO. — Los gases intestinales producidos a cierta profundidad, se dilatan al salir a la superficie produciendo un cuadro de meteorismo y distensión abdominal.

Los gases que se producen en el aparato digestivo por fermentación, o que no hayan sido evacuados, e incluso el aire reglutido por los buceadores nerviosos, están sometidos también a las leyes físicas. Si durante una inmersión prolongada se acumulan gases en el intestino, al salir a superficie, éstos ocuparán un mayor volumen, distendiendo las asas intestinales y produciendo un cuadro de dilatación abdominal que, a veces, puede ser muy doloroso.

Habitualmente, basta el uso de una sonda rectal para resolver el problema, aunque en algún caso más aparatoso, hubiera de precisarse la cámara de recompresión.

Para evitarlo, es prudente abstenerse de comidas feculentas antes de hacer una inmersión.

C) FACTORES DESENCADENANTES:

Hay un sinfín de riesgos más, que pueden incidir en casos particulares, como la hipoglucemia en un diabético, o la hiperventilación que puede desencadenar un ataque en un epiléptico. Pero no nos parece este el lugar adecuado



Fig. 9. — FRIO. — El frío es causa común de gran número de accidentes.

para su estudio. No obstante, si queremos recordar que, en la trastienda de los riesgos del buceo, están los **FACTORES DESENCADENANTES** de ellos, y que son los que primero se deben de tener en cuenta antes de sumergirse despreocupadamente en el mar con un equipo de botellas:

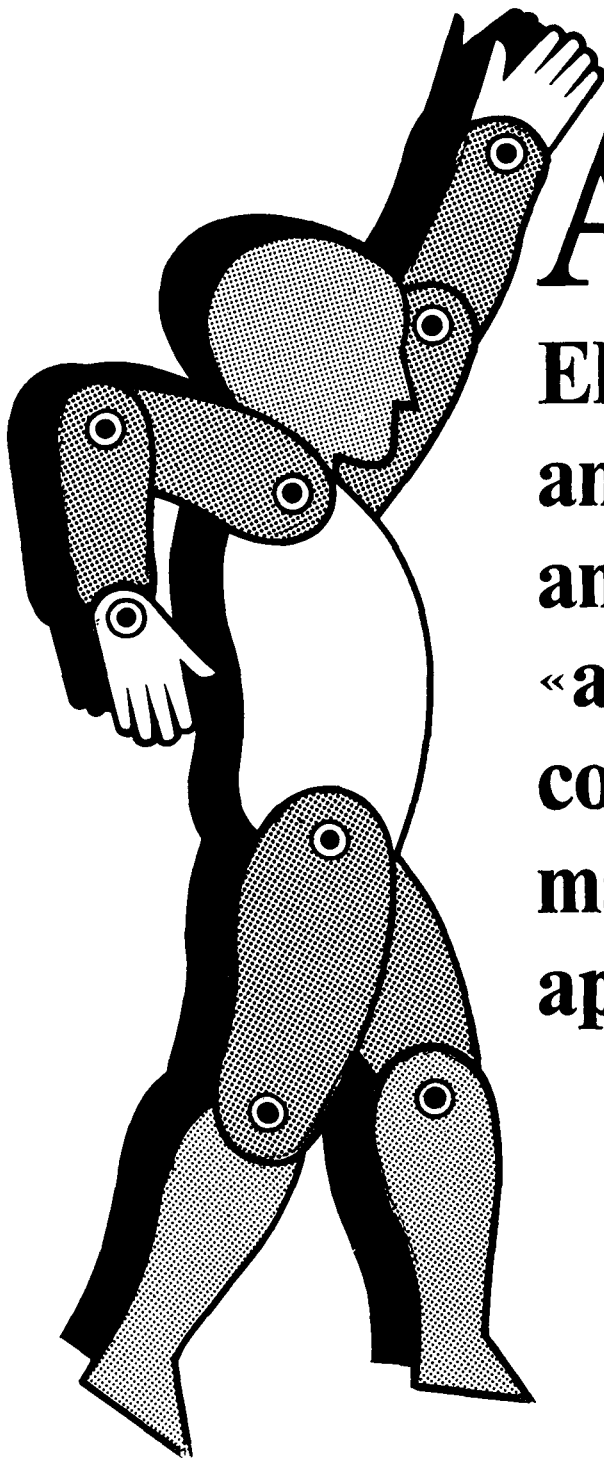
- Mala técnica.
- Mal estado emocional.

— Mal estado físico.

— Frío (fig. 9).

— Cansancio.

Para terminar, después de analizar los accidentes, parece que sería más justo llamarlos **IMPRUDENCIAS** en el buceo, ya que, con conocimiento adecuado y buena preparación, los riesgos se quedan reducidos a muy poco.



ACTOL®

**El nuevo agente
antiinflamatorio-
analgésico
«antirreumático»
con el campo
más amplio de
aplicación clínica.**

COMPOSICION: Por cápsula:

Acido 2-(trifluorometil-3-fenilamino) nicotínico, 250 mg.

INDICACIONES:

Analgésico-antiinflamatorio para el tratamiento de la inflamación, dolor y edema asociados a afecciones reumáticas agudas, crónicas y degenerativas, tanto articulares como no articulares. Gota. Procesos inflamatorios debidos a traumatismos y postquirúrgicos.

En Estomatología: Extracciones dentarias, pulpitis, gingivitis, parodontitis.

POSOLOGIA:

3 cáps. por día, mejor durante las comidas. En casos de inflamación grave pueden administrarse hasta 4 cápsulas.

CONTRAINDICACIONES:

Como medida de precaución se recomienda no prescribir ACTOL a pacientes con úlcera gastroduodenal, y de emplearlo deberá administrarse con la precaución extrema que requiera el caso.

PRESENTACION Y P.V.P.:

Cápsulas: envase con 30, 323,70 ptas.



CHEMISCHE FABRIK VON HEYDEN GmbH - MUNICH (ALEMANIA)

En España: Carlos E. A. Muller, S.A. (C.E.A.M.S.A.) - Apartado, 488 - Barcelona