



**FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

**TRABALHO FINAL DO 6º ANO MÉDICO COM VISTA À ATRIBUIÇÃO DO  
GRAU DE MESTRE NO ÂMBITO DO CICLO DE ESTUDOS DE MESTRADO  
INTEGRADO EM MEDICINA**

**SARA CARREIRO BICUDO DA PONTE**

***BAROTRAUMATISMOS DO OUVIDO EM  
MERGULHADORES***

**ARTIGO DE REVISÃO**

**ÁREA CIENTÍFICA DE OTORRINOLARINGOLOGIA**

**TRABALHO REALIZADO SOB A ORIENTAÇÃO DE:  
SOFIA MARGARIDA MARQUES PAIVA  
JOSÉ MANUEL FERREIRA ROMÃO**

**MARÇO / 2012**

# Barotraumatismos do ouvido em mergulhadores

---

Artigo de Revisão

Por:

*Sara Carreiro Bicudo Ponte*

Aluna da Faculdade de Medicina de Coimbra

Orientadora:

*Sofia Margarida Marques Paiva*

Assistente Hospitalar de Otorrinolaringologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra

Coorientador:

*José Manuel Ferreira Romão*

Assistente Hospitalar Graduado de Otorrinolaringologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra

Afiliação:

Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal

Endereço:

*pontesara@hotmail.com*

Março de 2012

Trabalho final do Estágio Programado e Orientado do sexto ano do Mestrado Integrado em Medicina da Faculdade de Coimbra, realizado sob orientação da Dra. Sofia Margarida Marques Paiva, assistente hospitalar de Otorrinolaringologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra e coorientação do Dr. José Manuel Ferreira Romão, assistente hospitalar graduado de Otorrinolaringologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra.

---

## ***DEDICATÓRIA***

Ao meu pai,

um agradecimento especial, por ter partilhado a sua  
paixão pelo mar, razão de ser deste trabalho...

e

por me mostrar que a chave para a resolução das  
adversidades da vida, reside na simplicidade subtil  
com que as encaramos.

*“Um homem nasce sem saber;  
e de si se faz um artista;  
aprende até morrer;  
com a ignorância sempre à vista”.*

*Tio Agostinho*

---

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	iv
<b>Índice de Figuras</b> .....	vi
<b>Glossário de Abreviaturas</b> .....	vi
<b>Resumo</b> .....	1
<i>Abstract</i> .....	2
<b>Introdução</b> .....	3
<b>Metodologia</b> .....	4
<b>Anatomofisiologia do barotrauma</b> .....	4
<b>Princípios físicos subjacentes</b> .....	5
<b>Barotraumatismo do ouvido externo</b> .....	7
▪ Clínica	
▪ Conclusão	
▪ Avaliação otoscópica	
▪ Tratamento	
▪ Prevenção	
<b>Barotraumatismo do ouvido médio</b> .....	10
Na descida... ..	10
▪ Clínica	
▪ Avaliação otoscópica	
▪ Tratamento	
▪ Prognóstico	
▪ Complicações	

▪ Prevenção: Manobras Valsalva, Frenzel, Toynbee	
Na subida.....	19
▪ Clínica	
▪ Avaliação otoscópica	
▪ Tratamento	
▪ Complicações	
▪ Prevenção	
<b>Barotraumatismo do ouvido interno .....</b>	<b>22</b>
▪ Clínica	
▪ Avaliação otoscópica	
▪ Outros exames complementares de diagnóstico	
▪ Tratamentos e conselhos	
▪ Prognóstico	
<b>Conclusão .....</b>	<b>30</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>32</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>33</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> – BOE na descida, em mergulhador com tampão auditivo .....	8
<b>Figura 2</b> - Barotraumatismo do ouvido médio na descida .....	12
<b>Figura 3</b> - Classificação de Edmonds para o barotraumatismo do ouvido médio na descida	13
<b>Figura 4</b> - Barotraumatismo do ouvido interno na descida .....	23

## Glossário de Abreviatura

<b>BOI</b>	Barotraumatismo do ouvido interno
<b>BOM</b>	Barotraumatismo do ouvido médio
<b>MT</b>	Membrana Timpânica
<b>TA</b>	Tuba Auditiva
<b>TC</b>	Tomografia Computadorizada
<b>OM</b>	Ouvido Médio
<b>ORL</b>	Otorrinolaringologia

## **Resumo**

*O mergulho recreativo tem vindo a crescer de popularidade, surgindo acompanhado por patologias relacionadas com variações de pressão, que na sua maioria ocorrem na área da otorrinolaringologia, especialmente, os barotraumatismos do ouvido.*

*A prática saudável do mergulho recomenda uma vigilância periódica no otorrinolaringologista, com o objetivo de despistar as suas contraindicações, tratamento das patologias subjacentes, assim como, na orientação das manobras de compensação do ouvido, pois o aperfeiçoamento da técnica e treino diminuem significativamente a incidência deste tipo de acidente.*

*Deste modo, este trabalho objetiva a revisão da literatura científica relativa ao barotraumatismo do ouvido em mergulhadores, permitindo não só, uma melhor compreensão dos mecanismos adaptativos do nosso organismo ao meio subaquático e da patofisiologia relacionada, assim como, fornecer uma ferramenta útil para o médico diagnosticar, tratar e orientar na prevenção dos acidentes de mergulho.*

## **Palavras – chave**

*Barotraumatismo do ouvido; Acidente de mergulho; Manobras de compensação.*



***Abstract***

*Recreational diving is growing in popularity, followed by emerging diseases related to pressure variations, which occur mostly in the field of otorhinolaryngology, especially the barotrauma ear.*

*For a healthy diving practice is recommended periodic monitoring of the ear, nose and throat, in order to seek out contraindications, treat the underlying pathologies and orientate on the autoinflation techniques. Education and training of voluntary autoinflation techniques will significantly decrease the incidence of ear barotrauma.*

*This study reviews the scientific literature related to ear barotrauma in divers, allowing, not only a better understanding of adaptive body mechanisms to subaquatic environment and its pathophysiology, but also, providing a useful tool for the physicians diagnose, treat and advice their patients to prevent this type of diving accident.*

***Keywords***

*Ear barotrauma; Diving accident; Autoinflation techniques.*

## Introdução

Nas últimas décadas, o mergulho recreativo tem vindo a desenvolver-se exponencialmente graças ao avanço tecnológico dos equipamentos usados. Estimativas recentes apontam para a existência de aproximadamente 10 milhões de mergulhadores em todo o mundo (Uzum, C. 2005), em que 83 000 destes mergulhadores são europeus e cerca de 3500 portugueses (Araújo, C. et al. 2010). No entanto, este crescimento veio acompanhado, concomitantemente, por afeções relacionadas com o mergulho, que na sua maioria se encontram associadas à área da otorrinolaringologia (ORL). Segundo Klingmann et al. (2007), 80% dos mergulhadores adultos e 85% dos mergulhadores juvenis (idades entre 6 e 17 anos) queixam-se de problemas na área dos ouvidos, garganta e nariz (Klingmann, C. et al. 2007). Devido há predominância de problemas de saúde nos mergulhadores na área de ORL, os especialistas devem estar informados acerca da incidência, da clínica, do tratamento e da prevenção das patologias associadas.

O problema de saúde mais comum no mergulho é o barotraumatismo do ouvido, especificamente o do ouvido médio (OM), que ocorre habitualmente durante a descida próximo da superfície, resolvendo-se espontaneamente e sem sequelas. O ouvido externo e interno, também podem ser alvo de acidente de mergulho, embora muito menos frequente. O caso do barotraumatismo do ouvido interno, associado à dificuldade em equalizar a pressão no OM, trata-se de uma afeção potencialmente grave que pode culminar em sequelas.

Tendo em conta que este tipo de acidente de mergulho pode condicionar distúrbios auditivos permanentes, pânico e mesmo morte, principalmente em praticantes inexperientes (Klingmann, C. et al. 2007; Passerotti, G. 2003), é indispensável que, tanto o monitor de mergulho como o médico que avalia aptidão física no início da prática do mergulho,

expliquem ao jovem mergulhador as técnicas adequadas de prevenção do barotrauma do ouvido.

## **Metodologia**

A informação bibliográfica resulta de uma pesquisa a nível das bases de dados do PubMed, entre o período de 1993 a 2011 e livros relacionados com o tema.

Com base na leitura e análise dos artigos encontrados, este trabalho foi estruturado, abordando os seguintes tópicos: anatomofisiopatologia do barotrauma, princípios físicos subjacentes, clínica, diagnóstico, tratamento, prevenção e prognóstico do barotraumatismo do ouvido externo, médio e interno.

## **Anatomofisiopatologia do barotrauma**

A anatomofisiopatologia do barotrauma do ouvido relaciona-se com a tuba auditiva (TA), cuja sua principal função visa a promoção da ventilação das cavidades aéreas do osso temporal, sendo por isso, responsável pela pneumatização e manutenção do equilíbrio da pressão entre o ouvido e o meio externo (Becker G. et al. 2001; Cécil C. e tal. 2005; Sheridan M. 1999; Uzun, C. 2002).

Em repouso, a TA encontra-se fechada devido ao efeito passivo de “mola” do seu segmento cartilaginoso e o ar contido no ouvido médio vai sendo progressivamente reabsorvido pela mucosa vascularizada do promontório. Tal facto, condiciona uma ligeira pressão negativa fisiológica a nível do ouvido médio, que contribuirá para a sucção do ar quando a tuba abrir.

Durante a deglutição ou o bocejo, o músculo tensor do véu do palato e o elevador do véu do palato, inervados pelo trigêmeo, contraem-se, afastando as lâminas: lateral e medial da tuba, abrindo-a deste modo (Edmonds, C. et al. 2005; Hizek, S. et al. 2007).

O indivíduo deglute aproximadamente uma vez por minuto quando acordado e uma vez a cada cinco minutos quando dorme. Este será o tempo de renovação do ar se não houver patologias. Em caso de disfunção da TA, verifica-se que a cada ciclo de deglutição não há equalização e a pressão negativa aumenta progressivamente, causando retração progressiva da membrana timpânica, associada a alterações mucoperiósticas no ouvido médio e consequente efusão (Edmonds, C. et al. 2005; Penha, R. 1998).

### **Princípios físicos subjacentes**

Os princípios físicos relacionados com as variações de pressão são fundamentais para a compreensão da patofisiologia do mergulho e dos mecanismos adaptativos do nosso organismo ao meio subaquático. Para tal, é útil recordar que as alterações de pressão não afetam diretamente os tecidos humanos, bem como as células corporais, sendo estas compostas por fluidos muito pouco compressíveis. Em contrapartida, os gases são potencialmente compressíveis, de modo que os espaços do corpo humano preenchidos por ar ficarão vulneráveis às mudanças induzidas pela variação de pressão.

A cada 10 metros de coluna de líquido que o mergulhador desce, a pressão ambiente aumenta 1 atmosfera. O mesmo não acontece no meio aéreo, pois a redução de 1 atmosfera (pressão atmosférica ao nível médio das águas do mar) para 0,5 atmosfera exige uma ascensão aos 5486 m de altitude. Estas disparidades de pressão entre a água e o ar, são justificadas pela diferença das suas densidades e explicam o porquê das afeções barotraumáticas serem mais frequentes no mergulho do que no voo ou na escalada.

No âmbito da prática do mergulho existem três leis essenciais que relacionam o comportamento dos gases face às variações de pressão. A primeira: lei de Boyle-Mariotte, afirma que, a temperatura constante, o volume de um gás varia inversamente à pressão a que está submetido. A aplicação clínica desta lei, remete para as situações em que o ar isolado num espaço fechado do corpo humano, como é o caso do OM, diminui de volume durante a descida no mergulho (aumento da pressão) e aumenta de volume na subida (quando da redução de pressão). Se o mergulhador na descida não realizar a compensação dos ouvidos, isto é, não equalizar a pressão do OM com a pressão ambiente, verifica-se um aporte de sangue e dos fluidos tecidulares circundantes para a sua cavidade, culminando em desconforto, dor ou em casos mais graves, hemorragia e rutura da membrana timpânica.

A lei de Dalton determina que a pressão total exercida pela mistura de gases é igual à soma das pressões de cada gás constituinte. Assim, a pressão do ar é igual à soma das pressões parciais do oxigénio, nitrogénio e outros gases. Quando a pressão total do ar aumenta, como na respiração de ar comprimido na descida do mergulho, a pressão parcial de cada gás aumenta proporcionalmente à percentagem dele na mistura. Por fim, a lei de Henry diz que, a temperatura constante, a quantidade de gás dissolvida num líquido ocorre em função da pressão parcial deste gás em contacto com o líquido, bem como do coeficiente de solubilidade deste gás no líquido. Numa perspetiva mais prática, esta lei afirma que quanto maior for a pressão parcial a que os gases estão submetidos no mergulho, ou seja, quanto maior for a profundidade do mergulho, maior será a dissolução dos gases nos fluidos tecidulares. De outro modo, durante a subida à superfície, face à diminuição da pressão parcial o ar tende a libertar-se e pode individualizar-se em bolhas no seio dos tecidos. Além disso, fluidos com diferentes coeficientes de solubilidade irão apresentar diferentes saturações do gás em questão. O nitrogénio, por exemplo, é cinco vezes mais solúvel na gordura do que na água. A lei de Henry descreve o princípio básico responsável pela doença descompressiva

(Becker G. et al. 2001; Comissão técnica de mergulho desportivo da FPAS; Klingmann, C. et al. 2007; Passerotti, G. et al. 2003).

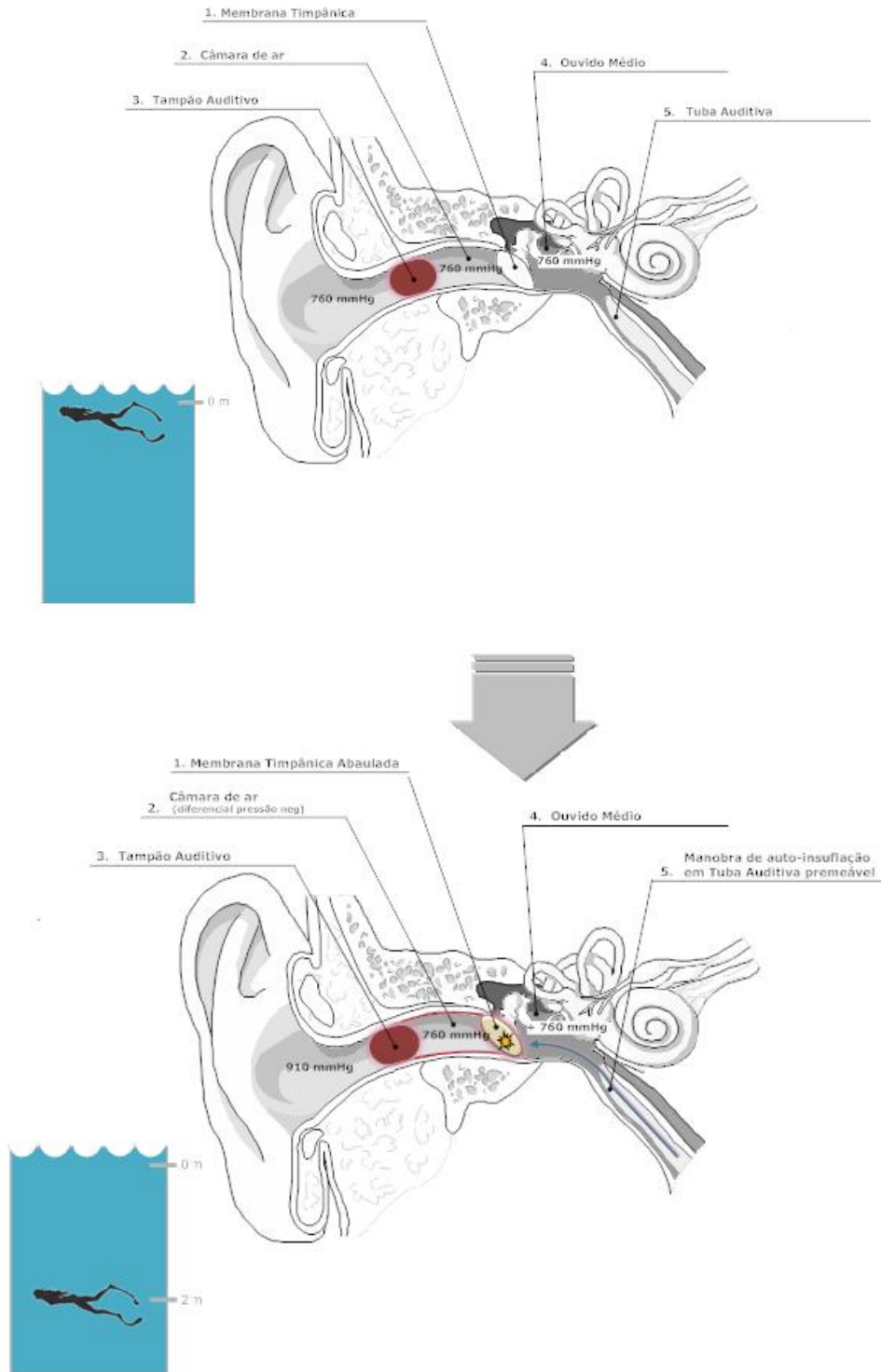
### **Barotraumatismo do ouvido externo**

O ouvido externo é alvo de barotraumatismo, quando se encontra ocluído, habitualmente por tampões auriculares, cerúmen, exostoses proeminentes, corpos estranhos esquecidos ou mesmo pelo capucho do fato de mergulho muito apertado. Esta oclusão condiciona uma câmara de ar em contato com o tímpano que, durante a descida no mergulho (a partir dos dois metros de profundidade, equivalente a uma pressão ambiente de + 150 mmHg), sofre uma “contração” do volume de ar, compensada pelo abaulamento do tímpano, edema e hemorragia da mucosa local (Edmonds, C. et al. 2005).

**Clínica:** os sintomas são habitualmente ligeiros, embora possam condicionar dificuldade na realização da manobra de Valsalva por abaulamento da membrana timpânica. Na subida, pode surgir otalgia aguda e/ou otorragia (Edmonds, C. et al. 2005).

**Complicação:** em casos extremos, o abaulamento acentuado da membrana timpânica, associado a um mecanismo de autoinsuflação do ouvido médio numa TA permeável, pode resultar em barotrauma do ouvido médio por rotura timpânica (Edmonds, C. et al. 2005)

**Avaliação otoscópica:** observa-se uma congestão vascular, formação de vesículas hemorrágicas do canal auditivo ou, em casos raros, perfuração da membrana timpânica (Becker, G. et al. 2001).



**Fig. 1 – BOE na descida, em mergulhador com tampão auditivo** (*Imagem processada no SmartDraw® 2012*). Descrição da figura: observa-se a partir dos 2 metros um aumento da pressão ambiente dos 760 mmHg para os 910 mmHg, que condiciona um diferencial de pressão negativo na câmara de ar em contato com o tímpano. A este nível,

verifica-se um efeito de “contração” do volume na câmara de ar, compensada pelo abaulamento do tímpano, edema e hemorragia da mucosa local. O barotraumatismo do ouvido médio pode estar associado, se o mergulhador executar a manobra de autoinsuflação, com consequente aumento do diferencial de pressão no ouvido médio e posterior risco de rutura da membrana timpânica.

O **tratamento**, inclui a manutenção do canal auditivo seco, desobstrução se necessário, e possivelmente, limpeza do canal com uma solução de peróxido de hidrogénio a 1,5 %, aquecida à temperatura corporal. O paciente deve ser alertado para a proibição de mergulhar até normalização do epitélio do canal auditivo. Se recorrência da dor, em princípio, sugere uma infeção secundária, que exige tratamento local com analgésicos e antibiótico (Edmonds, C. et al. 2005).

**Prevenção:** assegurar a patência do canal auditivo externo, aconselhar a proibição dos tampões auditivos e de capuchos apertados que impossibilitam a entrada de água no ouvido externo.

Em caso de otite externa aguda, o mergulhador estará temporariamente impossibilitado de mergulhar. Não é necessária a remoção de cerúmen, a não ser que a sua presença resulte no bloqueio completo ou quase completo do canal auditivo externo. Na otoscopia também deve ser feito o despiste de exostoses do canal auditivo externo que possam condicionar obstrução do mesmo (Edmonds, C. et al. 2005).



## Barotraumatismo do ouvido médio

O barotraumatismo do ouvido médio (BOM), também conhecido por “*squeeze* do ouvido médio” ou “barotite média” é a afeção médica mais comum no mergulho recreativo (Becker, G. et al. 2001; Bove, Alfred A. 2004; Edmonds, C. et al. 2005; Green, M. et al. 1993; Uzun, C. et al. 2002; Uzun, Cem. 2005).

### Na descida...

O BOM ocorre, quase exclusivamente, durante a descida e habitualmente resulta da não abertura ativa da tuba auditiva, ou seja, quando há uma impossibilidade de execução da manobra de autoinsuflação voluntária do ouvido médio por bloqueio da tuba.

Este bloqueio pode dever-se a patologia do trato respiratório superior que interfere com a ventilação do OM durante rápidas variações de pressão, nomeadamente as infeções, rinite alérgica não controlada, congestão venosas, obstrução mecânica em casos de polipose nasosinusal, desvio do septo nasal ou alterações na forma e na patência da TA (Edmonds, C. et al. 2005; Hizel, S. et al. 2007; Uzun, C. 2005).

O desconhecimento da técnica de execução correta da autoinsuflação do ouvido médio, nomeadamente a manobra de Valsalva (a mais utilizada), também representa uma das causas para o desenvolvimento deste tipo de barotrauma (Edmonds, C. et al. 2005).

Na realidade, muitos mergulhadores inexperientes, para evitarem separar-se dos restantes companheiros de mergulho, continuam a descer apesar do desconforto e da dor que sentem no ouvido. Acontece que, as tentativas de equalizar a pressão nessas alturas são frequentemente ineficazes, porque a TA fica bloqueada irreversivelmente com um diferencial de pressão de aproximadamente 90 mmHg, equivalente à pressão verificada a 1,37 metros (Becker, G. et al. 2001; Sheridan M. 1999; Shupak, A. 2006). Tentativas de mergulhar a

baixas profundidades para evitar o barotraumatismo são frustradas, pois a este nível verificam-se as maiores variações de volume (Becker, G. et al. 2001).

Neste contexto, se o mergulhador não suspender a descida ou não conseguir vencer o bloqueio da tuba auditiva ao forçar a autoinsuflação do ouvido médio, verifica-se uma congestão progressiva da mucosa local, edema, hemorragia e retração da membrana timpânica. Esta última, entre os 1,5 – 10 metros de profundidade - equivalente a um diferencial de pressão entre os 100 – 400 mmHg, poderá tornar-se hemorrágica e romper por se ultrapassarem os seus limites de resistência (Edmonds, C. et al. 2005).

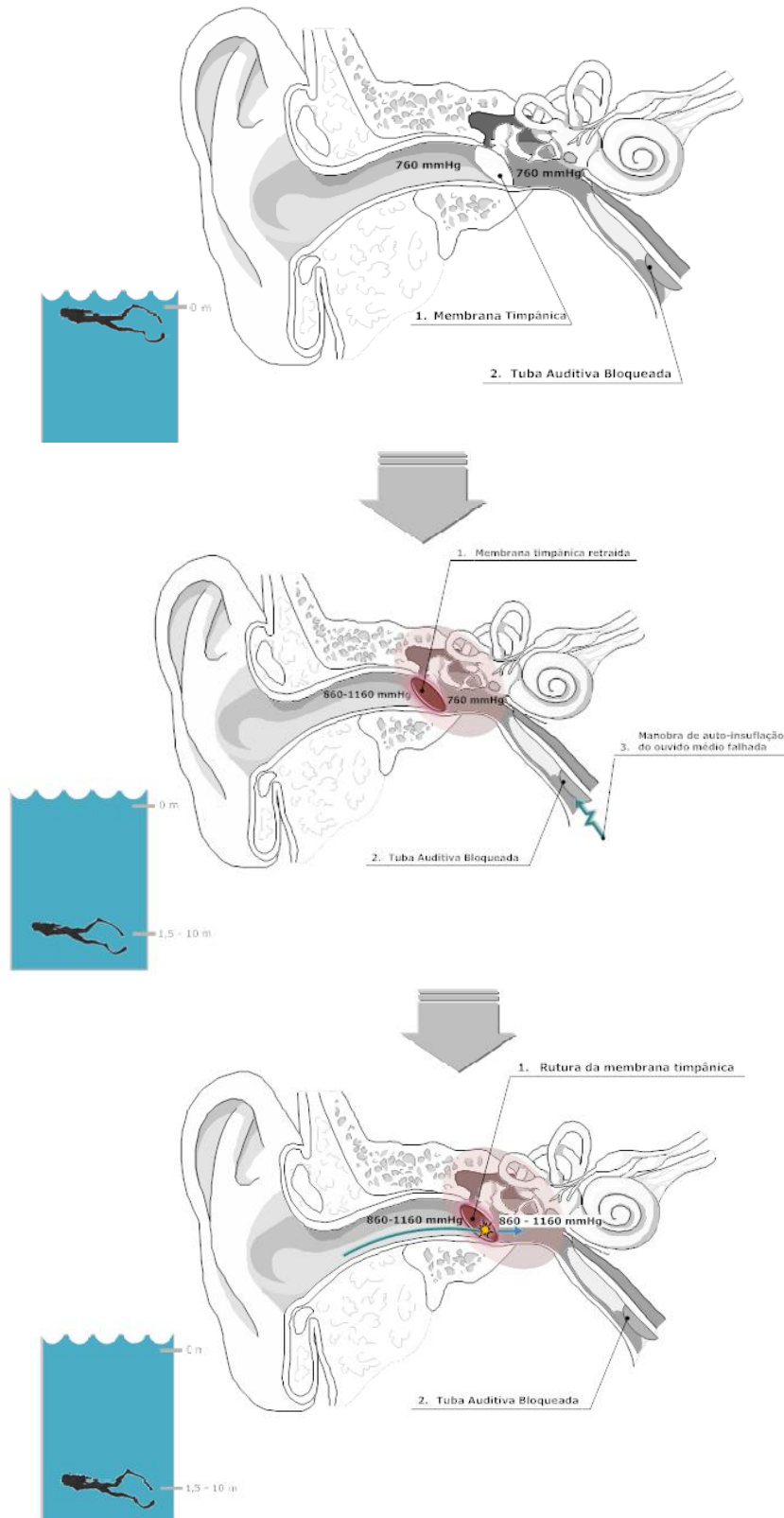
**Clínica:** sensação de pressão ou desconforto no ouvido, seguido de dor se a descida continuar. A dor pode ser suficientemente intensa para prevenir a progressão da descida.

A rutura do tímpano pode ocorrer entre os 1,5 – 10 metros de profundidade, esta situação causa equalização instantânea das pressões, permitindo que a água inunde a cavidade do OM. Após o choque inicial, a dor é automaticamente aliviada. No entanto, náuseas e vertigens podem surgir, devido á estimulação calórica pela entrada de água fria, e condicionar perigo para a vida do mergulhador. Caso este não entre em pânico ou vomite, estas situações apresentam uma resolução rápida, pois os sintomas desaparecem logo que a temperatura da água seja aquecida pelo corpo.

Durante a subida o sangue pode ser expelido do OM para a nasofaringe e posteriormente expelido ou deglutido. Pode também surgir a nível da narina do lado afetado, sob a forma de epistáxis. Ocasionalmente, pode observa-se sangue no ouvido externo, devido ao tímpano hemorrágico.

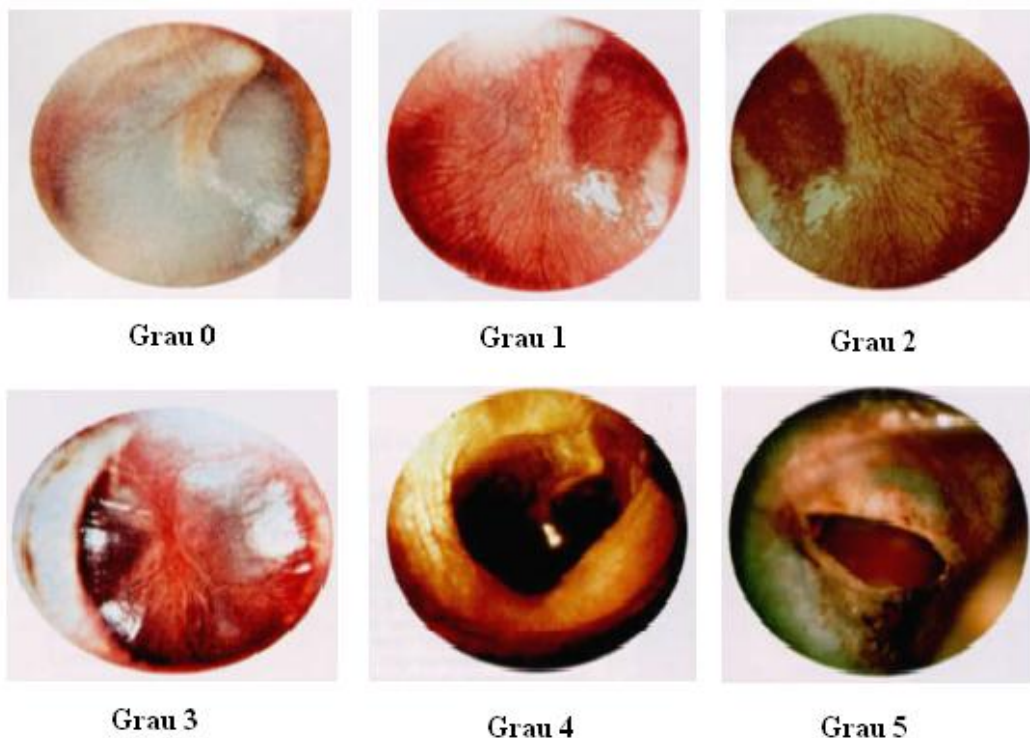
A seguir a um mergulho complicado com BOM na descida, poderá existir uma ligeira dor residual no ouvido afetado, sensação de plenitude ou bloqueio auditivo, por vezes, associado a uma leve surdez de condução para as frequências baixas. Estes sintomas surgem aliados a um contexto de hemotímpano, fluidos no interior do OM e/ ou afeção da condução

ossicular. Esta condição, habitualmente é temporária (horas ou dias), mas nos casos mais graves pode estender-se por períodos mais longos (Becker, G. et al. 2001; Edmonds, C. et al. 2005; Klingmann, C. et al. 2007).



**Fig. 2 - Barotraumatismo do ouvido médio na descida** (*Imagem processada no SmartDraw® 2012*). Descrição da figura: o BOM ocorre num contexto de obstrução da tuba auditiva, e como tal, impossibilidade de execução da manobra de autoinsuflação para a equilibrar o diferencial de pressão negativo presente no ouvido médio. Durante a descida, observa-se uma retracção timpânica progressiva – que se manifesta através de otalgia aguda, a mucosa local fica congestionada, edemaciada e hemorrágica. Se o mergulhador persistir na descida, entre 1,5 - 10 metros de profundidade (equivalente a uma pressão ambiente entre 860-1160 mmHg) poderá ocorrer rutura timpânica, com conseqüente entrada da água na cavidade timpânica e equalização instantânea das pressões entre o ouvido médio e o meio ambiente.

**Avaliação otoscópica:** Edmonds definiu uma classificação do grau de gravidade do barotraumatismo do ouvido médio na descida, de acordo com a clínica e aparência otoscópica da membrana timpânica (Edmonds, C. et al. 2005; Gessinger, R. et al.1993; Uzun, C. 2005):



**Fig. 3 – Classificação de Edmonds para o barotraumatismo do ouvido médio na descida.**– grau 0 ao 5, através da observação otoscópica. (Imagem retirada de Edmonds et al. (2005); *Diving and Subaquatic Medicine*, 4 th Edition. Hodder Arnold. P85).

**Legenda:**

- **Grau 0** – Membrana timpânica normal. Presença de sintomas sem sinais;
- **Grau 1** – Retração da membrana timpânica, especialmente ao longo do cabo do martelo;
- **Grau 2** – Retração da membrana timpânica com pontos hemorrágicos;
- **Grau 3** – Hemorragia difusa da membrana timpânica;
- **Grau 4** – Hemotímpano, evidenciada pela retração e coloração azul da membrana timpânica;
- **Grau 5** – Perfuração da membrana timpânica.

**Tratamento:**

Geralmente sintomático, usam-se descongestionantes sistêmicos ou locais, antibióticos - quando existem evidências de infecção e aconselha-se o paciente a evitar variações de pressão, como mergulhar ou forçar as técnicas de autoinsuflação do OM, até à resolução do barotrauma.

Edmonds et al. (2005), afirmam que no tratamento de milhares de casos de BOM raramente utilizam descongestionantes ou antibióticos, pois verificam uma melhoria clínica espontânea. Deverão ser realizadas audiometrias seriadas, para excluir déficit auditivo ou como auxiliar a outros diagnósticos, especialmente barotrauma do ouvido interno.

**Prognóstico:**

O regresso ao mergulho só deverá ser aconselhado após a resolução completa do barotrauma, e quando a autoinsuflação da cavidade do OM for demonstrada por otoscopia

(Becker, G. et al. 2001; Edmonds et al. 2005; Klingmann, C. et al. 2007). Se não existe perfuração (grau 0-4), a recuperação pode ir de um dia a duas semanas, no entanto, com perfuração (grau 5) poderá demorar de um a dois meses, se for um barotrauma não complicado e tratado conservadoramente. Embora, a MT tenha uma resolução aparente muito rápida, poderão surgir perfurações recorrentes devido a um retorno prematuro ao mergulho. Apenas nos casos em que a cura é incompleta e há recorrência da lesão à mínima provocação, deverá ponderar-se a realização de timpanoplastia. Neste contexto, é importante identificar e corrigir objetivamente os fatores patológicos e técnicos contribuidores para cada caso, antes de autorizar os mergulhos ou os voos subsequentes (Edmonds et al. 2005).

### **Complicações do BOM:**

Em caso de dano da membrana timpânica ou de estruturas do ouvido médio poderá resultar uma **perda de audição por condução** e, se ocorrer barotrauma do ouvido interno concomitante, uma **surdez neurosensorial** (Edmonds et al. 2005).

Ocasionalmente, o BOM complica-se com uma **otite média**, especialmente em indivíduos com antecedentes recentes de infecções do trato respiratório superior. Os microrganismos comumente envolvidos são: *Streptococcus Beta Haemolyticus*, *Streptococcus Pneumoniae* ou *Staphilococcus aureus*. Este tipo de flora entra no ouvido médio por ascensão via TA, ou, menos comum, através da perfuração timpânica originada pelo barotrauma. A presença de água, fluidos ou sangue no OM constitui um meio de cultura ideal para a proliferação destes microrganismos.

A clínica inicia-se 4 a 24 horas após o mergulho, sendo semelhante a qualquer otite média. O desenvolvimento deste tipo de complicação exige uma investigação adicional por parte do otorrinolaringologista, no sentido de despistar possíveis causas para a otite média, como disfunção da TA por estreitamento ou sequelas de BOM anteriores.

A **mastoidite** e a **meningite** são complicações raras, mas que podem ocorrer na sequência de uma otite média por contiguidade anatômica do processo infeccioso (Edmonds et al. 2005).

### **Prevenção:**

A falta de treino e conhecimento do momento correto de realização das manobras de compensação (Valsava, Frenzel, Tonybee) origina atrasos na sua realização durante a descida. A continuação da descida do mergulho nestas condições provoca edema na região exposta à pressão negativa, ou seja, a nível do ouvido médio, dificultando ainda mais a equalização da pressão (Green, M. 1993).

No retorno à superfície, ocorre uma diminuição da pressão e conseqüentemente um aumento do volume de ar. Nesta fase, a equalização da pressão no OM é conseguida pela compensação passiva através da tuba auditiva (Gessinger, R. et al. 1993; Gessinger, R. et al. 1993).

A profilaxia do barotrauma do ouvido é primordial e deverá abranger uma avaliação otorinolaringológica completa por um especialista, que visa identificar uma membrana timpânica intacta e móvel. Evidências de uma otite média, mesmo que ligeira, deverão impedir o indivíduo de mergulhar até à recuperação completa (Becker, G. et al. 2001; Green M. et al. 1993; Klingmann, C. 2007). Os candidatos com perfuração da membrana timpânica ou com tubos de ventilação transtimpânicos não deverão mergulhar (Edmonds et al. 2005;Klingmann, C. 2007).

O bom senso aponta para não submeter a variações de pressão uma membrana timpânica com cicatriz atrófica, no entanto, para uma perfuração que se tenha curado sem complicações, com boa recuperação de impedância e mobilidade timpânica, aceita-se o retorno à prática de mergulho (Edmonds et al. 2005;Klingmann, C. 2007).

A permeabilidade da tuba auditiva deverá ser constatada, através da sua autoinsuflação voluntária, sem exercer força excessiva e a qualquer altura. À otoscopia deverá observar-se a projeção da membrana timpânica para fora, durante a realização da manobra de Valsava (Edmonds et al. 2005;Klingmann, C. 2007). Um outro método auxiliar à avaliação da função da tuba auditiva é a impedanciometria, em que a observação de um timpanograma com pico de pressão negativo a nível do ouvido médio é sinónimo de obstrução da tuba auditiva e potencial instalação de barotrauma do ouvido médio (Cécil C. Ramos et al. 2005; Edmonds et al. 2005; Green MS et al. 1993).

Perturbações que acometam as vias respiratórias superiores, como por exemplo: infeções do trato respiratório superior, rinite alérgica não controlada, congestão nasal por polipose ou desvio do septo nasal, podem afetar a capacidade da tuba auditiva ventilar o ouvido médio (Becker, G. et al. 2001; Edmonds et al. 2005; Klingmann, C. et al. 2007; Uzun, C. 2005).

Estudos analíticos verificaram que, mergulhadores experientes apresentam menor frequência e gravidade do barotraumatismo do ouvido médio (Gessinger, R. et al. 1993;Green M. et al. 1993; Uzun, C. 2005), daí que a aprendizagem e aperfeiçoamento da técnica correta das manobras de compensação, como a de Valsava, Frenzel e/ou Toynbee assumam importância na prevenção desta patologia.

Foi demonstrado por Uzun et al. (2005), que o risco de BOM está inversamente relacionado com o volume de ar e número de células da cavidade mastoideia. Em indivíduos com antecedentes de otite média supurativa e disfunção da TA crónica, constatou-se a presença sistemática de um sistema de células mastoideias pequeno (inferiores a 6 cm<sup>2</sup>). Este resultado explicita que uma boa pneumatização do mastoide se associa a uma TA patente, capaz de prevenir o BOM. Deste modo, a avaliação da disfunção da TA através do grau de



pneumatização da mastoide (calculado através da radiografia do osso temporal em incidência de Schuller's) poderá estimar o risco de desenvolvimento desta patologia.

Os médicos e monitores de mergulho devem instruir na compreensão da execução da técnica correta de compensação dos ouvidos e da altura em que deverá ser desempenhada.

A **manobra de Valsava** é a mais frequentemente usada e compreendida. Consiste na oclusão da boca e do nariz por manobra digital, forçando o ar durante 1-2 segundos, com conseqüente subida da pressão a nível da nasofaringe e abertura da tuba auditiva, ocorrendo assim, a passagem do ar até ao ouvido médio. A pressão requerida para a realização desta manobra habitualmente varia entre os 20-100 cm H<sub>2</sub>O e a força necessária para uma autoinsuflação bem sucedida varia com a posição do corpo do mergulhador. Assim temos que, na posição vertical com a cabeça para cima ou na posição horizontal com ouvido para cima é necessária uma pressão de 40 cm H<sub>2</sub>O, ao passo que, na posição horizontal com o ouvido para baixo a pressão deverá atingir os 50 cm H<sub>2</sub>O, e exigindo ainda maior dificuldade (pressão de 60 cmH<sub>2</sub>O) se for na posição vertical com a cabeça invertida para baixo.

Caso a manobra de Valsava seja efetuada com pressões muito elevadas e de forma prolongada, pode induzir problemas tais como: arritmias cardíacas, hiper ou hipotensão, hemorragias arteriais e venosas, barotrauma otológico ou pulmonar, refluxo gástrico, incontinência e a possibilidade de um shunt direito – esquerdo (quando há defeito do septo auricular ou patência do foramen oval) – aumenta a predisposição para eventos de embolia gasosa, ou seja, estes últimos apresentam um risco aumentado para desenvolver doença descompressiva (Edmonds et al. 2005; Klingmann, C. et al. 2007).

A **manobra de Frenzel** é mais segura, porém mais difícil de ser ensinada e executada. Esta manobra envolve o encerramento da boca e nariz interna e externamente, através do fecho da glote e contração da musculatura do pavimento da boca e constritores superiores da faringe, ou seja, elevação da proeminência laríngea da cartilagem tiroideia -

comummente chamada “mação de Adão”. Depois do nariz, boca e glote estarem fechados, a língua eleva-se e funciona como um pistão comprimindo o ar alojado na nasofaringe, forçando-o a percorrer a tuba auditiva. A pressão necessária para o desempenho eficaz desta manobra é inferior a 10 cm H<sub>2</sub>O (Edmonds et al. 2005).

A **manobra de Toynbee** é usada num contexto diferente das duas últimas, uma vez que tem por objetivo eliminar o excesso de pressão no ouvido médio durante a subida. Caracteriza-se por engolir ar com a boca e o nariz encerrados. Pode apresentar algum valor durante a descida, ao auxiliar a abertura da tuba auditiva, através do movimento das lâminas lateral e medial da tuba auditiva (Edmonds et al. 2005).

### **Barotraumatismo do ouvido médio na subida...**

Durante a subida, a tuba auditiva abre passivamente quando sujeita a um gradiente pressão por volta dos 50 cm de H<sub>2</sub>O (aos 70 cm H<sub>2</sub>O, se o mergulhador estiver na posição vertical com a cabeça invertida para baixo).

#### **Clínica:**

Em caso de bloqueio da tuba auditiva, o ar não consegue ser libertado passivamente do ouvido médio para a nasofaringe, resultando em sintomas como: sensação de ouvido cheio, dor ou vertigem (alternobárica). A vertigem é rotatória, ocorre para o lado do ouvido afetado, agrava quando o mergulhador assume a posição vertical e melhora quando se posiciona horizontalmente. Habitualmente, a vertigem é desencadeada a partir de diferenciais no ouvido médio superiores a 60 cm H<sub>2</sub>O.

Este tipo de barotrauma, acontece na sequência de um recente barotrauma do ouvido médio durante a descida e/ou o uso do descongestionantes nasais.

Em qualquer das situações, o fator comum, remete para congestão nasal, e, conseqüente bloqueio da tuba auditiva. A maioria dos casos são ligeiros, mas existem

exceções, como dor progressiva durante a subida, perfuração da membrana timpânica, ou mesmo, afeção do ouvido interno (Bove, Alfred A. 2004; Edmonds et al. 2005).

**Avaliação otoscópica:** observa-se um abaulamento da membrana timpânica e/ou hemorragia. A congestão dos vasos sanguíneos pode estar presente, e localiza-se mais comumente a nível do ânulos timpânico do que em torno do cabo do martelo (Edmonds et al. 2005).

#### **Tratamento:**

A maioria dos sintomas apresenta uma curta duração, e, o seu tratamento deverá consistir na proibição de mergulhar até à resolução clínica, recuperação da acuidade auditiva e da função vestibular, se acometidas (Edmonds et al. 2005).

#### **Complicações:**

A **paralisia do sétimo par craniano** (nervo facial) é a complicação mais frequente, causando baroparesia facial ipsilateral ao BOM, muito similar à paralisia de Bell (Edmonds et al. 2005). A sua etiologia não está totalmente esclarecida, existindo duas teorias explicativas: uma delas remete para a deiscência do nervo facial, isto é, quando o nervo facial não é totalmente coberto pelo osso que forma o canal, estando exposto na cavidade timpânica. Deste modo, durante a subida pode ocorrer compressão disbárica do nervo, ou mesmo, por desenvolvimento de otite média aguda complicada do barotrauma – a congestão venosa, o edema tecidular e eventual neurotoxicidade poderão ser factores desencadeantes (Bove, Alfred A. 2004; Edmonds et al. 2005; Penha, R. 1998). A outra teoria, defende que em indivíduos sem variações anatómicas do canal facial, poderá ocorrer lesão do nervo pela entrada de bolhas de gás a nível do aqueduto da corda do tímpano (ramo do nervo facial), conseqüente à expansão de ar na cavidade timpânica durante a subida (Bove, Alfred A. 2004).

Outra complicação possível é o **pneumocéfalo**, que surge como complicação da expansão do ar das células mastóideias no momento da subida, para um espaço que se encontra inundado de sangue e fluidos devido ao processo barotraumático ocorrido na descida. Como consequência, poderá ocorrer fratura das células mastoideias provocando isolamento de ar e fluidos a nível intracraniano. A sua clínica caracteriza-se por cefaleia súbita e excruciante seguida de lesões cerebrais focais. O seu diagnóstico poderá ser definido por radiografia do crânio (frontal ou perfil) e/ou tomografia computadorizada ou ressonância magnética (Edmonds et al. 2005).

### **Prevenção:**

No contexto da subida à superfície, o mergulhador deve assumir atitudes preventivas, através de uma subida a velocidade lenta e gradual. Quando os sintomas surgem, deve executar movimentos com a mandíbula, ou a manobra de Toynbee, de forma a aliviar o desconforto, bem como, pressionar o ouvido externo a nível do tragus (empurrando uma coluna de água na direção do tímpano) (Edmonds et al. 2005).

Evitar os descongestionantes nasais e ensinar o indivíduo a efetuar a técnica correta de compensação são medidas essenciais para a prevenção do BOM, tanto na descida como na subida, pois caso não haja uma equalização eficaz da pressão durante a descida, o barotraumatismo do ouvido médio na subida tende a recorrer (Edmonds et al. 2005).

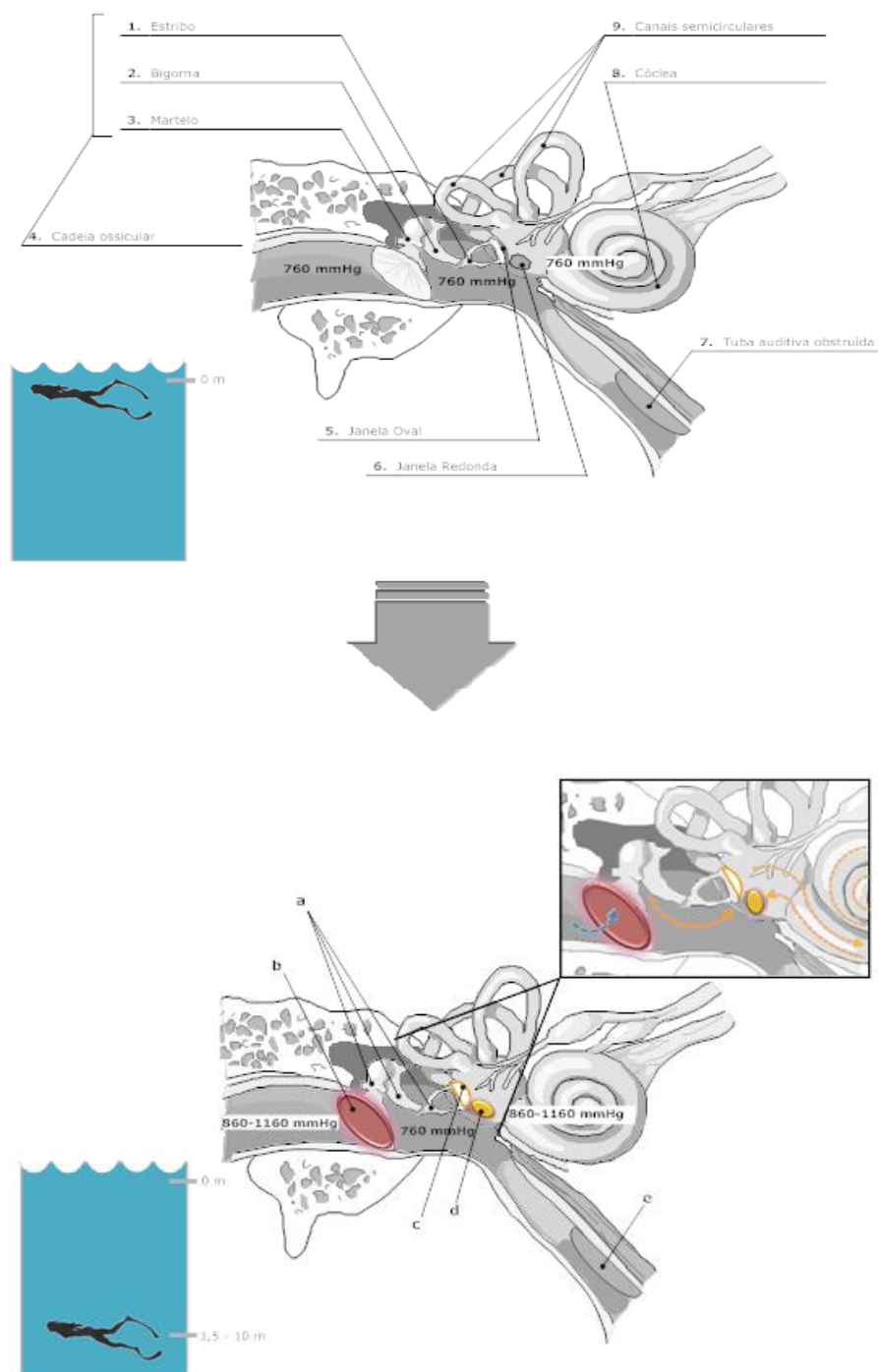
## Barotraumatismo do ouvido interno

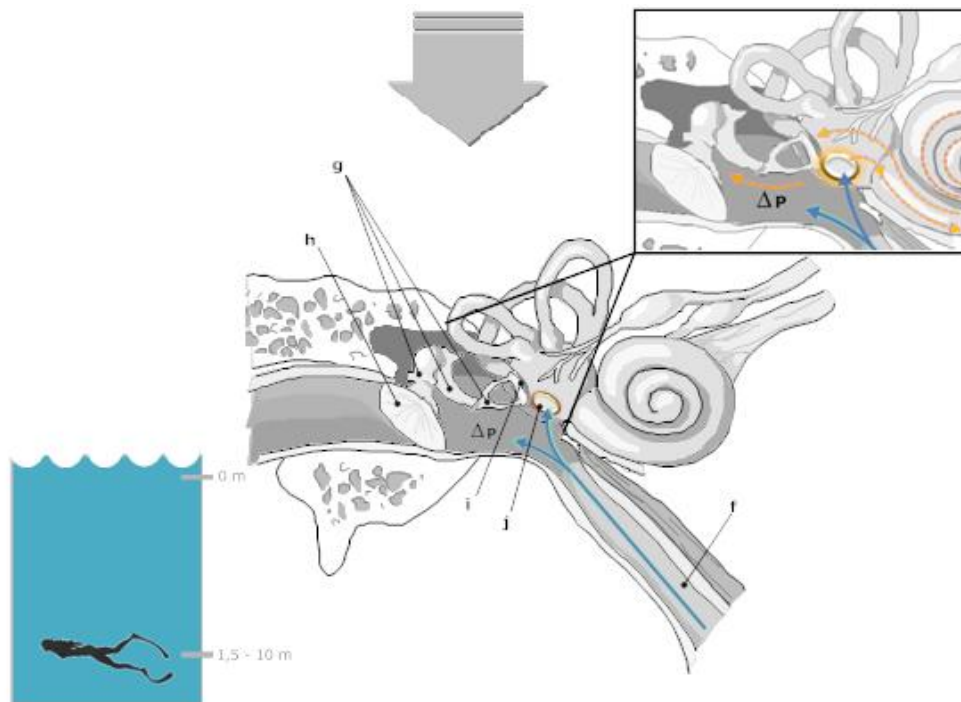
Estima-se que 0,5% dos mergulhadores sofrem de barotraumatismo do ouvido interno (BOI) (Shupak, A. et al. 2003). Este tipo de trauma resulta da transmissão de pressão do ouvido médio para a cóclea através da janela oval e redonda. Esta última é a mais comumente afetada, devido ao seu revestimento membranar frágil, comparativamente com o da janela oval - protegida pela platina e ligamento.

O barotraumatismo do ouvido interno surge na sequência de tentativas forçadas de equalização da pressão no ouvido médio, por disfunção da TA, o que condiciona um diferencial de pressão negativo no OM à medida que o mergulhador desce em profundidade. Este diferencial de pressão negativo, gera uma retração da membrana timpânica com consequente deslocamento dos ossículos na direção da janela oval para o vestíbulo e por fim a janela redonda abaula no sentido da cavidade timpânica. Devido ao bloqueio da TA, o mergulhador sente dor ou sensação de pressão no ouvido, o que o motiva a forçar a manobra de Valsalva. Se a manobra é realizada com pressão suficiente para abrir a TA, pode correr uma brusca equalização de pressão entre o OM e a nasofaringe, resultando num movimento violento dos ossículos para fora, o que gera uma onda de pressão intracoclear que pode causar hemorragia ou rotura imediata da membrana de Reissner (ou membrana intracoclear) ou mesmo rutura da janela oval/redonda (Klingmann, C. et al. 2007). Estes mecanismos podem ter um carácter explosivo ou implosivo (Sheridan M. et al. 1999).

Sheridan M.F. et al. (1999), defendem que existem três entidades caracterizadoras do BOI: a hemorragia intracoclear, rotura da membrana de Reissner ou fistula perilinfática a nível da janela oval ou redonda. Estas três afeções podem ocorrer separadas ou em combinação.

Existem estudos que sugerem uma suscetibilidade individual para desenvolver este tipo de barotrauma. Características como a força dos compartimentos membranosos do labirinto coclear, malformações anatómicas da janela redonda e oval e a variabilidade da transmissão da pressão intracraniana para a perilinfa, poderão explicar a incongruência encontrada na suscetibilidade de alguns indivíduos para desenvolverem o BOI (Shupak, A. 2006).





**Fig. 4 – Barotraumatismo do ouvido interno na descida** (*Imagem processada no SmartDraw® 2012*). Descrição e legenda da figura: o BOI ocorre na sequência de tentativas forçadas de equalização da pressão no ouvido médio, por disfunção da TA (e), o que condiciona um diferencial de pressão negativo no OM à medida que o mergulhador desce em profundidade. Este diferencial de pressão negativo (- 100 a 400 mmHg), gera uma retração da membrana timpânica (b), com conseqüente deslocamento dos ossículos na direção da janela oval para o vestíbulo (a/c) e por fim a janela redonda abaula no sentido da cavidade timpânica (d). Se a manobra Valsalva é realizada com pressão suficiente para abrir a TA (f), pode correr uma brusca equalização de pressão entre o OM e a nasofaringe, resultando num movimento violento os ossículos (g) e membrana timpânica (h) para fora, o que gera uma onda de pressão intracoclear com conseqüente retração da janela redonda (j) e abaulamento da janela oval (i). Em casos extremos, esta onda de pressão intracoclear pode gerar hemorragia, rotura imediata da membrana de Reissner, ou mesmo rutura da janela oval ou redonda – fistula perilinfática.

**Clínica:** dependendo da localização do dano, o mergulhador poderá queixar-se de hipoacusia, cofose, vertigens rotatórias com náuseas, vômitos e/ou zumbidos. Estes sintomas

podem ocorrer isolados ou combinados. Habitualmente, um BOI ocorre em simultâneo com o BOM, devido à patologia subjacente da TA (Klingmann, C. et al. 2007).

### **Hemorragia intra-coclear**

- Associação com BOM;
- Sintomas vestibulares breves;
- Hipoacusia ligeira a grave, especialmente para as baixas e médias frequências;
- Retorno ao normal das audiometrias após dias ou meses (Sheridan M. et al.1999).

### **Rotura da membrana de Reissner**

- Clínica semelhante à hemorragia intracoclear (Sheridan M. et al.1999).

### **Fistula perilinfática**

- hipoacúsia neurosensorial para médias e altas frequências;
- Sintomas cocleovestibulares graves (Becker G. et al. 2001; Sheridan M. et al.1999).

**Avaliação otoscópica:** poderá revelar barotrauma do ouvido médio.

### **Outros exames complementares de diagnóstico:**

A realização de uma investigação exaustiva e seriada do estado funcional do ouvido, através de audiometrias diárias e videonistagmografia, permite uma análise retrospectiva da evolução do barotrauma do ouvido e necessidade (ou não) de reajuste terapêutico.

Na prática clínica, a distinção entre o diagnóstico de BOM e BOI é dado pelo resultado da audiometria realizada no primeiro momento. Deste modo, se for demonstrada uma hipoacusia de transmissão, a lesão encontra-se no ouvido médio (BOM), se uma hipoacusia de percepção relaciona-se com o barotrauma do ouvido interno.

O teste frequentemente utilizado para suportar o diagnóstico de fístula perilinfática é a videonistagmografia. Este, ao avaliar os movimentos oculares, resultantes do reflexo vestibulo-ocular, quantifica de forma sensível a função vestibular. Trata-se portanto, de um



exame capaz de despistar ligeiros distúrbios vestibulares não detectáveis na avaliação clínica (Edmonds et al. 2005).

Para complementar a investigação de afeções recorrentes do ouvido interno poder-se-á incluir a tomografia computadorizada (TC) do osso temporal. Um estudo desenvolvido por Avi Shupak em 2006, encontrou achados de um possível reforço da comunicação líquido cefaloraquidiano - perilinfa, na TC do osso temporal de indivíduos com história de BOI recorrentes associados ao mergulho. Concluiu-se que a presença de um alargamento do orifício do aqueduto coclear e canal auditivo interno à TC, acompanhado de perda auditiva neurosensorial residual e dano vestibular não compensado, são fatores proibitivos do retorno à prática de mergulho.

### **Tratamento e conselhos:**

#### **Hemorragia intra-coclear e rotura da membrana de Reissner**

- Repouso no leito com elevação da cabeça;
- Corticosteróides orais: começar prednisolona com doses de 60 mg/dia e reduzir a 0 mg/dia em 2 semanas (Becker G. et al. 2001) ou, nos casos mais graves, iniciar com elevadas doses de prednisolona (250 mg/dia) durante 3 dias e depois redução gradual até ao 18º dia (Klingmann, C. et al. 2007);
- Desaconselhar o espirrar, tossir, assoar o nariz, elevar pesos ou executar a manobra de Valsava;
- Recomenda-se a utilização de laxantes para reduzir o efeito Valsalva durante a defecação;
- Evitar atividades onde ocorra variações de pressão no OM, como voar ou mergulhar;
- Se não há agravamento dos sintomas cocleo-vestibulares, o paciente pode regressar às atividades diárias não extenuantes após 10 dias;
- Atividade diária normal após 6 semanas (Sheridan M. et al. 1999).

## **Fistula perilinfática**

- Repouso no leito e evitar atividades extenuantes;
- Se perda de audição progressiva (maior que 40 dB em comparação com o ouvido contralateral) ou se os sintomas vestibulares persistirem durante 5 a 10 dias após o barotrauma, está indicado uma tímpanotomia exploradora com reparação da janela oval ou redonda (Sheridan M. et al. 1999).
- Caso a fístula não seja visualizada durante a exploração cirúrgica, dever-se-á aplicar um enxerto na janela, pois algumas vezes a fístula é intermitente. (Alguns cirurgiões usam fluoresceína para tornar o local fissurado mais óbvio. Outros implementam técnicas para aumentar a pressão do líquido cefaloraquidiano).
- Cirurgia só deverá estar indicada nos casos em que não se verifique uma melhoria consistente com o tratamento conservador. Trata-se de um procedimento invasivo, em que se pode induzir agravamento ou perda completa da audição (Edmonds e tal. 2005).

## **Prognóstico:**

Após um episódio de barotraumatismo do ouvido interno poderá ocorrer uma melhoria em graus variáveis. A acuidade coclear, principalmente para as frequências baixas, poderá melhorar em poucas semanas. A perda remanescente da acuidade para as altas frequências habitualmente não desaparece (Edmonds et al. 2005).

Os zumbidos melhoram quase sempre entre os 6 e 12 meses, pois presume-se que o efeito do dano sensorial termina por recuperação ou degeneração (Edmonds et al. 2005).

Quando há uma afeção do sistema vestibular, o paciente não estará apto para mergulhar ou voar de forma segura, pois poderão surgir vertigens alternobáricas, agravadas pelos movimentos repentinos da cabeça - fator de perigo na execução de qualquer atividade que envolva balanço e exposição a alturas ou velocidade. Habitualmente, nestes casos a cóclea também se apresenta lesada (Edmonds et al. 2005).

Avi Shupak et al. (2003) afirmam que 67% dos pacientes tratados conservadoramente, apresentaram uma recuperação completa e sem evidências de recorrência.

O regresso à prática do mergulho após um barotraumatismo do ouvido interno, revela-se um assunto gerador de polémica entre médicos e cientistas. O protocolo tradicional desaconselha o regresso ao mergulho por risco aumentado de recorrências, e, em contraponto, um estudo realizado por Parell e Becker em 1993, reporta uma avaliação de 20 pacientes que sofreram dos três tipos de barotraumatismo do ouvido interno e continuaram a mergulhar, apesar da contra-indicação médica. Estes foram avaliados, intermitentemente, durante 1 a 12 anos, não se detetando deteriorações acrescidas da função vestibulococlear. Conclui-se assim, que a contra-indicação do retorno à prática de mergulho dada a estes indivíduos foi demasiado restritiva.

Sheridan M.F. et al (1999), afirmam que a cessação da prática de mergulho deverá ser aplicada apenas para os casos de fístula perilinfática, enquanto nos restantes dois tipos de BOI, se existir uma recuperação total da lesão e avaliação otoneurológica sem sequelas, o mergulhador poderá ter autorização médica para mergulhar.

No passado, sempre se consideraram uma contra-indicação à prática de mergulho os casos de indivíduos submetidos a cirurgia por otosclerose: estapedotomia com colocação de prótese (*piston*) ou estapedectomia com colocação de prótese, após prévia interposição de pericôndrio tragal, *spongostan* ou veia na janela oval. Autores como Edmonds et al (2005), defendem que estes indivíduos estão predispostos a uma rutura espontânea ou provocada da janela oval.

No entanto, um questionário retrospectivo conduzido por House et al (2001), contraria esta linha de pensamento, uma vez que não encontra uma relação significativa dos efeitos do mergulho a nível do ouvido interno em indivíduos submetidos a cirurgia estapédica por otosclerose (Bove, Alfred A. 2004; House J. et al. 2001; Shupak, A. et al. 2003). Embora,

uma pequena percentagem destes mergulhadores tenham revelado queixas de otalgia e vertigens transitórias por estimulação calórica assimétrica - todos estes sintomas tiveram resolução espontânea durante e/ou após o mergulho. Deste modo, House et al (2001) defendem que não deve existir uma restrição permanente das variações de pressão nos pacientes sujeitos a cirurgia estapédica. Recomendam apenas que, nas três semanas pós-cirúrgicas, deverá existir um especial cuidado na manutenção do ouvido seco e que o retorno à prática do mergulho é permitido um mês após a cirurgia.

Um estudo de coorte, orientado por Frederik Goplen et al. (2011), avalia a acuidade auditiva de 67 mergulhadores profissionais ao longo de 6 anos, e, verifica que a prática a longo prazo do mergulho *per se*, não causa perda auditiva. No entanto, concluiu-se que fatores como a exposição ao barulho (motas de água, martelos hidráulicos, explosões subaquáticas, etc.) e as lesões do ouvido interno, nomeadamente barotraumatismo ou doença descompressiva do ouvido interno, representam as principais causas para a surdez de que alguns mergulhadores se queixam ao fim de um certo tempo na sua carreira profissional. Este mesmo estudo, também indica que a maioria dos mergulhadores que sofreram BOM não evidenciou agravamento da hipoacusia a longo prazo.

## Conclusão

A prática do mergulho recreativo tem vindo a crescer de popularidade, surgindo acompanhada por patologias relacionadas com variações de pressão, principalmente na área de ORL. O problema de saúde mais comum no mergulho é o barotraumatismo do ouvido. Este pode ocorrer a nível do ouvido externo, médio e interno. No entanto, é a nível do ouvido médio, que se observam o maior número de casos, habitualmente associados à descida e à falha da manobra de compensação, por disfunção da tuba auditiva.

O barotraumatismo do ouvido interno é uma enfermidade pouco frequente, no entanto potencialmente fatal, pois os distúrbios vestibulococleares podem afetar o autocontrolo e calma do mergulhador - regra de ouro da segurança no mergulho.

A maioria destes pacientes, se apropriadamente acompanhados e orientados pelo seu médico, deverão ter uma resolução rápida e sem sequelas. Para que tal aconteça, cabe aos otorrinolaringologistas ter o conhecimento de como prevenir as afeções agudas mais comuns, assim como, dos problemas que acometam dificuldades à atividade do mergulho.

Uma das principais causas do barotraumatismo do ouvido é o desconhecimento ou incompreensão da execução da técnica correta de compensação do ouvido, por isso, o médico na sua avaliação otorrinolaringológica prévia ao início da prática de mergulho, para além da verificação de uma membrana timpânica intacta e móvel, de uma tuba auditiva permeável e da ausência de distúrbios a nível das vias respiratórias superiores, deverá ensinar o modo de execução das técnicas de compensação existentes e do seu *timing* de execução. A manobra de Valsalva é a técnica de autoinsuflação voluntária mais utilizada e melhor compreendida.

A temática do regresso ao mergulho após barotrauma do ouvido é muito debatida cientificamente. Existe consenso, na aprovação médica para o retorno, em situações de boa

recuperação da impedância e mobilidade da membrana timpânica e mediante confirmação da permeabilidade da tuba auditiva através de otoscopia e/ou de impedanciometria/timpanometria. O mesmo não acontece para os casos de BOM grau 5 (perfuração timpânica), BOI, ou mesmo, em indivíduos submetidos a estapedotomia ou estapedectomia. Existem autores que alegam aumento do risco de recorrência ou maior predisposição para estes casos, preconizando-se assim a contra-indicação. Outros, afirmam que a restrição do retorno ao mergulho não deverá ser permanente nem generalizada, defendendo uma avaliação personalizada e temporal da função do ouvido médio e interno e que, nos casos em que se registre ausência de dano residual significativo, em princípio, existem condições para regressar ao mergulho.

Com esta revisão da literatura científica relativa ao barotraumatismo do ouvido em mergulhadores, pretende-se dar a conhecer melhor os mecanismos adaptativos do nosso organismo ao meio subaquático e da fisiopatologia relacionada, bem como, fornecer uma ferramenta útil para o médico diagnosticar, tratar e orientar na prevenção destes acidentes.

---

## ***AGRADECIMENTOS***

À Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra por todo o ensino e formação que me proporcionou ao longo dos últimos anos.

Aos meus orientadores, Dra. Sofia Paiva e Dr. José Romão, por todo o contributo, interesse e disponibilidade dispensada durante a elaboração deste trabalho.

Ao meu pai, pelos conselhos e entusiasmo revelado durante todo o processo de construção deste trabalho.

À minha mãe, por ter sido o meu pilar. Obrigada pelo apoio, paciência e amizade.  
Sem ti, eu não conseguiria!

E finalmente, às minhas queridas amigas, Daniela, Carolina, Rita Ganhoto e Rita Viana, porque vocês são o que de MELHOR levo destes anos académicos.

## Bibliografia

- Araújo, Carla; Camacho, Óscar; Castelo Branco, Miguel. (março 2010) Caracterização demográfica e epidemiológica da prevalência das doenças potencialmente incapacitantes no mergulho recreativo em Portugal. [Dissertação de mestrado]: Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior. P. 1-6.
- Becker GD; Parell GJ. (2001) Barotrauma of the ears and sinuses after scuba diving. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 258: 159-163.
- Alfred A.Bove. (2004) Bove and Davis' Diving medicine. 4th Edition, Saunders. P. 22:431-459.
- Cécil C.Ramos, Priscils BR, Rubens VBN. (2005) Clinical and tympanometric findings in repeated recreational scuba diving; Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. *Travel Medicine and Infectious Disease.* 3: 19-25.
- Comissão técnica de mergulho desportivo da FPAS. Manual FPAS – Curso de mergulho nível 2. P. 83-110.
- Edmonds, Carl, Cristopher Lowry, J. Pennefather & R. Walker. (2005) Diving and Subaquatic Medicine, 4th Edition. Hodder Arnold. P. 73-91; 103-109; 365-397.
- Gessinger, Rosirene P.; Linden, Arnaldo. (1993) Estudo analítico: barotrauma do ouvido médio em mergulhadores. *Rev Brasileira de Otorinolaringologia.* 57, jul-set.. 3: 111-114.
- Gessinger, RP; Linden, A. (1993) Avaliação otológica do mergulhador. *Brazilian Journal Otorhinolaryngology.* vol 59 Ed 2 abril-junho. 102-105.
- Goplen, Frederik K.; Torbjorn A; Marit G; Otto IM; Stein HGN. (2011) Hearing loss in divers: a 6-year prospective study. Springer-Verlag;. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* DOI 10.1007/s00405-011-1486-1.



- Green MS, Rothrock SG, Green EA. (1993) Tympanometric evaluation of middle ear barotrauma during recreational scuba diving.. *Int.J. Sports Med.* 14: 411-415.
- Hizel SB; Muluk BN; Budak B; Budak G. (2007) Does scuba diving cause hearing loss? *The Journal of Otolaryngology*, August. Vol 36: 247-252.
- House JW, Toh EH, Perez A. (2001) Diving after stapedectomy: clinical experience and recommendations. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 125:356-360.
- Klingmann, Christoph; Preatoris M; Baumann I; Plinkert PK. (2007) Barotrauma and decompression illness of the inner ear: 46 cases during treatment and follow-up. *Otology & Neurology, Inc.* 28: 447-454
- Klingmann C; Praetorius M; Baumann I; Plinkert PK. (2007) Otorhinolaryngologi disorders and diving accidents: na analysis of 306 divers. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 264: 1243-1251.
- Passerotti, Gustavo Hauro. (2003) Barotrauma em otorrinolaringologia; Fundação ORL.
- Penha, Rui. (1998); *Otorrinolaringologia*. 3ª Edição, Mosby. P. 79-117; 121-160.
- Sheridan MF; Hetherington HH, Hull JJ. (1999) Inner ear barotrauma from scuba diving. *Ear Nose Throat Journal.* March. Vol 78:181-195.
- Shupak, Avi; Amnon Gil Zohar N; Shira M; Carlos R. Gordon. (2003) Inner ear decompression sickness and inner ear barotrauma in recreational divers: along-term follow up. *The American Laryngological, Rhinological and Otological Society, Inc. The Laryngoscope.* 113: December, 2141-2147.
- Shupak, Avi (2006) Recurrent Diving-Related inner ear barotrauma. *The otoneurology Unit, Lin and Carmel Medical Centers, Haifa, Israel; Otology & Neurotology, Inc.* 27: 1193-1196
- Uzun, Cem; Mustafa KA; Muhsin K; Yagiz R; Aydin S; Cakir B; Karasalihoglu AR. (2002) Relationship between mastoid pneumatization and middle ear barotrauma in

divers. The American Laryngological, Rhinological and Otological Society, Inc. The Laryngoscope. 112: February; 287-291.

- Uzun, Cem. (2005) Evaluation fo prediva parameters related to eustachian Tube Dysfunction in Divers. Otology & Neurology, Inc. 26: 59-64.