



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



FACULDADE DE
MEDICINA
LISBOA

TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

Fisiopatologia do Mergulho: Doença Descompressiva e Barotrauma

Francisco Nogueira Machado

Abril'2019



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



FACULDADE DE
MEDICINA
LISBOA

TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

Fisiopatologia do Mergulho: Doença Descompressiva e Barotrauma

Francisco Nogueira Machado

Orientado por:

Dr. Marco António Cabrita Simão

Abril'2019

Resumo

A popularidade do mergulho recreativo, com ar comprimido, tem crescido a um ritmo considerável estimando-se que o número de certificações para a prática, tenha quase triplicado, nos últimos 20 anos. Para além disso, a exploração do meio aquático continua ainda a ter perspectivas de ser alargada, com a criação de instalações subaquáticas permanentes num futuro que não será muito distante.

Pelo exposto e dado o risco inerente, à prática do mergulho, torna-se fundamental que o médico, tanto a nível de cuidados primários com um intuito preventivo, como também em contexto de urgência, tenha noção sobre os aspetos essenciais das principais patologias associadas ao mergulho, de modo a poder atuar, rapidamente e de forma eficaz.

Neste trabalho, são abordadas duas patologias associadas ao mergulho, a doença de Descompressão e o Barotrauma, dada a sua prevalência e também as potenciais consequências desastrosas que delas podem advir, caso não sejam identificadas prontamente. É dada especial importância à fisiopatologia das doenças, às suas manifestações clínicas e às noções gerais sobre o seu tratamento.

Abstract

The popularity of recreational diving with compressed air has grown at a considerable pace; with the number of certifications for practice estimated to nearly triple in the last 20 years. In addition, the exploitation of the aquatic environment still has prospects of being extended, with the creation of permanent underwater installations in the near future.

Due to all this and given the risks inherent in diving practice, it becomes fundamental, to the doctor, both at the level of primary care with a preventive intent, but also in the context of urgency to have notions of the main pathologies associated with diving, in order to be able to act quickly and effectively.

In the work, two disorders associated with diving, decompression sickness and Barotrauma are discussed, given their prevalence and the potential disastrous consequences that may arise if they are not readily identified. Particular importance is given to the pathophysiology of the disease, its clinical manifestations and some general notions of its treatment.

O trabalho final exprime a opinião do autor e não da FML.

Índice

1. Introdução	5
2. O ambiente Subaquático	5
2.1 Fenómeno ótico	5
2.2 Temperatura.....	6
2.3 Pressão	6
3. Doença de descompressão	7
3.1 Manifestações clínicas.....	7
3.2 Doença de descompressão tipo I	8
3.3 Doença de descompressão tipo II	8
3.4 Diagnóstico.....	9
3.5 Tratamento.....	9
4. Barotrauma	11
4.1 Barotrauma Pulmonar.....	11
4.2 Barotrauma do ouvido médio	13
4.3 Barotrauma do ouvido interno	13
4.4 Barotraumatismo dos seios-perinasais	14
Bibliografia:	15

1. Introdução

Desde cedo que o homem demonstrou interesse pelo meio subaquático, estimando-se que a sua exploração, antecede os registos históricos que só surgiram na Grécia antiga por volta do 4º século antes de Cristo, em cerca de 1000 anos. Atualmente, o mergulho está presente em várias áreas da sociedade: desportiva, industrial, militar e concretamente no último século, têm-se observado um grande crescimento do mergulho recreativo com ar comprimido, tendo o número de certificações de mergulho quase triplicado nos últimos 20 anos. Nos próximos anos prevê-se ainda uma mudança no mundo do mergulho, devido aos planos existentes para se fazerem instalações subaquáticas permanentes, com o objetivo de investigação em diversos campos.¹

A exposição ao ambiente subaquático sujeita o mergulhador a alterações fisiológicas muito particulares, o que faz com que as patologias relacionadas com o mergulho tenham uma apresentação única, exigindo desta forma ao médico um conhecimento do ambiente e dos efeitos fisiológicos que este causa no mergulhador, de forma a poder diagnosticá-las corretamente.²

Duas patologias importantes, não só pela sua prevalência, mas também pela sua potencial gravidade são o Barotrauma e a Doença de Descompressão.

2. O ambiente Subaquático

Para perceber as alterações fisiológicas impostas pelo mergulho, o médico deve ter a noção de algumas propriedades do meio subaquático, destacando-se: densidade, pressão, temperatura, fenómeno ótico.

2.1 Fenómeno ótico

Debaixo de água é muito difícil focar imagens na retina devido ao índice refrativo muito semelhante que existe entre a córnea e a água. Desta forma torna-se necessário o uso de máscara debaixo de água de forma a criar dois poderes refrativos (água vs vidro e vidro vs ar). Contudo com a criação destas duas interfaces, com exceção para distâncias curtas, tanto o tamanho como a distância dos objetos são sobrestimadas em comparação com a visão à superfície. Uma vez que o índice refrativo da água é três quartos do índice refrativo do ar, a distância aparente de um objeto debaixo de água é três quartos da distância a que esse objeto seria visualizado no ar. Os objetos debaixo de água aparentam

ser trinta por cento maiores e estar trinta por cento mais perto, devido a uma distorção da percepção visual.¹

2.2 Temperatura

A condutividade térmica é a propriedade de um material transferir calor de uma molécula para a outra através de um meio líquido, sólido ou gasoso. Tipicamente a perda de calor no corpo humano acontece por radiação ou convecção, desta forma uma temperatura entre os 18 e os 24 graus é confortável na superfície corporal rodeada por ar. Contrariamente, debaixo de água, um curto espaço de tempo exposto a estas temperaturas pode causar grande desconforto ou até consequências mais graves, nomeadamente a hipotermia, uma vez que a água tem uma condutividade térmica muito superior à do ar. O Termo neutralidade em submersão completa, definido como a temperatura na qual não há transferência de calor entre água e o corpo é atingida entre os 28 e os 30 graus. Quando a temperatura da água é inferior a estes valores deve ser utilizada proteção adequada com fato isotérmico de forma a minimizar as perdas de calor.³

2.3 Pressão

O principal efeito verificado com o aumento da pressão à medida que a profundidade aumenta é na propriedade dos gases. As principais leis que explicam estas alterações com a profundidade e que são muito usadas no contexto de mergulho são a lei de Boyle, Dalton e Henry.

Lei de Boyle- De acordo com esta lei o volume e a pressão de um gás perfeito a uma temperatura constante são inversamente proporcionais. Desta forma o volume de gás é reduzido para metade quando a pressão absoluta passa para o dobro. De acordo com esta lei, a variação relativa de volume de duas para três atmosferas é menor do que de duas para uma atmosfera (pressão verificada à superfície). Desta forma para uma dada variação de profundidade, a variação do volume de gás é superior quando se está mais próximo da superfície.²

Lei de Dalton- A pressão parcial exercida por cada componente do gás utilizado pelo mergulhador aumenta proporcionalmente com o aumento da pressão à medida que a profundidade aumenta.³

Lei de Henry- Diz que a pressão parcial de um gás determina a quantidade de gás dissolvido nos tecidos. Desta forma à medida que a pressão aumenta, a concentração de gás dissolvido no sangue e nos tecidos aumenta.²

3. Doença de descompressão

A formação de “bolhas” no sangue ou nos tecidos durante ou depois de uma redução da pressão ambiental, que acontece geralmente durante a fase de ascensão do mergulho (descompressão) é definida como doença de descompressão.⁴ Como já tínhamos visto através da lei de Henry à medida que a profundidade aumenta, aumenta também a pressão parcial dos gases e por conseguinte a concentração de gás dissolvido no sangue e nos tecidos. Durante a fase de subida à superfície (descompressão), os gases inertes (Nitrogénio é o mais utilizado no mergulho) difundem-se para o sangue e depois são eliminados pelos pulmões. Se ocorrer uma ascensão muito rápida à superfície, a pressão parcial de gás inerte tanto no sangue como nos tecidos pode atingir um valor limite para a profundidade correspondente, ocorrendo um estado de supersaturação dos tecidos, com consequente passagem do gás inerte à fase gasosa⁵ e formação das tais bolhas que vão caracterizar grande parte da doença de descompressão.

3.1 Manifestações clínicas

As manifestações clínicas da doença de descompressão refletem a formação de bolhas nos diversos espaços anatómicos e podem afetar múltiplo sistemas de várias maneiras diferentes. Estas podem causar sinais e sintomas por compressão mecânica de vasos e nervos, redução da perfusão sanguínea devido ao efeito de embolo ou até mesmo pela indução de uma resposta inflamatória ou ativação da própria cascata de coagulação por parte do organismo. A localização da formação das bolhas depende também das características do próprio tecido. O volume e localização das bolhas vai determinar se os sintomas ocorrem, uma vez que a presença de bolhas no sistema circulatório não determina obrigatoriamente a ocorrência de sintomas.

A utilização do ultrassom com doppler demonstrou que na doença de descompressão, a maioria das bolhas intravasculares surgem na circulação venosa, uma vez que os pulmões atuam como um filtro, retendo e excretando as bolhas, impedindo que estas passem para a circulação sistémica, o que faz com que os sintomas só surjam 1 a 48 horas após a

ascensão à superfície. De referir também que quanto mais rapidamente os sintomas se instalarem, regra geral, mais severos estes serão.⁶

A doença de descompressão pode ser essencialmente dividida em 2 categorias de acordo com os sinais e sintomas: Tipo I ou tipo II

3.2 Doença de descompressão tipo I

A dor é a manifestação mais frequente da doença de descompressão tipo I, estando presente em 70 a 85% dos casos. Esta dor afeta sobretudo as articulações devido à presença das bolhas nos tecidos peri-articulares, que causam obstrução ao fluxo sanguíneo e estiramento dos tecidos. O ombro é a articulação mais vezes envolvida, mas qualquer articulação pode ser afetada. A dor é inicialmente moderada, mas tem um padrão em crescendo, razão pela qual, no início, poder ser desvalorizada. A dor causada pela doença de descompressão tipo I pode inclusive mascarar sintomas neurológicos característicos da doença de descompressão tipo II.

Pode ainda existir envolvimento cutâneo através da Cutis marmorosa, um rash em placas ou papular violáceo que acomete mais frequentemente o a região toraco- abdominal, mas que pode ser generalizado. Esta entidade tipicamente começa com um prurido generalizado, seguido de hiperémia, aparecendo depois finalmente o Rash descrito.⁷ Habitualmente esta entidade resolve em 24h.

3.3 Doença de descompressão tipo II

A doença de descompressão tipo II é normalmente mais grave e pode levar a lesões irreversíveis. Normalmente existe afeção neurológica e pulmonar.

A nível neurológico afeta principalmente a medula espinhal na região torácica inferior ou lombar superior. Desta forma podemos ter como sintomatologia inaugural parestesias, e parésia dos membros que pode progredir para paraplegia ou perda de controlo dos esfíncteres. Também podem ocorrer manifestações a nível cerebral como por exemplo perda de memória, ataxia, alterações visuais, da personalidade e da fala. Maior parte destas alterações acredita-se serem causadas pela formação de bolhas nos plexos venosos cerebrais de baixa pressão, com conseqüente obstrução dos mesmos.

A nível Pulmonar, como já tínhamos visto anteriormente as bolhas difundem-se para o exterior através dos alvéolos, contudo em alguns casos a quantidade de bolhas pode ser

suficiente para causar sintomas de embolia gasosa, semelhantes àqueles presentes no trombo embolismo venoso, neste caso por insuficiência respiratória para expulsar as bolhas de nitrogénio através dos alvéolos. Desta forma estas acumulam-se ao nível dos pulmões produzindo sintomas de dor torácica, dispneia e tosse não produtiva. O compromisso da circulação pulmonar pode ainda levar, devido à sobrecarga sobre o ventrículo Direito, a Insuficiência cardíaca aguda com conseqüente choque circulatório.

Algumas bolhas podem ainda fazer um bypass à circulação pulmonar, atravessando os capilares pulmonares ou através de um foramen oval patente dando origem a uma embolia gasosa arterial (entidades que serão explorada mais à frente)

Dentro da doença de descompressão tipo II se houver afeção pelas bolhas de nitrogénio da perilinfa da cóclea podemos ter ainda a a doença descompressão do ouvido interno. Esta entidade relativamente rara surge muitas vezes associada a mergulhos de longa duração e a grandes profundidades.⁸ Caracteriza-se essencialmente por náuseas e vômitos, vertigens, nistagmo e pode mesmo resultar em surdez parcial ou total. Um diagnóstico diferencial que deve ser tido em conta nesta patologia é o Barotrauma do ouvido interno (entidade explorada à frente) uma vez que como vamos ver, têm tratamentos diferentes.

3.4 Diagnóstico

O diagnóstico da doença de descompressão é essencialmente clínico. Sintomas que surjam nas 48h que sucedem a prática de mergulho devem-nos sempre fazer considerar esta entidade. Contudo dada a variabilidade de apresentações clínicas que podem existir acaba algumas vezes por ser necessário fazer uma prova terapêutica com oxigénio hiperbárico (tratamento de eleição, como vamos ver mais à frente) para confirmar ou excluir este diagnóstico. Apesar de tudo devemos ter atenção também aos diagnósticos diferenciais, especialmente se os sintomas forem atípicos e o tipo de mergulho não nos fizer suspeitar deste problema.

3.5 Tratamento

O tratamento de eleição para a doença de descompressão é a terapia de recompressão com oxigénio hiperbárico em câmaras de recompressão.⁹

O tratamento em contexto de emergência, antes de ser possível fazer a terapia de recompressão, deve incluir Oxigénio a 100% e hidratação com cristaloides. Existe alguma evidência que sugere o uso de agentes anti-plaquetares em concomitância, de modo a contrariar a ativação plaquetar, devido à presença de gás livre em circulação, mas ainda faltam ensaios clínicos que comprovem a sua eficácia.⁹

A eficácia da terapêutica em contexto de emergência em melhorar o outcome clínico não está provada, contudo o que se sabe é que não se deve atrasar a terapia de recompressão apesar de uma possível melhoria significativa do estado clínico do doente com estas medidas, uma vez que o tempo que se demora a iniciar o tratamento é um dos principais influenciadores do outcome.¹⁰

O tratamento definitivo como já vimos vai ser então, o oxigénio hiperbárico em câmara de recompressão. O Oxigénio hiperbárico, ao recrear as condições de profundidade encontradas no mergulho, reduz o volume das bolhas de acordo com a lei de Boyle . Desta forma a concentração de nitrogénio no plasma diminui, o que aumenta o gradiente entre o nitrogénio nas bolhas e o plasma, aumentando então a reabsorção das mesmas. Para além disto, o oxigénio permite a oxigenação dos tecidos em hipoxia.

Existem vários protocolos de recompressão, mas regra geral procede-se inicialmente a uma recompressão rápida com a colocação da câmara a uma dada pressão, intercalando intervalos com e sem oxigénio para evitar a toxicidade. Posteriormente a pressão da câmara vai sendo progressivamente reduzida até valores próximos da pressão atmosférica, o que permite uma eliminação gradual das bolhas pelos pulmões.

Regra geral, a maior parte dos tratamentos duram cerca de 5 horas, uma vez que a eliminação das bolhas é lenta em áreas com reduzido fluxo sanguíneo, nomeadamente em zonas com edema.¹¹

Se os sintomas não resolverem completamente após uma sessão, pode-se repetir o tratamento uma ou duas vezes, até à ausência de sintomas ou até se atingir um estado estacionário sem regressão sintomática.

A grande maioria dos doentes só necessita de 1 a 3 tratamentos.

4. Barotrauma

O barotrauma é a patologia mais comum relacionada com o mergulho e ocorre quando existe uma falha na equalização de pressões entre qualquer espaço anatómico preenchido por ar e o meio ambiente, após variação da pressão do mesmo. O barotrauma, pode acontecer devido a uma pressão reduzida dentro das cavidades, que como já vimos, de acordo com a lei de Boyle ocorre durante a descida, ou devido a uma pressão excessiva dentro da mesma aquando da subida. Durante a descida, o volume reduzido de ar na cavidade caso não haja equalização das pressões pode levar a edema das mucosas, ingurgitamento vascular e em ultimo caso, hemorragias. Durante a subida o aumento crescente do volume dos gases presentes nas cavidades, podem levar à rutura das mesmas. Existem vários tipos de barotrauma, nomeadamente: Barotrauma Pulmonar, do ouvido (médio e interno), dos seios peri nasais ou até mesmo associado à máscara de mergulho e trato gastrointestinal.

4.1 Barotrauma Pulmonar

Depois do afogamento, o barotrauma pulmonar é a segunda principal causa de morte em mergulhadores. Há medida que se dá a descida, como já vimos, ocorre uma redução do volume pulmonar e o pulmão vai ficando comprimido. Se o volume atingir valores inferiores aos do volume residual, poderá ocorrer hemorragia e edema pulmonar. Com a ascensão e a consequente expansão do volume pulmonar, normalmente quando a pressão transalveolar ultrapassa valores entre os 20 e os 80mmHg, podemos assistir a rutura alveolar. O gás que escapa, pode causar várias entidades clinicas:

- Pneumomediastino

Ocorre devido à entrada de gás no mediastino. Manifesta-se essencialmente por dor torácica do tipo pleurítico que pode irradiar para os ombros, dispneia, tosse e disfagia. Podem ser também encontradas ao exame objetivo crepitações no pescoço se existir um enfisema subcutâneo associado. Pode também estar presente à auscultação um som síncrono com o ritmo cardíaco, denominado de sinal de Hamman's.

- Pneumotórax

O pneumotórax surge se o gás atingir o espaço pleural. Se este ocorrer a uma profundidade significativa, o gás pleural expande durante a ascensão de acordo com a lei de Boyle e pode resultar num pneumotórax hipertensivo. As manifestações clínicas incluem dispneia, dor torácica pleurítica, taquicardia, hipotensão, desvio da traqueia, hiperressonância à percussão e redução unilateral do murmúrio vesicular. É relativamente raro, surgindo em aproximadamente 10% dos episódios de barotrauma do pulmão.

- Embolia gasosa arterial

A embolia gasosa arterial é a complicação mais grave que pode resultar do barotraumatismo pulmonar. Existem essencialmente 3 mecanismos responsáveis pelo seu aparecimento:

- O gás resultante da rutura alveolar pode atingir as veias pulmonares e posteriormente a circulação sistémica.

- Formação de uma quantidade de bolhas em quantidade suficiente, decorrente como já tínhamos visto da doença de descompressão tipo II com atingimento pulmonar, com capacidade para fazer um bypass à capacidade de filtração dos capilares pulmonares, atingindo assim a circulação arterial

- Atingimento da circulação arterial, paradoxalmente através de um shunt direito-esquerdo como o foramen oval patente.

Os sinais e sintomas decorrentes desta entidade vão depender da localização final das bolhas que atingirem a circulação arterial. Os casos mais graves ocorrem, quando existe embolização para as artérias coronárias, podendo dar origem a um enfarte do miocárdio, ou para as artérias cerebrais dando origem a sintomas neurológicos idênticos aos presentes na doença de descompressão tipo II.

O tratamento da embolia gasosa arterial é idêntico ao utilizado na doença de descompressão tipo II, consistindo também na terapia de recompressão com administração de oxigénio hiperbárico.

4.2 Barotrauma do ouvido médio

O barotrauma do ouvido médio é a patologia mais prevalente no mergulho.¹² O barotrauma surge quando não existe a equalização das pressões entre o ambiente e o ouvido médio através da trompa de Eustáquio durante a fase descendente do mergulho. Isto acontece quando existe qualquer tipo de disfunção da trompa de Eustáquio, nomeadamente pela presença de variações anatómicas ou de edema no contexto de patologia alérgica ou de infeção do trato respiratório superior que impeça o correto equilíbrio das pressões. Há medida que a pressão no ouvido médio vai ficando mais negativa relativamente à pressão ambiente, pode haver preenchimento da cavidade com liquido seroso ou mesmo haver hemorragia e a membrana timpânica desloca-se anteriormente causando dor. Com o aumentar do gradiente de pressão com a profundidade pode mesmo haver rutura da membrana do tímpano.

A sintomatologia caracteriza-se como já tínhamos visto por uma sensação de pressão ou dor que pode ser aliviada subitamente pela rutura da membrana do tímpano. Se ocorrer a rutura podem surgir sintomas de vertigem e náuseas devido à entrada de água fria no ouvido médio que condiciona disfunção vestibular unilateral.

O barotrauma do ouvido médio com e sem rutura da membrana do tímpano é geralmente autolimitado e recupera espontaneamente caso seja restaurado o normal funcionamento da trompa de Eustáquio.

O barotraumatismo do ouvido médio pode ser prevenido através do uso de manobras que façam a abertura da trompa de Eustáquio e equalizem a pressão entre o ambiente e o ouvido médio, como a manobra de Valsalva.

4.3 Barotrauma do ouvido interno

O barotrauma do ouvido interno surge quando o mergulhador não consegue equalizar a pressão no ouvido médio apesar de ter feito várias manobras de Valsalva. Uma vez que a manobra de Valsalva aumenta a pressão do liquor e do ouvido interno, o gradiente entre o ouvido interno e o ouvido médio pode tornar-se grande o suficiente para causar a rutura da janela oval, fazendo com que a perilinfa saia do ouvido interno.¹³

O mergulhador experiencia o aparecimento súbito de vertigem, tinnitus, e perda de acuidade auditiva no ouvido afetado.

O tratamento consiste em repouso absoluto com elevação da cabeceira para evitar elevações de pressão do liquido cefalorraquidiano, o que pode aumentar a saída da perilimfa. Em alguns casos pode ser necessário a reparação cirúrgica da janela oval. Se não for tratado, a perda de acuidade auditiva e o tinnitus podem tornar-se crónicos.

4.4 Barotraumatismo dos seios-perinasais

O barotraumatismo dos seios-perinasais é a segunda patologia mais prevalente entre os mergulhadores depois do barotraumatismo do ouvido médio. Durante a descida se não houver uma equalização da pressão, esta torna-se negativa nos seios peri-nasais causando engurgitamento vascular, edema, dor nos seios e por vezes epistaxis. A persistência de sangue nos seios pode resultar em sinusite bacteriana. O tratamento consiste no uso de descongestionantes tópicos e antibióticos em caso de sinusite bacteriana.

Outras formas de Barotraumatismo

Podem ocorrer também outras formas de barotrauma menos comum como o barotrauma da máscara de mergulho que se caracteriza por equimoses e edema na distribuição da máscara e hemorragias conjuntivais quando existe falha na equalização entre o ar presente na máscara e o ambiente durante a fase de descida.

Outra forma rara de barotraumatismo é o barotrauma do trato gastrointestinal. Se houver ar suficiente aquando da subida, pode haver uma distensão do estômago ou do intestino suficiente para causar rutura e consequentemente um pneumoperitoneu. A reparação cirúrgica do órgão afetado é normalmente necessária.

A existência de cirurgia gástrica prévia pode aumentar o risco deste tipo de barotrauma.¹⁴

Bibliografia:

1. Bosco G, Rizzato A, Moon RE, Camporesi EM. Environmental physiology and diving medicine. *Front Psychol.* 2018;9(FEB):1-10.
doi:10.3389/fpsyg.2018.00072
2. Bove AA. Diving medicine. *Am J Respir Crit Care Med.* 2014;189(12):1479-1486. doi:10.1164/rccm.201309-1662CI
3. Levett DZH, Millar IL. Bubble trouble: A review of diving physiology and disease. *Postgrad Med J.* 2008;84(997):571-578. doi:10.1136/pgmj.2008.068320
4. Vann RD, Butler FK, Mitchell SJ, Moon RE. Decompression illness. *Lancet.* 2011;377(9760):153-164. doi:10.1016/S0140-6736(10)61085-9
5. Godden D, Currie G, Denison D, et al. British Thoracic Society guidelines on respiratory aspects of fitness for diving. *Thorax.* 2003;58(1):3-13.
doi:10.1136/thorax.58.1.3
6. Xu W, Liu W, Huang G, Zou Z, Cai Z, Xu W. Decompression illness: Clinical aspects of 5,278 consecutive cases treated in a single hyperbaric unit. *Diving Hyperb Med.* 2013;43(3):171. doi:10.1371/journal.pone.0050079
7. Mutluoglu M, Ay H, Uzun G. Cutaneous manifestation of decompression sickness: Cutis marmorata. *N Z Med J.* 2011;124(1340):13.
doi:10.2169/internalmedicine.52.1212
8. Gempp E, Louge P, Soulier B, Alla P. Cerebellar infarction presenting as inner ear decompression sickness following scuba diving: A case report. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2014;131(5):313-315. doi:10.1007/s00405-012-2233-y
9. Mh B, Jp L, Sj M, Wasiak J. Recompression and adjunctive therapy for decompression illness (Review). *Library (Lond).* 2010;(1).
10. Bennet M, Lehm J, Mitchell S, Wasiak J. Recompression and adjunctive therapy for decompression illness (Review) SUMMARY OF FINDINGS FOR THE MAIN COMPARISON. *Cochrane Libr Cochrane Database Syst Rev.* 2012;(5):1-25. doi:10.1002/14651858.CD005277.pub3.Copyright
11. Tetzlaff K, Shank ES, Muth CM. Evaluation and management of decompression

- illness - An intensivist's perspective. *Intensive Care Med.* 2003;29(12):2128-2136. doi:10.1007/s00134-003-1999-1
12. Hennemann RM. Book Reviews. *Wilderness Environ Med.* 2003;14(1):64. doi:10.1580/1080-6032(2003)014
 13. Klingmann C, Benton P, Schellinger P, Knauth M. A safe treatment concept for divers with acute inner ear disorders. *Laryngoscope.* 2004;114(11 D):2048-2050. doi:10.1097/01.mlg.0000147947.43547.e9
 14. J.D. H. Diaphragmatic rupture resulting from gastrointestinal barotrauma in a scuba diver. *Br J Sports Med.* 1998;32(1):75-76.