

La visión subacuática

DR. M. GUZMÁN PEREDO.

Director del Instituto Mexicano de Buceo Autónomo, A. C. (I. M. B. A.). Miembro del Consejo Médico y de Prevención de la Federación Francesa de Estudios y Deportes Submarinos.

Debido al notable incremento que ha tenido la investigación subacuática en los últimos años, y sin olvidar que diversas ramas de la oceanografía se sirven de la inmersión como de uno de sus principales elementos, el factor *visión subacuática* ha sido cuidadosamente estudiado para que el buceador no encuentre demasiado alterado su sentido de la vista al hallarse en un medio totalmente diferente al cual ha vivido (12).

Para comprender perfectamente este asunto, empezaremos por anotar que la refracción es la desviación sufrida por un rayo luminoso al pasar de un medio a otro con índice de refracción diferente (15). Las leyes de la refracción de la luz —enunciadas por DESCARTES— nos dicen que si un rayo luminoso pasa del aire al agua sufrirá un cambio y se aproximará a la normalidad. La explicación es que ha pasado de un medio menos refringente a un medio más refringente. Si pasa del agua al aire, entonces se separa de la normal, o sea de la perpendicular; en este caso va de un medio más refringente a uno menos refringente. Un medio es tanto más refringente cuanto mayor sea su densidad. El agua es un medio 800 veces más denso que el aire.

La luz que penetra en el agua es refractada en un ángulo de 48.5 grados. Este fenómeno se demuestra observando un lápiz colocado perpendicularmente en un vaso lleno de agua. Un rayo proveniente de debajo de la superficie a cualquier ángulo mayor de 48.5 grados no será difundido en el aire; será reflejado en un cien por ciento en el agua. Esta es la causa por la cual el buceador verá, desde la profundidad,

la superficie del agua —para él el techo del recinto donde se encuentra— como la luna plateada de un espejo (15).

Al través de la historia del buceo asistimos a los diversos intentos que el hombre ha puesto en práctica para lograr la visión subacuática, ya que con los ojos abiertos, bajo el agua y en contacto con este líquido, solamente percibimos imágenes confusas y borrosas, por completo desenfocadas (13). Esta aberración derivante hace ver más cerca y más grandes los objetos. Tal fenómeno se debe a que el índice de refracción del agua es muy similar al del humor vítreo del ojo humano (1) (i. r. del agua: 1.3330; i. r. del ojo: 1.3656) (17), y éste ha sido creado (alguno quizá prefiera decir: se ha adaptado al correr del tiempo (4) a la visión en ambiente aéreo. El sistema óptico del ojo no es entonces, sumergido desnudo en el agua, lo suficientemente poderoso para formar una imagen en la parte posterior, en el fondo del ojo, y esta es la causa de la hipermetropía del buzo sin visor. La agudeza visual va a disminuir de un 6/6 a un 6/60. Por las razones anteriores es conveniente, para obtener una visión clara y precisa, formar un espacio aéreo entre el ojo y el medio ambiente acuoso. Con esto se restaura el índice de refracción y la agudeza visual vuelve casi a la normalidad (1, 4, 5, 7, 9, 13, 15 y 18).

Antonio Ribera cita (16) al cronista romano Plinio el Viejo, quien en su *Historia Natural* menciona que los Urinadores (cuerpo de buceadores de combate) solían llenarse la boca de

aceite, para luego, en el curso de la inmersión, irlo soltando, lenta y pausadamente, con el fin de modificar el índice de refracción del agua (9) y ver mejor lo que los rodeaba.

Hace algunas centurias los habitantes de ciertos pueblos de Oriente: malayos, polinesios, japoneses, principalmente, desarrollaron cierto tipo de lentes, hechos de escamas transparentes de tortuga (3, 6, 18 y 19). También se hacían lentes de cuerno y de madera, que aún hoy en día se emplean en ciertos lugares (2).

Cuando en los años 1860 y 1865 los franceses Denayrouze y Rouquayrol diseñaron su ingenioso mecanismo de escafandra autónoma, en la imposibilidad de contar con un visor —que por aquel tiempo aún no era inventado— adujeron la peregrina tesis de que el agua de mar era muy benéfica para el ojo humano. Algún tiempo después se modificó esta manera de pensar.

Por estos años, en 1891, el doctor STEVENSON —citado por JAMES DOUGAN (3)— habló de los lentes que no sólo permiten sino mejoran la visión subacuática. Sus experiencias las recogió en una comunicación científica publicada en el «American Journal of Ophthalmology».

En el año de 1932 varios buceadores de perlas de Japón visitaron Capri, y dejaron la idea del uso de lentes binoculares. Ya por esa época, ALEX KRAMARENKO —en Francia— dotó de perillas de goma a los lentes, para regular la presión en su interior, y de esta manera evitar el *squeeze*. El *squeeze* es el nombre que se le da al efecto de succión que se presenta en el interior de los lentes binoculares que no engloban la nariz, por medio de la cual se puede inyectar aire al visor y restablecer el volumen aéreo que, por efecto de la Ley de Boyle, ha disminuido en función del incremento de la presión ambiental.

Las lesiones oculares que se presentan con el uso de lentes binoculares (en los que es imposible equilibrar el volumen de aire) y con visores, en los que por ignorancia no se hace penetrar aire a su interior, dependen principalmente de la profundidad y del tiempo de la inmersión. Una dramática y aparatosa hemorragia conjuntival es el resultado de tal omisión y se debe a la falta de conocimiento de los principios básicos de la medicina submarina.

Posteriormente vinieron los primeros visores que cubren toda la cara y en los que se suprime el problema del *squeeze* siempre y cuando se regule el volumen de aire dentro del mismo, inyectando aire simplemente por la nariz.

En un principio se creyó que los mejores visores serían los más grandes —se ha visto que

aquellos en los cuales el cristal está más cerca del rostro son mejores, pues requieren menor volumen de aire y hay más campo visual: no obligan a volver la cabeza (4, 13) ni producen la «visión en túnel» de los visores de mayor distancia cristal-cara.

En años más recientes se ha pensado en mejorar el poder visual de aquellos buceadores que utilizan corrientemente lentes graduados, y para ello se adaptan armazones para este tipo de cristales, dentro de los visores normales. También se utilizan cristales para visor, con la graduación particular de cada persona y los resultados son altamente satisfactorios.

Pero el avance más significativo de la época actual ha sido el relativo al empleo de los lentes de contacto, cuya experimentación ha sido en extremo laboriosa, debido a todos los problemas que entraña su uso.

Por lo que respecta a los Estados Unidos de Norteamérica, diremos que los doctores ALAN GRANT y EDWARD BECKMAN han probado unos lentes de contacto de doble pared entre la pupila y el agua ambiental. La doble pared dará el espacio aéreo necesario para que la visión resulte casi normal. Según podemos apreciar por la breve descripción que de estos lentes hacen KLECKNER y PHINIZY (8, 14) aquí no existe el problema de que los cambios de temperatura vayan a provocar condensación sobre las paredes, y tienen, además, la ventaja de proporcionar un campo visual de 140 grados.

La marina americana ha empleado muy ampliamente dichos lentes de contacto y se han efectuado con ellos pruebas de inmersión de seis horas, a 300 pies de profundidad.

En Francia el mérito de haber iniciado los estudios e investigaciones con tan revolucionario método para obtener una buena visión subacuática corresponde al doctor FRUCTUS, quien junto con el doctor ARION y MORSE y WEBER han diseñado varios modelos, muy empleados por la marina gala, con magníficos resultados (20).

Respecto a los ingleses sabemos, por el estudio de BENNETT (1) que se cuenta con dos tipos de lentes de contacto: el modelo pequeño, que mide de 8 a 10 milímetros de diámetro (microlentes), y el modelo grande, de 24 milímetros de diámetro, que queda firmemente sostenido por los párpados, aún con los ojos abiertos bajo el agua.

Uno de los detalles que más interesan al usar lentes de contacto de tamaño grande, es que hay que tener especial cuidado para que exista ventilación, pues de otra manera, la visión se torna borrosa por el empañamiento del

lente. El medio más satisfactorio para abolir esta dificultad, es practicando un pequeño orificio en la lentilla (fenestración); y así se permite el paso a una burbuja de aire. Cuando se parpadea, el aire es obligado a salir al exterior y se da paso a otra burbuja de aire fresco que remueve el CO₂ del ojo. Otro método menos efectivo es hacer un canal para que circule el aire.

Si no existe una buena ventilación, en menos de una hora se empañará el lente en forma tal que la visión se torna borrosa. Sin embargo, el uso de la fenestración actualmente origina agudos problemas: Si uno emplea lentes de este tipo en agua salada (solución hipertónica), el agua del ojo va hacia afuera, y al emplearlos en agua dulce (solución hipotónica) el ojo absorberá agua.

La marina de Inglaterra realiza actualmente experimentos tendientes a resolver el problema de la fenestración, para la ventilación ocular. Los franceses se inclinan por el canal, mientras que, en términos generales, los americanos son de la idea de que no se requiere ventilación, ya que una maniobra bélica (en donde se piensa puede tener una de sus más claras indicaciones el uso de los lentes de contacto) de más de una hora de duración no es aceptable.

El inconveniente de la distorsión originada por los lentes de contacto ya se ha ido suprimiendo, y así ahora se trabaja en la fabricación de uno que sirva indistintamente afuera y adentro de agua, como si se tratara de un lente bifocal. La idea todavía es algo complicada, pero, como señala BENNETT, en breve se podrá realizar este proyecto que, sin duda alguna, traerá como resultado un enorme adelanto en el importante renglón de la visión subacuática.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) BENNETT, Q. — «Underwater Contact Lenses». Tritón (Londres), 10 (3): 26-27, 1965.
 (2) CROPP, B. — «Tinaicaboga e Raudalise» (Tar-

tarughe alle Figi). Mondo Sommerso 6 (1): 82-88, 1964.

(3) DOUGAN, J. — «Le Livre des Nerveilles du Monde Sous-Marin». Editions Denoël, Paris, 1958, pág. 376; 409.

(4) FABIANI, C. — «Naso, Smeralda e Vedo». Mondo Sommerso 6 (6): 161-163, 1964.

(5) FABIANI, C. — «Le Maschere: Mares, Gressi e Pirelli». Mondo Sommerso 6 (7): 158-159, 1964.

(6) HASE, H. — «Aventuras y Exploraciones Submarinas». Editorial Juventud, Barcelona, 1961, pág. 208.

(7) HEBERLEIN, H. — «Le Monde Sous-Marin». Editions B E A, Zurich (Suiza), 1959, pág. 75-82.

(8) KLECKNER, R. S. — «Contact Air Lenses Eases Skin Diving». Ontario Underwater Council News 1 (1): 4, 1964.

(9) LATIL, P. y RIVOIRE, J. — «A la Recherche du Monde Marin». Librairie Plon, Paris, 1954, pág. 30-33.

(10) LEE, O. — «The Complete Illustrated Guide to Snorkel and Deep Diving». Doubleday and Company, Inc. Garden City, Nueva York, 1963, pág. 10-13.

(11) LEDERER, R. J. — «Medicine et Plongée». Maubert et Companie, Paris, 1963, pág. 45-51.

(12) MILES, S. — «Underwater Medicine». Staples Press, Londres, 1962, pág. 148-153.

(13) PEDERZINI, A. y ROGGI, G. — «Il Sommozzatore». Edizioni Pescasport, Génova (Italia), 1960, pág. 15-19.

(14) PHINIZY, C. — «Occhi per non Piangere». Mondo Sommerso 6 (2): 106-107, 1964.

(15) POULET, G. y BARINCOU, R. — «Connaissance et Technique de la Plongée». Editions Denoël, Paris, 1962, pág. 28-32.

(16) RIBERA, A. — «La Exploración Submarina». Editorial Seix y Barral, S. A., Barcelona (España), 1956, pág. 16, 28, 30, 33.

(17) RIBERA, A. — «Los Hombres-Peces». Editorial Juventud, S. A., Barcelona, 1956, pág. 17, 40.

(18) ROBERTS, F. — «Basic Scuba». Van Nostrand Company, Inc., Princeton, Nueva Jersey (E. U. A.), 1960, pág. 20-25.

(19) TAILLIEZ, Ph. — «Explorando el Mundo Submarino». Editorial Juventud, S. A., Barcelona, 1959, pág. 14.

(20). — «Neuveaux Regards avec les Verres de Contact de Plongée». Etudes et Sports Sous Marins, 20: 3-5, 1963.

