

El buceo en altitud (*)

Dr. M. GUZMÁN PEREDO

Dr. G. EZQUERRO MADRIGAL

(Méjico)

ANTECEDENTES

Merced al auge que ha adquirido el buceo en los cuatro puntos cardinales, en los últimos 20 años, se han perfeccionado las Tablas de Descompresión, de manera que el factor «Profundidad-Tiempo» queda a cubierto en cualquier inmersión.

Del conocimiento de todos ustedes está la existencia de diversas Tablas: la francesa, la americana, la inglesa, la italiana, así como las que han tabulado destacados investigadores.

Por lo que a este continente respecta hay que decir que las Tablas de Descompresión de la Marina de los Estados Unidos de Norteamérica son las que se emplean ampliamente.

El problema del «Buceo en Altitud», como tal, surgió a raíz del accidente sufrido por un buceador suizo, en el año 1961. Buceaba en una presa a 2.164 metros de altitud, y habiendo seguido al pie de la letra su inmersión, según las Tablas de buceo en el mar, presentó, poco después de su arribo a la superficie, un severo «accidente de descompresión».

Este hecho hizo pensar seriamente que era lógico suponer que existirían diferencias entre el buceo al nivel del mar y las inmersiones en las presas y lagos de montaña.

Para llegar a una solución fue consultado HANNES KELLER (1), quien después de analizar todos los aspectos en este caso, dictaminó que las variaciones en los tiempos de descompresión dependían de los cambios en la presión barométrica. De esta manera resolvió KELLER el problema:

Presión atmosférica
al nivel del mar.

$$\text{Prof. apar.} = \text{Prof. real (X)} \frac{\text{Presión atmosférica al nivel del mar.}}{\text{Presión atmosférica al nivel del lago.}}$$

Ejemplo: Un buceador hará una inmersión a 25 metros, en un lago situado a 2.000 metros de altura. Si aplicamos la fórmula de KELLER encontramos lo siguiente:

$$\text{Profundidad Aparente} = 25 \times \frac{760}{596} \text{ (presión atmosférica al nivel del lago).}$$

El resultado obtenido es «30»; es decir, una inmersión a 25 metros de profundidad, en un lago de montaña a 2.000 metros sobre el nivel del mar (6.500 pies), equivale, para efectos de descompresión a una inmersión a 30 metros al nivel del mar.

Pero no solamente HANNES KELLER se ha ocupado de estos asuntos: el comandante CHAUVIN (2), del G. E. R. S. (Groupe d'Etudes et Recherches Sous-Marins) se ha basado en la misma fórmula que el matemático helvético para llegar a una resolución; pero CHAUVIN hace cambios en las fórmulas y tabula a la base de que 10 metros de agua son 760 mm. de Hg., y primero calcula que tantos metros de agua son los «X» mm. de Hg., de la presión barométrica en un lago en altitud.

$$\text{En el ejemplo anterior: } 10 \times \frac{760}{596} = 7.8$$

Es decir, que si 760 mm. de Hg., son 10 metros de agua 596 mm. de Hg. son 7.8 metros de agua. Luego prosigue así:

$$25 \times \frac{10}{7.8} = 30$$

(*) Trabajo presentado en la V Convención Anual de la Sociedad Interamericana de Actividades Subacuáticas.

Otros investigadores franceses, GUILLERME y ROVOIRE (3), se sirven de una fórmula muy semejante a las anteriores, pero emplean otras literales:

- H1: Es la presión atmosférica que reina al nivel del mar, expresada en mm. de Hg.;
- Z1: Es la profundidad aparente de la inmersión, expresada en metros;
- H2: Es la presión atmosférica al nivel del lago;
- Z2: Es la profundidad real de la inmersión altitud.

Profundidad Aparente:

$$\begin{array}{r} H1 \\ \text{---} X Z2 \\ H2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 760 \\ \text{---} X 25 \text{ ---} 30 \\ 596 \end{array}$$

El resultado es el mismo que en las tabulaciones anteriores.

También tenemos los estudios teóricos de CHRIST (4), quien recopiló estos datos para una comunicación científica, en la que hace especial hincapié en el aspecto relacionado a la corrección de los profundímetros y variantes en las paradas de descompresión.

Como es factible apreciar por la exposición anterior los resultados son semejantes siguiendo procedimientos más o menos diferentes.

El aspecto relativo al cálculo de la profundidad a la que deben hacerse las paradas de descompresión a los 20 y a los 10 pies, solamente lo mencionamos siguiendo las tabulaciones de CHAUVIN, en la siguiente forma:

En un lago a 2.000 metros de altura, ya vimos que si 10 metros de agua son 760 mm. de Hg., y 596 son 7.8 metros.

$$\frac{7.8 \times 6}{10} = \text{que son 20 pies u 4.68 metros}$$

La parada de descompresión de 6 metros —20 pies— se hará a los 4.68 metros.

Y la de los 10 pies —3 metros— se efectuará a los 2.34 metros.

Otro de los aspectos en íntima relación, aunque sea en forma opuesta, es aquel que habla de las tabulaciones especiales que deben hacerse para los casos en que es requisito ineludible efectuar un vuelo después de haber llevado al cabo una inmersión, sea al nivel del mar, o sea en un lago en altura.

En los Estados Unidos de Norteamérica DWAIN COLBY (1) ha hecho cálculos para solucionar el problema:

Si un buceador hace una inmersión a 66 pies de profundidad, al nivel del mar, y después vuela a una altura de 5.000 pies, debemos determinar el cambio de volumen entre 66 y 5.000 pies, y para ello nos servimos de la Ley de Boyle, que así expresamos: $P_1 V_1 = P_2 V_2$, de donde:

P1: es la presión existente a 66 pies de profundidad 3 atmósferas;

P2: es la presión existente a 5.000 pies: 0.83 de atmósfera (1,525 metros —5.000 pies—, son 630 mm. de Hg., o sea 0.83 de atmósfera);

V1: es el volumen a 66 pies, o sea una unidad;

V2: es la interrogante «X»: el volumen a 5.000 pies.

Todos los aspectos relacionados estrechamente con el tema del «Buceo en Altitud» son únicamente recordados, puesto que hemos enfocado nuestra atención hacia otros problemas que, hasta donde tenemos conocimiento, no habían sido nunca antes esbozados y ciframos nuestro interés en comunicar los resultados de nuestras propias investigaciones, que tuvieron lugar en los lagos más altos del mundo.

Movidos por el deseo de verificar si las Lagunas del Sol y de la Luna eran, efectivamente las más altas del mundo, hemos escrito a diversas personas e instituciones, entre las que se cuentan los investigadores de la Enciclopedia Collier's, que nos informaron que el lago Tulainyo, que se encuentra en California, era el más alto de la Unión Americana, con una altura de 12.865 pies (3.921 metros). El lago Titicaca, entre Perú y Bolivia, alcanza los 12.802 pies, que son 3.910 metros.

JAMES EDMONDS (5), del «The American Institute», nos dijo que el lago más alto de la Unión Americana era el lago Waian, en Hawai, a 13.000 pies, que son 3.962 metros. El lago Frozen, en Clear Creek Country, en California, está a 12.940 pies, que son 3.945 metros sobre el nivel del mar.

Deseosos de mayor información hemos escrito a la Oficinas de Lagunas de la Cordillera Blanca, en el Perú; pero hasta ahora nada hemos sabido de la posible existencia de lagos más altos que la Laguna de la Luna, a una altitud de 13.828 pies —4.215 metros— y la Laguna del Sol, a una altitud de 13.800 pies —4.209 metros—.

Estas lagunas tienen una profundidad máxima de 14 metros —46 pies— y antes de enumerar los factores que entran en juego conviene conocer la profundidad aparente a la que debemos sujetarnos para la descompresión.

760
según KELLER: $14 X \frac{760}{456} = 23.24$ metros

—79 pies—.

Si procedemos a practicar los cálculos conforme a CHAUVIN, GUILLERME y RIVOIRE y otros, vamos a obtener resultados idénticos. En concreto, una inmersión a la máxima profundidad de la Laguna del Sol, 14 metros —46 pies—, debe ser considerada, para efectos de descompresión, como si en realidad fuera de 23.24 metros —79 pies—. A esta profundidad tenemos un límite de No Descompresión de 40 minutos.

ACCIDENTE

Después de haber calculado una inmersión a la máxima profundidad en la Laguna del Sol, del Nevado de Toluca, iniciaron su buceado dos personas. Cuando se hubo cumplido el término previsto, salió a la superficie de las aguas el primer buceador, procedió a quitarse la boquilla del regulador para sustituirla por el snorkel. De inmediato experimentó marcada «chambre de aire»; la frecuencia y la amplitud de sus movimientos respiratorios se incrementó, y aún así, era incapaz de satisfacer los requerimientos de oxígeno de su organismo. Advirtió que cada instante que transcurría se extenuaba notoriamente, a pesar de sus esfuerzos por controlar tan difícil situación. No lejos de él se hallaban dos compañeros, que, al verlo en apuros acudieron rápidamente en su auxilio.

Por esos mismos momentos hacía su ascenso el otro buceador, pues de antemano se calculó que saldrían a la superficie a la misma hora; hizo idéntica maniobra que el anterior buzo consistente en quitarse la boquilla del regulador y colocarse el snorkel; la reacción de esta persona fue más acentuada que en el primer caso; llegó a sentirse en tal situación que hubo de ser asistido por uno de nosotros, que se encontraba en la orilla del lago, listo para cualquier emergencia. Cuando los buceadores llegaron a la orilla se tendieron en la arena y fueron recuperándose lentamente.

Como es lógico suponer, este accidente nos movió al estudio de las causas del problema surgido en la segunda laguna más alta del mundo. Nuevamente, y con un creciente interés, fueron consultadas las experiencias de KELLER y otros. Pasamos revista a numerosos artículos dedicados a la medicina de las grandes presiones y a los libros que tratan de los problemas del buceo, a más de cifrar nuestra atención en los cambios fisiológicos que tienen lugar debido a las variaciones que concurren

en la presión atmosférica con los cambios de altitud.

PREPARACION

Como se trataba de realizar pruebas en condiciones ambientales bastante severas, adoptamos la «Prueba de Harvard» —Step-Test— que (6): «es la más indicada para seleccionar al personal que ha de encomendársele empresas muy pesadas, para elegir a los mejores atletas y para analizar los resultados de un entrenamiento extensivo».

Nosotros nos basamos en SLOAN (6), quien sugiere la modificación de Montoye, para ahorrar tiempo, en forma tal que solamente se precise la primera cuenta de pulsaciones del segundo 60 al segundo 90 después de haber realizado el ejercicio (subir y bajar un banco de 50 centímetros de alto, a un ritmo de 30 veces por minuto, durante 5 minutos).

Este índice Rápido de Aptitudes (Schnell Tauglichkeits Index: S. T. I.) se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Duración del ejercicio en minutos} \times 100 \\ \text{S. T. I.} = \frac{\quad}{5.5 \text{ (por número de pulsaciones entre segundo 60 y el segundo 90)}}$$

Con la misma finalidad de hacer más rápida esta prueba, GARCIA RAMOS (7) sugiere algunos cambios que en nada afectan al resultado final.

Cabe señalar que de las pruebas registradas en un principio, cuando iniciamos estas investigaciones de «Buceo en Altitud», a la conclusión, en un período de casi siete meses, apreciamos marcada mejoría en el rendimiento físico de los buceadores que fueron sometidos a la «Prueba de Harvard». Y debemos anotar que en ninguno de los casos en que se realizó esta prueba en la orilla de la Laguna del Sol, pudimos reproducir el accidente descrito en párrafos anteriores. Por ello es que suponemos que en este trastorno físico entran en juego, no solamente, los factores altitud y esfuerzo, sino que juega un papel primordial el abatimiento brutal en la presión parcial de oxígeno, que trae como consecuencia la hipoxia severa.

ESTUDIO

Con el objeto de recoger la mayor información posible acerca de las variaciones en la oxigenación (8), en la ventilación pulmonar y en los trazos electrocardiográficos, llevamos hasta la Laguna del Sol, del Nevado de Toluca, un aparato de registro múltiple (polígrafo). Debido a problemas técnicos y al deterioro sufrido por el aparato (pues el camino de acceso está en malas condiciones) no pudimos

hacer todos los registros que hubiéramos deseado. En algunas ocasiones las copiosísimas y frecuentes nevadas nos impidieron realizar cualquier estudio.

A pesar de las dificultades pudimos hacer registros que nos han sido de gran utilidad, pues nos sugieren cambios visibles en la oxigenación, ocasionada por la disminución en la presión parcial, de oxígeno al retornar de la profundidad a la superficie. Los cambios en el registro de la ventilación pulmonar también resultaron en extremo sugerentes, y por lo que respecta a las variantes electrocardiográficas, a pesar de no poder concluir, por ahora sobre bases más firmes, sí podemos señalar que hay modificaciones ostensibles en el trazo de reposo en comparación con el de máxima actividad.

Nuestro propósito es el de seguir adelante con estos estudios que, de ellos estamos seguros, serán bastante reveladores de las variaciones que experimenta el buceador, en condiciones ambientales tan severas como las que reinan en las lagunas del Nevado de Toluca.

LA PRESION ATMOSFERICA Y LA ALTITUD

Si tomamos en consideración que la presión atmosférica está en relación inversa con la altitud, vamos a tener una serie de factores que entran en juego en el «Buceo de Altitud». No pocos investigadores han coincidido en afirmar que «las reglas del buceo no son las mismas, cuando las inmersiones tienen lugar al nivel del mar o cuando se efectúan a grandes alturas, pues las paradas de descompresión son muy diferentes» (9). Y así tenemos que:

Altura sobre el nivel del mar

| Metros | Pies | Presión barométrica | Presión parcial de oxígeno |
|--------|--------|------------------------|-------------------------------|
| 0 | 0 | 760 mm. de Hg. | 158 mm. de Hg. |
| 135 | 450 | 750 mm. de Hg. | 150 mm. de Hg. |
| 2474 | 8.700 | 554 mm. de Hg. | 110 mm. de Hg. |
| 3350 | 10.900 | 517 mm. de Hg. | 103 mm. de Hg. |
| 3660 | 12.000 | 470 mm. de Hg. | 96 mm. de Hg. |
| 3900 | 12.800 | 461 mm. de Hg. | 92 mm. de Hg. |
| 4209 | 13.799 | 456 mm. de Hg. | 81 mm. de Hg. |

En virtud de los datos mencionados, es que concluimos que: «La presión barométrica está en razón inversa a la altitud» (10, 11).

TEMPERATURA

Las temperaturas registradas en la Laguna del Sol, del Nevado de Toluca, oscilaban entre 2 y 4 grados en la superficie y 5 y 7 grados centígrados en el fondo a 14 metros. A pesar de experimentar en no pocas ocasiones los in-

tenso efectos del frío, no llegamos a registrar la inquietante sensación de inseguridad bucal para retener la boquilla, debido al adormecimiento facial, que ROBERT MARTY (12) sintió cuando realizó inmersiones en Groenlandia con temperaturas de menos 4 grados en el agua y más de 5 a menos 10 grados centígrados en la superficie terrestre.

Para efectuar inmersiones en las Lagunas del Nevado de Toluca es requisito indispensable el llevar trajes aislantes, pues de otra manera la pérdida calórica es extremadamente agresiva al organismo. «La temperatura corporal se abate; hay liberación de adrenalina; aumenta el ritmo cardíaco y el respiratorio (por esta causa los tanques de aire son agotados rápidamente y las inmersiones tienen una duración menor); aumenta los riesgos de hidrocuición, aumentan las posibilidades de ahogamiento, aumenta el grado de fatiga, existen peligros de síncope y la combinación de fatiga y frío puede hacer que se presente un síncope hipoglucémico» (bibl. 2,13).

TEORIA DE LA HIPOXIA

Al nivel del mar existe una atmósfera de presión que son 760 mm. de Hg.

Al nivel de la Laguna del Sol, en el Nevado de Toluca, a una altura de 4.209 metros, hay solamente 456 mm. de Hg., o sean seis décimas de una atmósfera.

«Un hombre al penetrar en el seno de las aguas va a estar sometido a una presión que aumenta con la profundidad. En la superficie la presión es un kilo por centímetro cuadrado. Una columna de agua de un centímetro cuadrado de base y de 10 metros de altura tiene un volumen de un litro y pesa un kilogramo. Un aumento de presión de un kilo tendrá lugar cada vez que la profundidad haya aumentado en 10 metros» (14).

A diez metros de profundidad al nivel del mar existen 1.520 mm. de Hg., mientras que a 10 metros de profundidad en la Laguna del Sol hay, solamente, 1.216 mm. de Hg. (760 más 456).

Si nos encontramos a nivel del mar, la presión es de 760 mm. de Hg. y los componentes del aire tienen las siguientes presiones parciales:

586 mm. de Hg. de p.p. de nitrógeno.

158 mm. de Hg. de p.p. de oxígeno.

0.30 mm. de Hg. de p.p. de bióxido de carbono.

5.0 mm. de Hg. de p.p. de vapor de agua.

A una altitud de 4.209 metros, 13.800 pies, la presión expresada en mm. de Hg., es de 456 (15).

la p.p. de nitrógeno es de 364 y la p.p. de oxígeno es de 81.2.

A una profundidad de 14 metros al nivel del mar, la presión es de 1.824 mm. de Hg. (760 más 760 más 304; son 1.824 mm.), y la

p.p. de nitrógeno es de 1.403, mientras que la p.p. de oxígeno es de 378 mm. de Hg.

A medida que descendemos, sea al nivel del mar, o sea en un lago de altitud, las presiones aumentan y por lo que respecta al oxígeno llega su presión, a los 14 metros de profundidad, al nivel del mar, a los 378 mm. de Hg., y en la Laguna del Sol a los 316 mm.

Cuando emergemos de 14 metros, de profundidad, en el mar, la p.p. del oxígeno desciende de 378 mm. a 158, es decir, baja al 41.7 y los problemas respiratorios no son tan ostensibles como los que tienen lugar cuando dejamos el fondo de la Laguna del Sol, en donde la presión parcial de oxígeno es de 316 mm. de Hg., y llegamos a la superficie en donde sólo hay 81 de p.p. de oxígeno, y así desciende al 25.6 (lo que equivale a la disminución del porcentaje de oxígeno del aire del 21 % al 5.3 % (16).

Esto hace caer, lógicamente, al sujeto en una hipoxia severa (15).

Cuando existe un defecto en la oxigenación de la sangre en los pulmones, a causa de la reducción de la presión del oxígeno se presenta la anoxia anóxica, y es WINTON (17) quien concluye que «los efectos de la caída del oxígeno en el hombre, dependen no sólo del grado de disminución en la presión parcial sino de la velocidad de la caída».

Conviene, para ampliar estos datos, señalar lo reportado en el «Submarine Medicine Practice» (18) a este particular.

«Cuando el porcentaje del oxígeno desciende del 21 al 16 % no hay cambios detectables. Si baja del 16 al 12 % se aprecia disminución en la habilidad de concentración; el control muscular se torna impreciso, el pulso y la respiración se hace más ostensible».

Si desciende del 12 al 10 % la función muscular es deficiente, la capacidad de razonamiento se vuelve casi nula; existe inestabilidad emocional, la respiración es jadeante; existe un grado moderado de analgesia.

Menos del 10 % acarrea al cabo de corto tiempo inconciencia y la muerte subsecuente.

Dos investigadores mejicanos GARCIA RAMOS y REYNAUD (19), señalan que con la hipoxia aumenta la frecuencia cardíaca, hay

aritmia respiratoria, aumenta la presión arterial; por cada 8 mm. de caída de p.p. de oxígeno hay un aumento de 10 % en la frecuencia cardíaca; existe marcado aumento en la ventilación pulmonar.

Tomando en cuenta que (18): «Unos de los peligros más graves que pueden ser encontrados en el buceo, por su naturaleza insidiosa, es la hipoxia», debemos considerar seriamente todos los factores que entran en acción en una inmersión a grandes alturas.

MODULO DE ASCENSO

Un aspecto que antes no había sido tratado en lo referente al «Buceo en Altitud», es el concerniente a la variación en la velocidad de ascenso que debe observarse, toda vez que para efectos de descompresión hemos considerado una *profundidad aparente* mayor a la *profundidad real*.

Esta teoría la desarrollamos en la forma siguiente:

En las lagunas del Nevado de Toluca hacemos una inmersión a 14 metros reales —46 pies— que son 24 metros, aparente —79 pies—.

Si seguimos la velocidad de ascenso establecida (20) de 60 pies por minuto, ascenderíamos esos 46 pies reales en 46 segundos; pero debemos considerar, teóricamente, que estamos ascendiendo 79 pies, por lo que entonces nuestra velocidad de ascenso es de 103 pies por minuto, que está muy por encima de la permitida.

Por lo tanto, deducimos que para efectuar un ascenso teórico, a la velocidad de 60 pies por minuto, debemos hacer el cálculo de ascender 46 pies reales en 79 segundos, lo que equivalen a una velocidad de 34 pies por minuto.

Los resultados de estas tabulaciones tienen variaciones según la diferente altitud en la que se practique el buceo y no dudamos que este nuevo ángulo merece mayor atención. Nosotros, por ahora, lo señalamos y nos abocamos a un estudio más completo; pues pensamos, con CHOUTEAU (21) que uno de los papeles esenciales en la fisiopatología submarina está dado por la disolución del gas en la sangre, y así tenemos que este investigador afirma que: «...si el ascenso es muy rápido, el estado inestable de supersaturación alcanza su valor crítico y el gas se libera en los tejidos en forma de burbujas, que van a crear obstáculos a la circulación», y que son el punto de partida de accidentes de descompresión más o menos graves, y que pueden llegar a presentarse aún 24 horas después de la inmersión (22).

CONCLUSIONES

La comunicación anterior explica claramente todos los factores que deben tomarse en cuenta en lo concerniente al «Buceo en Altitud», pues llevar a cabo inmersiones en lagos y presas de montaña engloba problemas que lo hacen muy diferentes del buceo en el mar.

Uno de los renglones principales está dado por la caída súbita en la presión parcial del oxígeno, que ocurre cuando se asciende, más o menos rápidamente, de la máxima profundidad de la Laguna del Sol, en el Nevado de Toluca (igual situación se presenta en la Laguna de la Luna, en la misma montaña), a la superficie de las aguas.

Otro aspecto en extremo importante es el relativo a la diferente velocidad de ascenso que debe observarse en las inmersiones en lagos de altitud, y esta teoría nosotros la hemos desarrollado, por vez primera hasta donde tenemos noticia, en la presente comunicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) COLBY, D. A.: «High Altitud Versus Diving». — «Skin Diver Magazine» 11 (8): 36-37, 1962.
- (2) POULET, G. y BARINCOU, R.: «Connaissance et Technique de la Plongée». — «Editions Denoel», París, 1962, pág. 192-194, 219-221.
- (3) GUILLERME, J. y RIVOIRE, J.: «Traité de Plongée». — «Editions Dunod», París, 1955, pág. 66-74.
- (4) CHRIST, M.: «Consideraciones físico-fisiológicas del Buceo en Altitud con aire». Comunicación al Primer Congreso Nacional de Medicina Naval (Sección de Medicina Submarina). México, D. F., octubre de 1963.
- (5) EDMONDS, J. E.: Comunicación personal a los autores.
- (6) SLOAN, A. W.: «El «Step-Test» de Harvard». — «Revista Triángulo» (Laboratorio Sandoz de México), 5 (8): 360-365, 1963.
- (7) GARCIA-RAMOS, J.: «La exploración de la función pulmonar». — «Boletín del Instituto Nacional de Neumología», México, 6 (3): 85-113, 1961.
- (8) IANDOLO, C.: «La insuficiencia pulmonar crónica». — «Edificación del Laboratorio Recordati de México», pág. 43-48, 1963.
- (9) BAIX, Y.: «Mission au Lac Long». — «Etudes et Sports Sous-marins. Fédération Française d'Etudes et Sports Sous-Marins», 20: 10-13, 1963.
- (10) GUZMAN-PEREDO, M.: «Mal de Montaña; fisiopatología y profilaxis». — «La Prensa Médica Mexicana», 28 (5-6): 261-263, 1963.
- (11) RIVED, F.: «La atmósfera». — «Editorial Patria, S. A.», México, 1961, pág. 17-25.
- (12) MARTY, R.: «La Plongée Polaire. Etudes et Sports Sous-Marins». — «Fédération d'Etudes et de Sports Sous-Marins», 20: 18-19, 1963.
- (13) U. S. NAVY DIVING MANUAL. «Department of the Navy». — Washington E. U. A., 1959, pág. 76-79.
- (14) RISPE, R.: «Las fecteurs des accidents de la plongée». — «Marseille médical», 98 (8): 755-758, 1961.
- (15) MENESES-HOYOS, J.: «La hipoxia de la altitud y el corazón». — «Rev. Méd. Cienc. Af. Mex.», 18 (222): 35-46, 1961.
- (16) BELL, G. H., DAVIDSON, J. N. y SCARBOURGH, M.: «Textbook of Physiology and Biochemistry». 3.ª ed., reprint, e. and S. Livingstone, Ltd. Edimburgo (Escocia), pág. 511-561, 571-589, 1957.
- (17) WINTON, F. R. y BAYLISS, L. E.: «Human Physiology». 4.ª ed. J. and A. Churchill, Lt., Londres, 1955, pág. 97-155.
- (18) «Submarine Medicine Practice. Department of the Navy» (Bureau of Medicine and Surgery). United States of America. «Government Printing Office». Washington, E. U. A., 1956, pág. 30-40, 170-171.
- (19) GARCIA-RAMOS, J. y RAYNAUD, R.: «Circulatory and Respiratory Adjustments to Hypoxia and to Light Exercise in Normal Young Men». — Acta Physiologica Latinoamericana (Argentina), 9 (3): 169-177, 1963.
- (20) CHAUDERON, J.: «Le stage de médecine de la plongée». — «Maroc Médical», 42: 71-77, 1963.
- (21) CHOUTEAU, J.: «Physiologie et physique de la plongée». — «Maroc Médical», 4: 612-615, 1962.
- (22) LANPHIER, E. H. y GILLEN, H. W.: «Management of Sports Diving Accidents». — «New York State Journal of Medicine», (63): 667-671, 1963.