

# Buceo e implante coclear (IC)

2ª parte

## Miguel Ángel Brinquis Crespo

Coronel médico. Especialista en Otorrinolaringología y en Medicina Subacuática e Hiperbárica.  
Hospital Central de la Defensa “Gómez Ulla”.  
Jefe del servicio de Medicina Subacuática e Hiperbárica.  
Glorieta del Ejército Nº 1. 28047. Madrid.

**Siguiendo el guion anunciado sobre el asunto “buceo e implante coclear” en el artículo anterior del número 88 de octubre de 2018 de esta revista, trataremos en este sobre el principal factor que afecta a la calidad de las aguas de baño, su contaminación microbiológica, y de los cambios de la presión ambiental que afectarán al buceador mientras practique esta actividad.**

Antes, como me mostraron las reservas que algún experto buceador comentó con Joan, el coordinador de esta revista, en cuanto a permitir la realización de esta actividad a los implantados, expresadas con la mejor intención, me indican que, previamente, debo dedicar unas líneas a publicitar el denominado “buceo adaptado”, la modalidad que acoge a los que sufren determinadas limitaciones físicas



Imagen 1

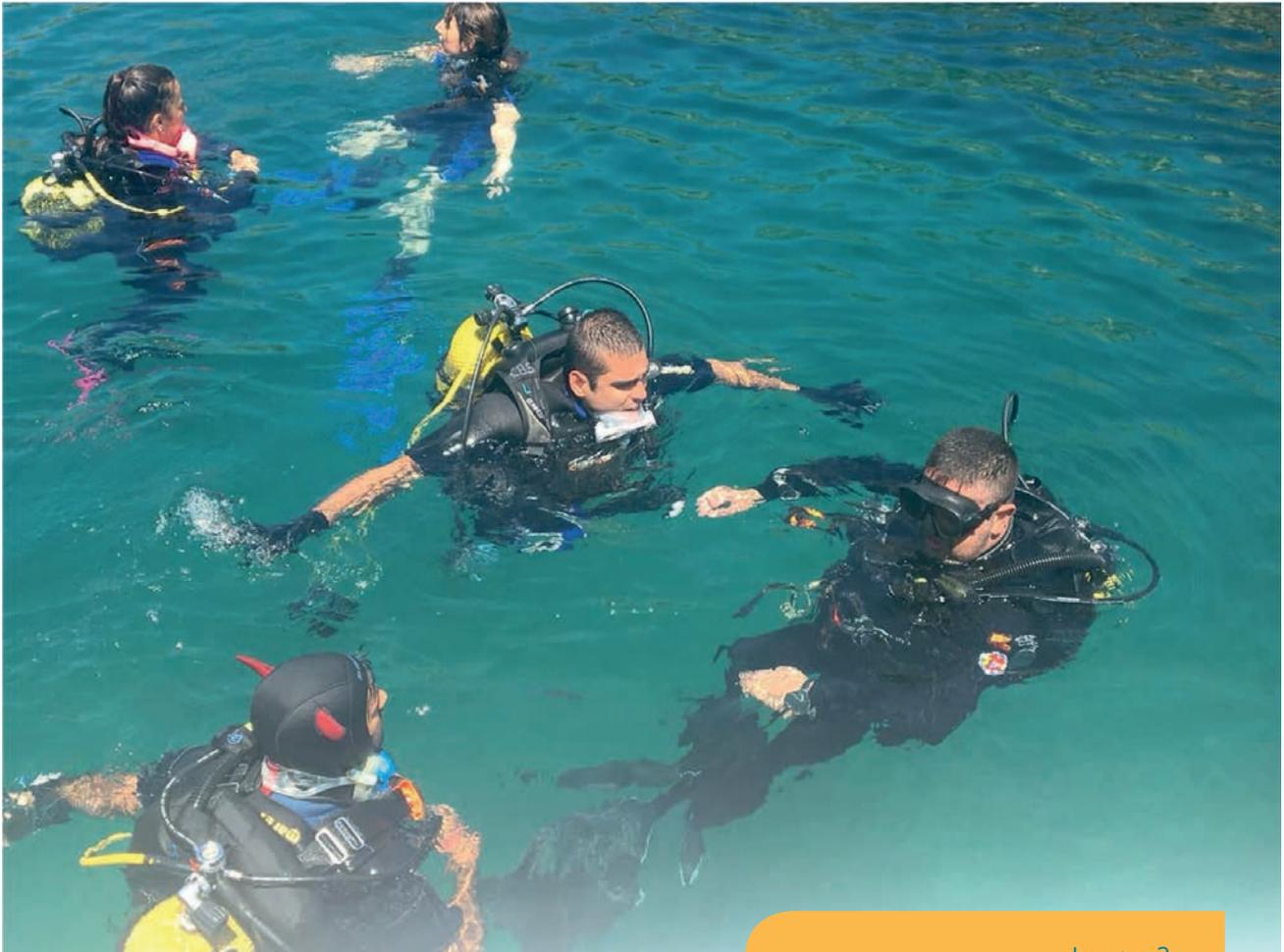


Imagen 2



Buceo adaptado  
Federación Española de Actividades  
Subacuáticas

Imagen 3

entre las que se incluyen los déficits auditivos y, también, los portadores de implante coclear (I.C.).

El buceo adaptado es practicado por valientes como Adrián, el sonriente joven de las imágenes 1 y 2. En la segunda le vemos en el centro y tiene, frente a él, a su monitor, D. Sergio Quiroga Soage, al que, tras servir él en la Guardia Real, tuvo el honor de conocer cuando ambos estábamos destinados en el Servicio de Medicina Hiperbárica y Subacuática del Hospital Central de la Defensa, el “Gómez Ulla”, que dirigí entre 2014 y 2018.

Practicar el buceo adaptado es una posibilidad que la FEDAS (Federación Española de Actividades Subacuáticas) ofrece a los que sufren determinadas limitaciones físicas. En general, con excepciones, les considera aptos para obtener la titulación de buceador de una estrella (B1E), siempre que sean mayores de 14 años y acrediten haber realizado 20 inmersiones monitorizadas. El B1E, el escalón más básico de los tres reconocidos para el buceo recreativo, permite realizar inmersiones que no precisen descompresión de hasta 25 metros de profundidad.

Existen numerosos cursos que ofrecen esta modalidad. Un ejemplo se ve en la imagen 4.

En el caso de las deficiencias auditivas, la FEDAS, tiene una actitud mucho menos restrictiva, que para otras, al considerar que su padecimiento apenas resta eficacia bajo el agua y no impide una correcta instrucción fuera de ella así que, aplicando las necesarias adaptaciones metodológicas, les considera aptos para alcanzar la titulación de buceador de dos estrellas (B2E) tras superar el curso correspondiente. Con este B2E, que es ya el escalón intermedio del buceo recreativo y se considera avanzado, se pueden realizar inmersiones de hasta 30 m de profundidad con descompresión. Para cursarlo se deben tener cumplidos los 15 años, reconocido el diploma de soporte vital básico y, además, tener registradas 20 inmersiones como B1E.

Creo que tiene razón la FEDAS al no conceder gran importancia limitadora a las sorderas, siempre que estén sanos los tímpanos, por su función como barrera física protectora del oído medio, para el ejercicio del buceo. Pero, al tener que dejar fuera del agua la parte externa de su I.C., ¿es un problema que el buceador portador no pueda oír durante su inmersión? “Le monde du silence” es una pionera película documental estrenada en 1956 producto de la colaboración del cineasta Louis Malle con el buceador inventor Jacques-Yves Cousteau, que tuvo gran repercusión y despertó, en muchos de mi generación, la curiosidad que los atraía hacia el mundo de las profundidades de la mar. (Imagen 5)

En ese mundo “silencioso” se ha practicado el buceo durante muchísimos años, y se sigue y seguirá haciendo, sin la posibilidad de comunicación oral. Los buzos clásicos de



Imagen 4



Imagen 5

los primeros tiempos se comunicaban utilizando un código de tirones de la cuerda de seguridad, visible a la izquierda de la imagen 6, que les unía al personal de superficie.

En el buceo autónomo actual la comunicación la realizamos mediante un código internacional de signos corporales, imagen 7, a los que la citada guía de la FEDAS añade otros, imagen 8, específicamente diseñados para ser usados por los que sufren pérdidas auditivas.



Imagen 6



Imagen 7

Existen modelos profesionales de cascos de buceo, diseñados para que la cabeza se mantenga en seco, que permiten una perfecta comunicación oral con otros buceadores o con sus asistentes y directores en superficie, y tienen incluso la posibilidad de corregir la distorsión de la "voz de pato" que se produce al bucear con mezclas de helio mediante equipos especiales. Si

la parte externa del I.C. pudiera soportar sin dañarse el aumento de presión, y dado que no entraría en contacto con el agua, ¿podría usarse durante la inmersión? Por fortuna nunca se me presentó el caso de tener que peritar sobre esta cuestión cuando el afectado era un buceador, ya profesional, que podría ver su medio de vida arruinado. (Imagen 9)

No siendo la sordera una circunstancia discriminatoria bajo el agua, y dado que portando ambas partes del implante la instrucción en el aula es perfectamente posible, ¿cuáles son, a mi entender, las razones que obligarán al médico a desaconsejar al portador el buceo? Siempre será aquí el dictamen más respetable, y decisivo, el de su cirujano implantador.



## Personalícelo

Ahora ella puede llevar siempre sus margaritas en el pelo.  
No importa lo que le guste a su hijo/a; encontrará DesignSkins® para él y para ella.

Cree su propio diseño  
en [medel.com/skins](http://medel.com/skins).





Imagen 8

A las grandes ventajas que proporciona la cirugía y el uso del I.C., se contraponen un pequeño porcentaje de complicaciones, las cuales suelen dividirse en mayores (las que obligan a la reintervención o a la retirada de la parte interna del I.C.) y menores (cuando lo anterior no es necesario).

Dos complicaciones que a mi juicio, pero solo en casos muy concretos, pueden promover la práctica del buceo al producirse en ella la suma

de estos dos factores principales, el agua no estéril y la presión, son la infección del oído y la refistulización perilinfática.

Una alta proporción de los heridos por la onda expansiva en los atentados del 11M, que en total fueron más de 2050 repartidos entre todos los servicios de urgencias de Madrid (imagen 10), sufrieron perforación timpánica (blast injury). Los resultados en nuestro servicio de ORL,

ese día, fueron muy buenos gracias a que se trataba de perforaciones "secas", no contaminadas, y a que el tratamiento instrumental, en sala de curas o en quirófano, fue inmediato.

No ocurre lo mismo en las perforaciones timpánicas bajo el agua cuando hay entrada de fluidos no estériles al oído medio, porque contaminan, además de con la vida y gérmenes preexistentes en ella, con los gérmenes arrastrados mecánicamente desde el epitelio del conducto auditivo externo.

La infección de un oído medio cuando en él asienta un cuerpo extraño al organismo, la parte interna del I.C. no deja de serlo, que presenta anfractuosidades microscópicas en las que pueden esconderse los gérmenes de las defensas del organismo, puede hacer muy difícil su erradicación y permitirles, actuando como foco infeccioso, cuando las circunstancias son favorables a la enfermedad, propagarse a oído interno e incluso meninges.

Es por lo anterior que la exploración del oído especializada, como parte



Imagen 9

del obligatorio reconocimiento médico que valora la aptitud para la actividad subacuática del aspirante a buceador, cuando se trata de un portador de I.C., debe ser minuciosa. La evidencia de perforación, o la duda razonable de que pueda producirse con facilidad por los cambios de presión durante el buceo, un tímpano monomérico, por ejemplo, y sea vía de entrada para la infección, debe ser certificada y contraindicar su práctica.

Todos sabemos que el baño puede producir dermatitis, incluyendo en ellas a la otitis externa difusa conocida como la "otitis del nadador" que, dicen, afecta a cerca del cinco por ciento de usuarios de playas y piscinas.

Nunca he sido gran partidario de los tapones de baño "a medida" para el oído, porque desconfío de que sean



Imagen 10

una protección eficaz para un baño prolongado. Es solo una opinión y no es compartida por otros buenos colegas ni por muchos de mis pacientes que los usaban con satisfacción y

a los que no intentaba convencer, pero en lo que todos estamos de acuerdo es que están estrictamente prohibidos para la práctica del buceo por ser un mecanismo facilitador del



- OTORRINOLARINGOLOGÍA
- DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LAS SORDERAS
- IMPLANTES COCLEARES
- IMPLANTES DEL TRONCO CEREBRAL
- IMPLANTES DE OÍDO MEDIO Y BAHA
- REHABILITACIÓN DE AUDICIÓN Y LENGUAJE
- APOYO PSICOLÓGICO DEL NIÑO Y ADULTO



**CLÍNICA CLARÓS**  
 Los Vergós, 31  
 08017 BARCELONA (España)  
 Tels. (34) 93 203 12 12 - (34) 93 280 66 44  
 Fax (34) 93 280 33 32  
 e-mail: [clinica@clinicacclaros.com](mailto:clinica@clinicacclaros.com)





Imagen 11

barotrauma ótico de tipo explosivo (con tendencia a romper el tímpano “hacia afuera”). Este asunto se tratará más adelante.

Sobre la calidad de las aguas de baño existe una abundantísima normativa a nivel mundial (ONU), europea (CE), nacional, autonómica e incluso local (Barcelona, Benidorm...).

En Europa, la calidad de las aguas dulces y marinas (con exclusión de las de piscinas, termas, subterráneas y terapéuticas) se valora, fundamentalmente aunque no solo, por su nivel de contaminación con microorganismos patógenos. La Directiva 2006/7/CE estandariza minuciosamente muchos aspectos, como por ejemplo el protocolo para la toma de muestras: mínimo de tres durante la temporada de baño, una al inicio, con un volumen mayor de 250 ml, tomados a una profundidad de más de 30 cm en fondos de más de 1 m, en el punto de máximo uso por bañistas....etc.

En las muestras así tomadas se estudian, siguiendo normas ISO, los percentiles de los patógenos fecales más comunes en las aguas de baño, que son las bacterias *Escherichia Coli* y los enterococos intestinales. Los resultados obtenidos servirán

para clasificar las áreas de baño en cuatro categorías, con variabilidad temporal según la evolución de los muestreos, que son: insuficiente, suficiente, buena y excelente. Finalmente estos datos serán facilitados, por la Comisión Europea, para público conocimiento y se permitirá bandera azul a las excelentes.

La calidad de las aguas de baño dependerá de que las depuradoras de los contaminantes industriales, agrícolas, urbanos y domiciliarios, entre otros, puedan funcionar adecuadamente y de que los emisarios que, desde ellas, los conducen hasta verterlos para dispersarlos en la mar (a un mínimo de 500 m de distancia de la costa en la bajamar equinoccial) funcionen siempre bien, según las normas. Pero, incluso con el mayor de los cuidados, pueden acaecer circunstancias que, bien por superar la capacidad de las depuradoras por variados fallos técnicos, o por escasa o excesiva pluviosidad, u otras causas, o por producir daños en los emisarios submarinos tales como temporales, anclas, redes, etc. pueden ocultar bajo la apariencia de una edénica área de baño, un infeccioso caldo de cultivo. (Imagen 11)

La mar, ese género le adjudicamos cálidamente los marinos, posee

una gran capacidad destructora de gérmenes gracias a su contenido en sal. El sol la ayuda, en esta tarea, gracias a sus radiaciones ultravioleta e infrarroja. Cuanto mayor sea su salinidad y transparencia, la energía y duración de la exposición al sol, la presencia de fuertes corrientes, la falta de oleaje y la mayor solidez del fondo, la ausencia de arena flotante y la escasez de profundidad, entre otros factores de menor importancia, mayor será su capacidad depuradora. Reservo este aparte para exponer que una temperatura elevada aumenta la capacidad depuradora del agua porque, según está demostrado, los gérmenes antes citados prefieren para su proliferación esas aguas algo frías a las que yo creía, equivocadamente y hasta hoy, más saludables.

A pesar de lo dicho hasta aquí, basándome en mi propia experiencia como simple bañista durante los últimos años, y, en la de antes, como buceador y médico durante los cinco años vividos en la Unidad de Investigación Subacuática y en la enfermería del Centro de Buceo de la Armada, en el que no menos de cuarenta personas iban al agua a diario, algunos durante muchas horas, era raro observar otitis, y yo nunca la he padecido. Bien es verdad que eran casi todos ellos personas muy jóvenes que acudían a realizar las diversas especialidades de buceo y, por tanto, habían superado un muy estricto reconocimiento médico previo y disponían, las 24 horas, de personal sanitario atento a que, sin retardo, se iniciara el tratamiento adecuado en la primera fase de la enfermedad para evitar hacerles tener que abandonar su valioso curso.

Recuerdo con nostalgia cómo, hace ya cuarenta años, preparaba el humilde y sencillísimo alcohol boricado, a saturación, cuya aplicación resul-



Imagen 12

taba muy eficaz dentro del conducto auditivo externo para prevenir, cuando las aguas en las que el buceador tenía que sumergirse, principalmente puertos, eran verdaderamente “sucias”, (en aquella época muchos barcos no disponían de fosa séptica y las orinas y heces salían de ellos, tal como entraban al inodoro, a donde operaba el buceador), o contribuir a curarla cuando ya eran evidentes los signos de una otitis micótica, por hongos. (Imagen 12)

Para concluir este apartado de la calidad de las aguas de baño y sus riesgos, cuando es deficiente para un implantado, citaremos a la Agencia Europea de Medio Ambiente, la cual publicó, en julio de 2017, el listado de las once playas españolas más contaminadas por microorganismos patógenos aplicando la metodología de la Directiva 2006/7/CE. De ellas, sorprendentemente, al menos para mí, ocho asentaban en el hermoso Atlántico gallego (¿menos sal, menos luz, menos temperatura, arena, gran pluviosidad y población?). De las otras tres dos estaban en la isla de Mallorca y una en Valencia. También sorprende que, en este informe, nuestra costa más “limpia” resultó ser la murciana.

Dejando ya de lado el asunto de la calidad de las aguas abordaremos el segundo factor, el más importante durante la práctica del buceo, el de los cambios en la presión ambiental.

No somos conscientes de la enorme presión atmosférica, la producida por el peso del aire que nos rodea, a la que estamos sometidos.

Mientras otros cortaban cabezas durante la revolución francesa, imagen 13, un grupo de científicos se afanó en buscar un sistema de unidades, de alcance mundial, que racionalizara el galimatías preexistente, que en el caso del peso era complicado por fanegas, adarmes, onzas, libras, quintales, etc., que, además, no en todos sitios tenían el mismo valor. Así nació, en plena revolución, el sistema métrico decimal.

Decidieron que la nueva unidad de masa, para que valiera en todos lados lo mismo, fuera la del peso que la columna de aire, toda la atmósfera, ejerce sobre cada centímetro cuadrado de nuestro planeta a nivel de la mar. Este peso ya lo había conseguido medir Torricelli, (760 mm), mucho antes, con su tubo relleno de mercurio. Así que,

por fin, se tenía una unidad de medida objetiva y verificable, y le llamaron kilo. Como colofón, se dio la afortunada casualidad de que el kilo era también la masa de un litro (decímetro cúbico) de agua destilada. Dicha equivalencia nos resultará muy útil para los cálculos en buceo que veremos a continuación.

En alguna charla en la facultad de medicina les preguntaba a los alumnos: ¿Cuánto creen que pesa un metro cúbico de aire?, es decir, un cubo de un metro de lado. Lo normal era que respondieran que muy pocos gramos cuando, en realidad, pesa más de kilo y cuarto. Imaginad ahora la cantidad de esos cubos que hay sobre nuestras cabezas.

Continuando con los cálculos: en las llamadas “condiciones normales”, es decir, a nivel de mar a cero grados centígrados, soportamos un kilo de peso sobre cada centímetro cuadrado de nuestra piel, así que, considerando que la superficie corporal media de los humanos es de uno coma siete metros cuadrados, esa persona “media” soportará repartida sobre toda su superficie corporal, mientras tranquila toma el sol en la playa, un total de diecisiete mil kilogramos.

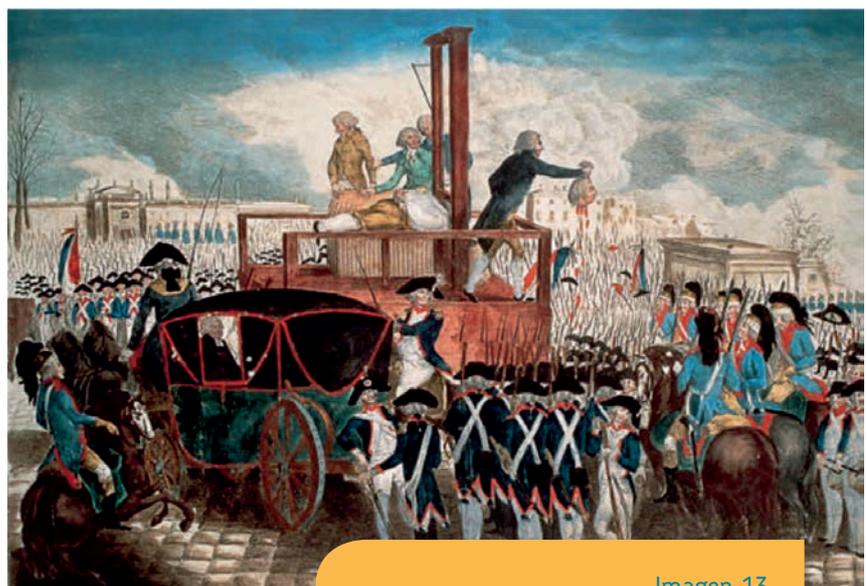


Imagen 13

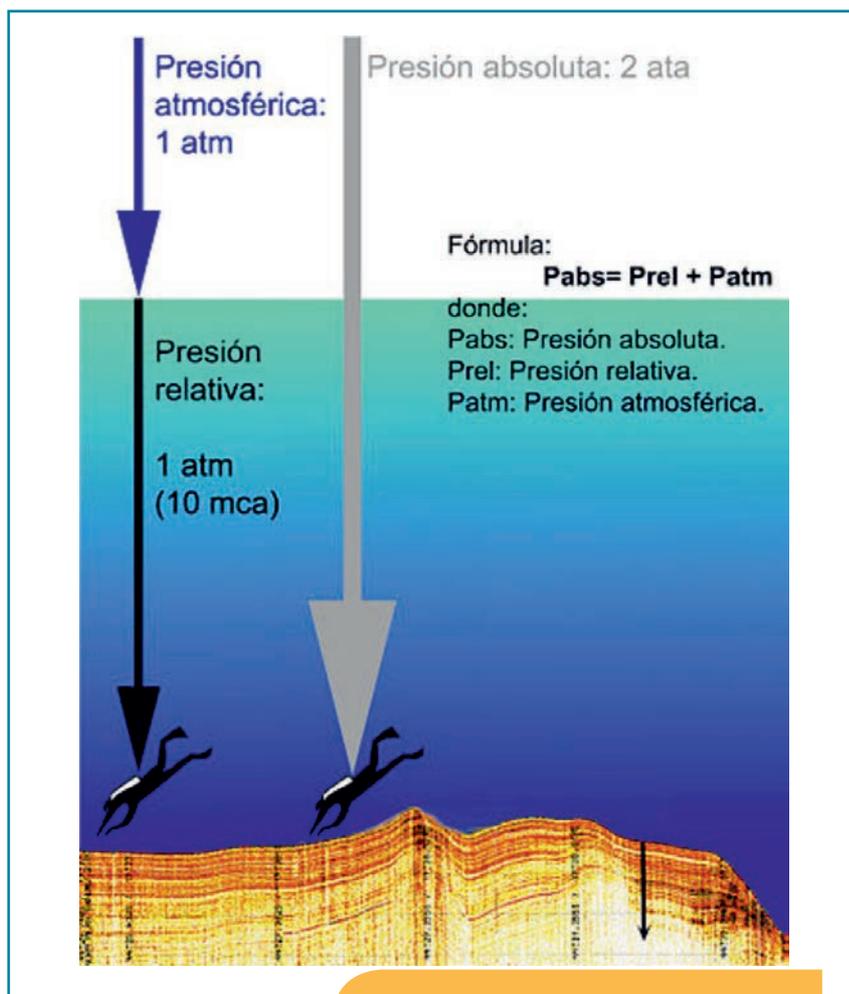


Imagen 14.

Asombroso, ¿no? Menos mal que nuestro Universo parece tener un diseño inteligente y previno, desde sus inicios hace muchos eones, que no muramos aplastados, gracias al principio cuya existencia demostraría Pascal en 1654.

Y, ¿qué pasa a diez metros de profundidad bajo la superficie del agua? Ya vimos antes que un litro ( $dm^3$ ) de agua pesa un kilo. Por ello, si no atendemos a pequeñas variaciones locales debidas a diferentes salinidades y temperaturas, una columna de diez metros de agua y un centímetro de base (el volumen de esta delgada columna seguirá siendo un litro), hará la misma presión (peso fuerza partido por superficie) que toda la columna de aire atmosférico por encima de la

superficie de ella, que es, un kilo por centímetro cuadrado.

Así que, bajo el agua, soportamos dos presiones, la que hay por encima de la superficie (la presión atmosférica) y la del agua que está por encima de nosotros (la presión hidrostática, también llamada relativa). Y, la presión real (la presión absoluta), la que soportamos buceando, será la suma de ambas. El buceador de la imagen 14, está a 10 metros de profundidad (metros columna de agua, mca) y, por tanto, soportará 2  $Kg/cm^2$  de presión absoluta.

En consecuencia: en superficie soportamos 1  $Kg/cm^2$ . A diez metros de profundidad 2  $Kg/cm^2$ .. A veinte 3  $Kg/cm^2$ ... A cincuenta 6... Y así sucesivamente.

Y como la ley de Boyle dice, para los gases, que "a temperatura constante el producto de la presión por el volumen se mantiene constante", resulta que un litro de aire en superficie tenderá a ocupar solo medio litro a diez metros, y un tercio de litro a veinte, y un cuarto a treinta ... Y así sucesivamente.

En las dos siguientes imágenes se ve al asistente de los pacientes de la cámara hiperbárica del "Gómez Ulla" durante una sesión de tratamiento, el mismo D. Sergio del inicio, mientras sostiene dos botellas cerradas e iguales. La de su mano derecha está llena con agua y la de su mano izquierda con aire. La imagen 15 está tomada antes de meter presión en la cámara hiperbárica, y ambas botellas tienen el mismo volumen. La imagen 16 se ha tomado cuando se ha alcanzado una presión, "en cámara", equivalente a la de 14 metros de profundidad bajo el agua, y vemos que, como el agua es incompresible, no se reduce su volumen, mientras que se aplasta la rellena de aire, ya a esa relativamente muy baja profundidad, de forma impresionante.

Como nuestros oídos medios (caja timpánica y mastoides) contienen aire, al profundizar en la mar, tienden a reducir su volumen retrayendo la membrana timpánica hacia dentro hasta llegar a romperlo, si nos empeñamos en ello y tras pasar por ascendentes grados de barotrauma (se suelen considerar cinco, siendo el quinto la perforación). En un oído sano se calcula que la rotura se produciría en torno a los diez metros.

Entonces, ¿cómo conseguimos profundizar los buceadores sin hacer daño al oído? La maniobra más usual de las llamadas "de compensación", hay otras, es la de Valsalva. Se realiza, como se ve en las imágenes 17 y



Imagen 15.



Imagen 16.

18, tanto bajo el agua como fuera de ella. Consiste en comprimir, mientras se impide que el aire escape por nariz y boca, el aire de la vía aérea contrayendo la musculatura torácica espiratoria, para hacerle buscar su salida a través de la trompa de Eustaquio hacia el oído medio. El fin es compensar, rellenando con aire “nuevo”, el volumen reducido por la

presión. En la imagen 18, una doctora observa con el otoscopio si el tímpano se “hincha” mientras el explorado realiza una maniobra de Valsalva para comprobar, así, si el funcionamiento de su trompa de Eustaquio es el adecuado para bucear.

Se reconoce que un brusco desplazamiento de la platina del estribo,

tanto hacia dentro del oído interno (mecanismo implosivo) como hacia fuera de él (mecanismo explosivo), puede dar lugar a la aparición de una fistula perilinfática por ser capaz de producir desgarros, tanto a nivel del ligamento oval como de la ventana redonda, y yo puedo dar buena prueba de ello por haberla sufrido.



# IOM

INSTITUTO DE OTORRINOLARINGOLOGÍA  
Y CIRUGÍA DE CABEZA Y CUELLO DE MADRID

OTOLOGÍA, AUDIOLOGÍA Y AUDIOCIRUGÍA (Tratamiento de problemas auditivos)  
OTONEUROLOGÍA Y OTONEUROCIURUGÍA (Tratamiento del vértigo y la parálisis facial)  
IMPLANTES DE OÍDO MEDIO Y OSTEOINTEGRADOS (Tratamiento de pérdida de audición)  
IMPLANTES COCLEARES (Prótesis auditiva para la sordera profunda)  
FONIATRÍA Y LOGOPEDIA (Reeducación de la voz, Labiolectura,...)  
UNIDAD DE ACÚFENOS (Ruido de Oído)  
PSICOLOGÍA Y AUDIOLOGÍA INFANTIL (Niños sordos)  
PATOLOGÍA DE LA NARIZ, FARINGE Y LARINGE

C/ Arturo Soria, 119 – 28043 Madrid  
Telf. 91 4130514 – Fax. 91 5195085

info@institutoorl-iom.com  
www.institutoorl-iom.com



Imagen 17.

El mecanismo explosivo puede desencadenarse, al realizar un Valsalva excesivo, por dos vías: una sería mediante el desplazamiento brusco del tímpano hacia fuera, “de golpe”, pudiendo desgarrar el ligamento oval hacia afuera o, por compensación, la membrana de la ventana redonda hacia dentro. La otra vía sería que la compresión torácica, de la maniobra de Valsalva, fuera tan poderosa que dificultara el retorno venoso de la cabeza al corazón, ocasionando un aumento de presión retrógrado del líquido cefalorraquídeo que, a través de una comunicación que este tiene de calibre muy variable según los individuos con los líquidos del oído interno (el “acueducto coclear”), transmitida al líquido perilinfático, haga estallar la membrana de la ventana redonda.

El mecanismo implosivo se producirá por el empuje de una presión exterior aumentada sobre la membrana timpánica cuando no se produce compensación; esta será desplazada hacia dentro del oído y, a través del juego de palancas del oído medio (martillo, yunque, estribo), transmitirá el empuje, multiplicado por cuatro, a la platina del estribo que, enclavándose hacia dentro del oído interno, puede llegar a producir el desgarro del ligamento oval, hacia dentro, o de la membrana de la ventana redonda, por el aumento de presión del líquido perilinfático, hacia afuera.

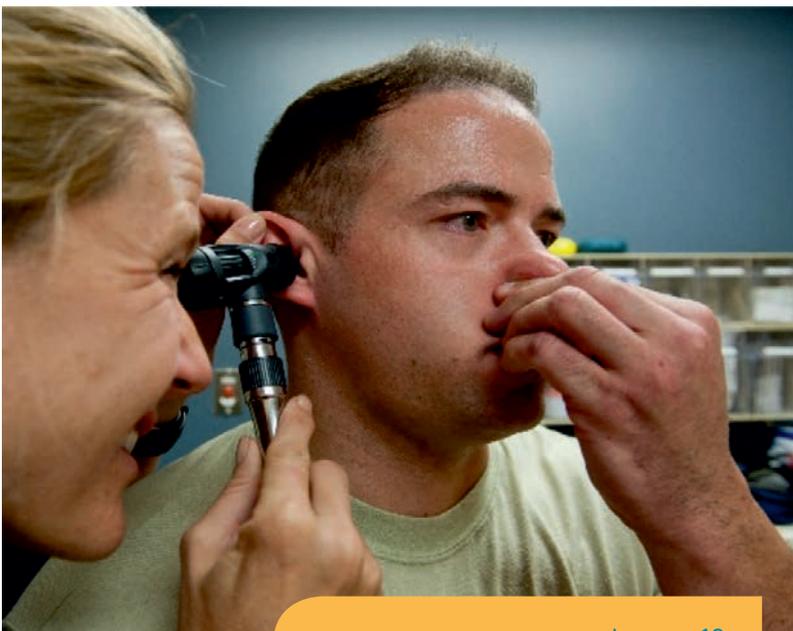


Imagen 18.

Las técnicas quirúrgicas, para colocar la parte interna del implante coclear, se adaptan, según protocolos bien establecidos, a las muy diversas causas que producen las deficiencias auditivas y que van desde lo congénito hasta lo oncológico. Por ello, la sensibilidad a la infección y a la presión, de cada portador, debe valorarse de forma individualizada, porque, en algunos pacientes el

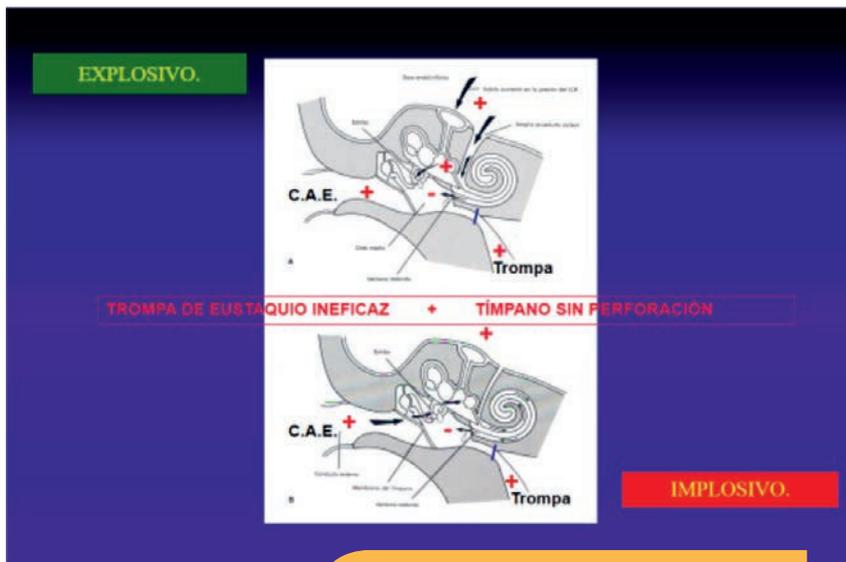


Imagen 19.

cirujano bloqueará la trompa de Eustaquio y en otros no (lo cual impedirá el Valsalva pero evitará la contaminación del oído medio desde la nasofaringe). En algunos rellenará la caja timpánica con ma-

teriales, sintéticos o naturales, que no sufren reducción de volumen con la presión (y el tímpano no sufrirá aplastamiento). En otros colocará un drenaje temporal transtimpánico (y se deberá evitar estrictamente la

posibilidad de entrada de agua en oído mientras esté en su sitio). En algunos se procederá a obliterar el conducto auditivo externo, creando un fuerte fondo de saco (y será muy resistente, tanto a la presión, como a la infección). En algún caso, el sellado del punto de entrada de la guía portaelectrodos en la rampa timpánica será menos fiable que en otros (y tendrá más riesgo de refistulización). Etc.

Si el equipo que atiende a un portador, con el principal visto bueno del cirujano, no le recomienda evitar el buceo, bueno será que este recuerde lo que hizo decir el genial Cervantes a Periandro en “Los trabajos de Persiles y Sigismunda”: “En los ánimos encogidos nunca tuvo lugar la buena dicha”. Así que... ¡Prudencia y ánimo! ■

