



LISBOA

UNIVERSIDADE  
DE LISBOA



FACULDADE DE  
**MEDICINA**  
LISBOA

# **TRABALHO FINAL**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA**

---

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

### **O Barotraumatismo na Aviação e no Desporto em Altitude**

Ana Filipa Nogueira do Nascimento

---

**Maio 2017**



LISBOA

UNIVERSIDADE  
DE LISBOA



FACULDADE DE  
**MEDICINA**  
LISBOA

# **TRABALHO FINAL**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA**

---

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

### **O Barotraumatismo na Aviação e no Desporto em Altitude**

Ana Filipa Nogueira do Nascimento

**Orientado por:**

Dr. Marco Simão

---

**Maio 2017**

## Resumo

Com a subida em altitude, o ar no ouvido médio vai expandir, pelo que é necessário que se reduza a pressão, escapando o ar pela trompa de Eustáquio para a nasofaringe. À medida que se desce, o ar entra periodicamente através da trompa de Eustáquio. Quando não se consegue esta equalização, a pressão negativa originada no ouvido médio resulta em barotrauma, ocorrendo tipicamente na descida. O barotrauma do ouvido médio é o problema médico mais comum associado à viagem aérea. Estima-se que afecte cerca de 5% dos adultos e 25% das crianças, sendo que diversos factores influenciam esta frequência aumentada em crianças. É caracterizado pela presença de otalgia súbita, diminuição da acuidade auditiva, sensação de plenitude auricular e, ocasionalmente, “tinnitus”, vertigem e até ruptura do tímpano, caso exista uma determinada diferença de pressão. A prevalência dos sintomas depende da altitude, do tipo de aeronave e características dos passageiros. Esta revisão aborda a fisiopatologia, as medidas de prevenção, os diversos factores de susceptibilidade e o tratamento desta patologia, tanto na aviação como na prática de desporto em altitude.

**Palavras-Chave:** Barotrauma; Ouvido; Trompa de Eustáquio; Aviação; Desporto

## Abstract

During the rise in altitude, the air in the middle ear will expand, so it is necessary to reduce the pressure, escaping air through the Eustachian tube into the nasopharynx. During the descent, air enters periodically through the Eustachian tube. When this equalization is not achieved, the negative pressure originating in the middle ear results in barotrauma, typically occurring in the descent. Barotrauma of the middle ear is the most common medical problem associated with air travel. It is estimated to affect about 5% of the adults and 25% of the children, with several factors influencing this increased frequency in children. It is characterized by the presence of sudden otalgia, decreased auditory acuity, atrial fullness and, occasionally, tinnitus, vertigo and even rupture of the eardrum, if there is a certain pressure difference. The prevalence of symptoms depends on altitude, aircraft type and passenger characteristics. This review addresses the pathophysiology, prevention measures, various susceptibility factors and treatment of this pathology, both in aviation and in the practice of altitude sports.

**Keywords:** Barotrauma; Ear; Eustachian Tube; Aviation; Sports

# Índice

Resumo .....	3
Abstract.....	3
Introdução.....	5
Barotraumatismo na aviação .....	5
Alterações Fisiopatológicas.....	5
Questões Anatômicas .....	6
Barotraumatismo .....	9
Prevenção.....	11
o Prevenção primária.....	11
o Prevenção secundária .....	12
Susceptibilidade ao barotraumatismo.....	16
Tratamento.....	20
Barotraumatismo no desporto em altitude.....	21
Caminhadas, Montanhismo, Esqui alpino .....	21
<i>Heliskiing e Heliboarding</i> .....	22
Paraquedismo, <i>skydiving, paragliding, parasailing, hang gliding, e wingsuiting</i> (ou <i>wingsuit flying</i> ).....	22
Agradecimentos.....	26
Bibliografia.....	27
Figura 1 - Anatomia do Ouvido.....	6
Figura 2 – Classificação de barotites.....	10
Figura 3 – Parâmetros do score ETS-7.....	19
Figura 4 - Paraquedismo & skydiving.....	22
Figura 5 - Parasailing, paragliding, hang gliding & wingsuiting .....	22

## Introdução

Este trabalho pretende rever o tema do barotraumatismo, focando-se no ouvido médio.

Numa primeira parte, abordam-se as alterações fisiopatológicas na aviação, as implicações anatómicas inerentes, as medidas de prevenção, os factores de susceptibilidade subjacentes e ainda o tratamento desta entidade clínica.

A segunda parte ocupa-se de uma breve revisão do barotraumatismo em desportos praticados em altitude.

## Barotraumatismo na aviação

### Alterações Fisiopatológicas

Ao viajar de avião, as pessoas atingem altitudes nas quais a pressão total do ar é muito menor que ao nível do mar. (1) Na maioria dos aviões comerciais, a pressão da cabine a uma altitude de cruzeiro, 30.000 a 40.000 pés (9144 a 12192 m), é geralmente mantida a uma pressão comparável a uma altitude de 8000 pés (2), aproximadamente 2440m acima do nível do mar. É um ambiente fisiologicamente diferente comparativamente ao ambiente encontrado em terra, sendo que a cabine a essa altitude é hipóxica relativamente à atmosfera terrestre devido à descida da pressão de oxigénio.

Segundo a lei de Boyle, o volume é inversamente proporcional à pressão, logo, nesta pressão diminuída, os volumes gasosos aumentam e o ar dentro do ouvido médio expande com a subida em altitude. (3)

A diferença da pressão no ouvido médio e na trompa de Eustáquio em altitude é grande, mesmo numa cabine pressurizada. Por essa razão, é necessário que se reduza a pressão no ouvido médio de modo a ficar em equilíbrio com a pressão exterior.

Nesta situação, à medida que o avião sobe, a regulação da pressão faz-se escapando ar do ouvido médio pela trompa de Eustáquio para a nasofaringe. Em altitude, o espaço dentro do ouvido médio fica assim em equilíbrio com a pressão atmosférica diminuída.

À medida que o avião desce e a pressão atmosférica aumenta, o ouvido médio equaliza a pressão fazendo com que ar entre periodicamente através da trompa de Eustáquio. (1, 3)

Quando não se consegue esta equalização, ao se originar pressão negativa no ouvido

médio, um efeito de vácuo é criado, podendo ser doloroso (1). Com a aterragem, a bolha de ar no ouvido médio continua a decrescer em tamanho com o aumento da pressão atmosférica, repuxando os tecidos do ouvido médio. Uma vez que a membrana timpânica é a mais maleável desses tecidos, é repuxada para dentro, causando dor. (1,3,4)

### Questões Anatômicas

O chorda tympani (ChT) é um nervo misto, ramo do nervo facial, que atravessa o ouvido médio (OM) e contém os axônios parassimpáticos pré-ganglionares que inervam as glândulas sublinguais e submandibulares. A manutenção de uma pressão correcta do OM é essencial e a sua regulação tem um sofisticado controlo neural, principalmente fornecido por receptores do ouvido médio (plexo timpânico, PT) e da trompa de Eustáquio (TE). A *pars flaccida* e *pars tensa* parecem fazer parte de um sistema de regulação ativa que detecta a pressão relativa no ouvido médio, contendo mecanorreceptores. (5, 6)

As informações fornecidas pelos quimiorreceptores e barorreceptores do PT são transmitidas aos núcleos do trato solitário (NTS) e, em seguida, um circuito neural promove a ativação dos músculos da TE. Um estudo propôs a hipótese de que a informação fornecida pelo PT pode modular a atividade das glândulas submandibulares e sublinguais através de uma via neural envolvendo o NTS, o núcleo salivatório superior e finalmente o ChT. De acordo com esta hipótese, as perturbações súbitas da pressão no OM podem estimular a produção de saliva com consequente deglutição, abertura da trompa de Eustáquio e reequilíbrio da pressão endotimpânica. (5)

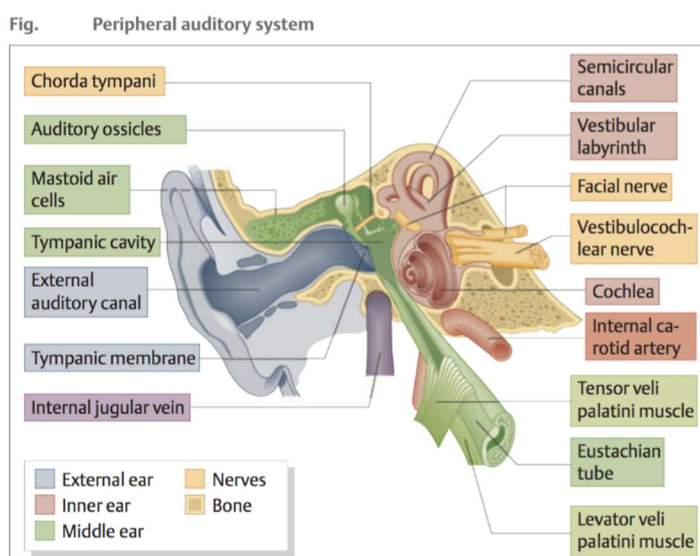


Figura 1 - Anatomia do Ouvido

All rights reserved. Usage subject to terms and conditions of license.

As funções fisiológicas da Trompa de Eustáquio englobam a regulação da ventilação ou pressão do ouvido médio (OM), a proteção do OM contra secreções nasofaríngeas e pressões sonoras e a drenagem das secreções do OM para a nasofaringe. (7)

A trompa de Eustáquio normal em repouso encontra-se colapsada, sendo que a sua abertura repetida mantém ativamente a pressão do OM normal, entre +50 mm e -50 mm H<sub>2</sub>O. Contudo, pressões acima e abaixo destes valores não indicam necessariamente doença. (7)

A anatomia funcional da trompa de Eustáquio (TE) tem sido descrita em muitas publicações. Em resumo, a porção posterior da TE é um tubo ósseo revestido de mucosa contínuo com o tímpano anterior, enquanto que a porção anterior é cartilaginosa medialmente e membranosa lateralmente (Fig. 1). A porção cartilaginosa é geralmente fechada por uma pressão tecidual. O músculo tensor veli palatini (mTVP), tem origem na parede membranosa da TE e termina no processo hamular e dentro da aponeurose palatina. A ativação desse músculo durante a deglutição ou bocejo exerce uma força vetorial anterior-lateral-inferior na parede membranosa da TE, (7, 8) abrindo a TE. O papel do mTVP não está ainda totalmente esclarecido, tendo a sua contribuição na abertura da trompa de Eustáquio sido questionada. (7)

A maioria dos doentes que sente otalgia durante o voo desenvolve este sintoma na descida em vez da subida devido à anatomia da trompa de Eustáquio. O orifício da trompa na nasofaringe tem “elastic lips” e pode ser fechado com a pressão relativamente alta na nasofaringe (1). Para além disso, durante a descida, com uma taxa de descida da pressão da cabine comparável a 400 pés por minuto, a trompa de Eustáquio atua como uma válvula de flutter até que o diferencial de pressão atinja um nível crítico (de 1000 a 1200 dPa.) Este nível é atingido se a equalização não ocorrer pelo menos a cada 7 a 9 minutos, sendo neste caso mais provável ocorrer barotrauma. (2)

Adicionalmente, a função ventilatória da trompa de Eustáquio (TE) é menos eficiente em crianças do que em adultos, (7) existindo estudos comparativos que mostram melhor função de abertura da TE em adultos. (9)

A anatomia é significativamente diferente da dos adultos, o que dificulta a abertura e, portanto, a ventilação. A cartilagem é mais elástica em crianças, o que significa que quando os músculos se contraem, pode não abrir necessariamente toda a trompa de Eustáquio. Além disso, a trompa é mais curta e mais horizontalizada em crianças, o que

muitas vezes leva a um aumento da secreção, potencialmente infecciosa, no ouvido médio, sofrendo mais frequentemente de infecções do trato respiratório superior, o que resulta em mucosas edemaciadas, que por sua vez torna a equalização da pressão mais difícil ou até impossível. O aumento frequente dos adenóides é igualmente um factor frequente que prejudica a equalização. (7, 10, 11)

Existe ainda uma forte base teórica que relaciona a crescente eficácia da abertura da TE com o decorrer da infância, em conjunto com a maturação da estrutura anatómica do sistema da TE. Acredita-se por isso que à medida que as crianças crescem, a função da trompa de Eustáquio melhora. (7, 9)

A frequência de aberturas espontâneas da trompa é uma vez a cada 5 minutos em bebés e uma vez por minuto em adultos. É de notar que estes valores se aplicam apenas quando a pessoa está acordada, sendo a frequência de aberturas significativamente menor durante o sono. (10)

Desta forma, é possível inferir que estes factores contribuam para a otalgia frequente em crianças durante as viagens aéreas.

## Barotraumatismo

O barotrauma do ouvido médio é o problema médico mais comum associado à viagem aérea (8, 12), e estima-se que afete cerca de 5% dos adultos e 25% das crianças.

Diversos estudos têm mostrado que entre 20-55% dos passageiros aéreos que aterrizam apresentam desconforto ou otalgia após os voos (geralmente durante a descida da aeronave), ocorrendo mais frequentemente em crianças (11).

A prevalência dos sintomas depende da altitude, do tipo de aeronave e características dos passageiros.

Um estudo de prevalência concluiu que 20% dos passageiros adultos e 40% das crianças apresentavam pressão negativa no OM após o voo e que 10% dos adultos e 22% das crianças tinham evidência otoscópica de lesão. Não foram encontrados dados sobre a incidência de perfuração, que parece ser extremamente raro em passageiros comerciais. (13)

O barotrauma pode ser distinguido em duas entidades, com base na fisiopatologia inerente: baro-otite média e baro-miringite. (8)

A baro-otite média consiste num processo inflamatório da mucosa do ouvido médio, agudo ou crônico, se a pressão negativa originada for forte o suficiente, podendo aparecer um transudado seroso, serossanguinolento ou mesmo hemorrágico (14). Este fenómeno é chamado de barotrauma e pode ser facilmente identificado com um otoscópio. (1)

No barotrauma, a pressão negativa expectada pode exceder 60mm a 90mm de água, o nível a que o transudado se inicia. (1)

As alterações clínicas dependerão do diferencial de pressão gerado e do tempo de exposição dos tecidos a esse diferencial sem equalização das pressões.

A transudação, quando ocorre, permite o acúmulo de líquido no espaço do ouvido médio, reduzindo a tensão da TE, com conseqüente autoinsuflação e eventual resolução do processo. (14)

Otite serosa (Sero-otite) e hemotímpano podem resultar em perda auditiva de condução, de 30dB a 40dB inicialmente, e os doentes iniciam dificuldade na percepção de discurso “de baixa intensidade”. (1)

A baro-miringite consiste num dano estrutural da membrana timpânica (MT), causando dor severa.

Descrições anteriores de barotrauma durante o voo geralmente não discriminavam entre barotite média e baromiringite na notificação de resultados. Estas etiologias têm causas subjacentes diferentes sendo que a primeira, resulta de um gradiente de pressão da mucosa/pressão de OM moderado e positivo, e a última resulta de grandes gradientes positivos ou negativos de pressão de OM/pressão de Cabine. Consequentemente, a baromiringite pode ser sentida durante todo o voo e é geralmente associada a sinais de dano da MT e sintomas de dor e de sensação de ouvido preenchido, mas a barotite desenvolve-se durante a descida e, na ausência de baromiringite, frequentemente não é reconhecida. (8)

Portanto, o barotrauma, ocorre tipicamente na descida e é caracterizado pela presença de otalgia súbita, diminuição da acuidade auditiva, sensação de plenitude auricular (12) e, ocasionalmente, “tinnitus” (4), vertigem e até ruptura do tímpano, caso exista uma determinada diferença de pressão, de 100-150mmHg (12, 15). A ruptura geralmente é na região mais fraca ou numa área previamente danificada. (14)

Em casos raros, pode ocorrer surdez súbita causada pela ruptura da janela redonda, oval ou das membranas do ouvido interno. Pode ocorrer como resultado de uma manobra de Valsalva em indivíduos com função da trompa comprometida. (2, 14)

Três mecanismos são responsáveis pela lesão auditiva interna: hemorragia intra-coclear, ruptura labiríntica e fístula perilinfática, com sintomas vestibulares mais proeminentes. (14)

Classificação de barotites de Teed (2):

Grau 0 - membrana timpânica (MT) normal; grau 1 - retração com vermelhidão na *pars flaccida* (membrana de Shrapnel) e ao longo do manúbrio; grau 2 - retração com vermelhidão de toda a membrana timpânica; grau 3 – grau 2 e evidência de fluido no tímpano ou hemotímpano; grau 4 - perfuração traumática da membrana timpânica.

<b>Grade 0</b>	Normal
<b>Grade 1</b>	Retraction and partial redness of the eardrum
<b>Grade 2</b>	Retraction and complete redness of the eardrum
<b>Grade 3</b>	Grade 2, and fluid or blood behind the eardrum
<b>Grade 4</b>	Rupture of the eardrum

**Tab. 1: Teed's classification of Barotrauma of the middle ear (modified)**

*Figura 2 – Classificação de barotites*

## Prevenção

### ○ Prevenção primária

De modo a contrabalançar as alterações de pressão que advêm da altitude, existem manobras que ajudam a aumentar a permeabilidade da trompa de Eustáquio, que implicam movimentos de mandíbula associados e iniciam a atividade do mTVP: bocejar, deglutir frequentemente, mascar pastilha elástica; ou pode ser realizada a manobra de Valsalva, que consiste em expirar suavemente contra a boca fechada e o nariz tapado. (3, 4, 8)

As crianças podem ser encorajadas a soprar numa palhinha ou balão, tendo estas ações um efeito semelhante à Valsalva. De modo a prevenir o desconforto em bebés, devem ser acordados (10) e pode-se oferecer uma chupeta ou podem ser amamentados ou alimentados, particularmente durante a subida e a descida, promovendo um alargamento e “retificação” da trompa. (3, 4)

A utilização de uma toalha molhada e morna sobre o ouvido externo de modo a diminuir a pressão ambiente durante a descida também tem sido descrita na literatura. (6, 11, 12) Apesar de não existirem evidências de que este método funcione, o efeito da toalha molhada pode ajudar, uma vez que ar pouco húmido encontrado nas cabines aéreas pode perturbar os mecanismos de detecção de pressão no tímpano. (6)

A membrana timpânica apresenta uma camada externa com um epitélio semelhante à pele (escamoso queratinizado) podendo assim a humidade baixa perturbar a regulação da pressão do OM, embora esta possa ser parcialmente atenuada por mecanorreceptores na cavidade do OM. (6)

Muitos passageiros facilmente alcançam o equilíbrio por deglutição, bocejo ou mastigação, enquanto outros passageiros têm de executar a manobra de Valsalva para o conseguir. (2)

É importante realizar ou iniciar as medidas acima descritas antes do início do desconforto, de modo a evitar que uma grande diferença de pressão se acumule (10), e não seja possível realizá-las. Uma pressão diferencial de 80 mmhg encerra o orifício da trompa na nasofaringe, e a realização da manobra de Valsalva poder-se-á tornar contraproducente ao aumentar a pressão elevada já existente na nasofaringe (12).

Foi realizado um questionário aos viajantes aéreos em dois aeroportos do Reino Unido, mostrando que 84% das pessoas apresentava sintomas e 30% desconhecia medidas de prevenção. Assim, constatou-se que grande parte dos passageiros não está ciente da existência de medidas de prevenção de barotrauma do ouvido, pelo que o aumento da sensibilização do público para medidas simples de prevenção teria um impacto significativo. (16)

#### ○ Prevenção secundária

Devido às rápidas mudanças na pressão de cabine, mesmo em voos comerciais, qualquer condição médica que cause disfunção da trompa de Eustáquio ou ainda dos “sinus ostia” pode levar ao desenvolvimento de complicações durante o voo. Isto porque, ao existir edema ou bloqueio da trompa, como acontece numa infecção do tracto respiratório superior ou numa otite média aguda, o doente é incapaz de equalizar essa pressão. Por essa razão, não é aconselhado a estes doentes que realizem viagens aéreas aquando da infecção. Várias outras etiologias podem causar um efeito semelhante, nomeadamente, efusões, sinusite aguda ou crónica, rinite, alergias ou infeções que causem congestão nasal (4, 15). Pessoas que sofram de alergia podem beneficiar do uso de anti-histaminicos. (12)

Procedimentos cirúrgicos recentes envolvendo estruturas do ouvido médio e interno podem ser afetados por mudanças de pressão, pelo que são uma contra-indicação para voar. (1,3,4)

Um estudo mostrou que 22% das crianças apresentavam alguma evidência de baro-otite após um voo e a otalgia pré-existente e a congestão nasal eram factores associados.

Diversas questões acerca do impacto de voar na capacidade auditiva e otalgia nas crianças são frequentemente colocadas, especialmente quando existe história de otite média; contudo, existem poucos estudos publicados. De acordo com a informação disponível, as crianças com otites médias de repetição e hipertrofia dos adenóides apresentam mais dificuldades em equilibrar a pressão no ouvido médio. (15)

No entanto, crianças com *glue ear* podem ter menos predisposição ao barotrauma, presumidamente devido ao facto do ouvido médio se encontrar preenchido com fluidos. (12)

A sintomatologia da baro-otite pode ser prevenida ensinando como realizar a manobra de Valsalva, tratando a congestão nasal e infecções antes da viagem de avião ou através da colocação de tubos de timpanostomia, (4, 15) pequenos tubos colocados dentro da membrana timpânica que permitem uma comunicação constante entre o ouvido médio e o ambiente exterior, sendo um tratamento comum para a otite média. (8)

Em pessoas com risco elevado e para as quais é essencial voar, pode ser feita uma miringotomia, com ou sem colocação do tubo, de modo a evitar barotrauma recorrente. (12)

Se se der o caso de o doente desejar viajar de avião com a presença de infecção ou alteração concomitante, deve ser primeiramente informado da probabilidade de dor durante a descida e aterragem e das potenciais consequências da ruptura do tímpano, assim como das manobras que podem ajudar a aumentar a permeabilidade da trompa de Eustáquio, já referidas.

Estes doentes devem ainda ser informados das diversas medidas que podem ser tomadas de modo a ajudar a equalizar a pressão através de uma trompa edemaciada, como a toma de um anti-inflamatório oral para diminuir o edema na região, uma hora antes da descida. (3)

Os doentes devem ser instruídos no uso de descongestionantes, tópicos ou sistémicos, e devem demonstrar uma manobra de Valsalva eficaz, observando-se o movimento da membrana timpânica através de um otoscópio. (4)

Os descongestionantes tópicos nasais podem igualmente ser uma ajuda, diminuindo a inflamação tecidual, 30 minutos antes da subida e do início da aterragem. (3, 8, 15)

No entanto, um descongestionante nasal (oximetazolina nasal spray) mostrou-se não ser mais eficaz do que placebo na redução de sintomas em adultos com história de otalgia durante viagens aéreas, pelo que não se sabe ao certo se se trata de uma medida preventiva de barotrauma. (13)

Um descongestionante oral como *pseudoephedrine* em adultos ou crianças maiores de 12 anos pode também ajudar a diminuir a inflamação da orofaringe. (3, 13)

Tem sido proposto que agentes simpaticomiméticos poderiam ser eficazes na prevenção do barotrauma em adultos, devido à sua atuação nos receptores alfa-adrenérgicos na mucosa do tracto respiratório, resultando em vasoconstrição e consequente redução do edema e congestão. No entanto, um estudo realizado em crianças em idade pré-escolar,

não mostrou eficácia da *pseudoephedrine* oral na redução de otalgia em crianças (13, 15). Verificou-se somente um aumento de sonolência/letargia. A razão exacta desta ineficácia não é conhecida, mas pensa-se que esteja relacionada com o tempo de semi-vida mais curto, para além da dose administrada ser maior em adultos. Referem ainda que noutros estudos também não encontraram evidência clínica da eficácia de descongestionantes tópicos em crianças. (11)

Diversos estudos (17, 18) mostraram uma prevalência de barotites maior em crianças pequenas. De modo a evitar a barotite durante a descida na aviação, é necessária a equalização frequente. A manobra de Valsalva é difícil de executar para as crianças, tendo elas, portanto, um risco elevado de desenvolver barotite, para além de que muitas dessas crianças apresentarem previamente uma disfunção da trompa de Eustáquio.

Uma medida profilática ou tratamento alternativo é a utilização do Otovent®.

Este dispositivo foi recomendado por vários autores (17, 18, 2, 13), uma vez que uma percentagem valorizável das crianças foi capaz de normalizar a pressão do OM com esta medida.

O Otovent® consiste num tubo nasal acoplado a uma membrana especial. O tubo é mantido hermeticamente justo a uma narina, e a narina oposta é comprimida com um dedo, e com a boca fechada, o balão é insuflado com o nariz. Durante a fase de insuflação, é criada uma pressão positiva de 600 dPa no nariz e nasofaringe, que pode igualar a pressão do OM através da trompa de Eustáquio, cuja pressão de abertura normal é de aproximadamente 400 dPa. (2)

Esta profilaxia / tratamento pode ser realizada pela criança com ajuda do seu cuidador, de preferência antes da descida se ter iniciado.

Num dos estudos, demonstrou-se que os sinais otoscópicos de barotite ocorreram significativamente menos frequentemente (6%) no grupo de passageiros que utilizaram o balão nasal (Otovent®) durante a descida, em comparação com o grupo controle (15%), sendo que esse procedimento durante a descida reduziu a prevalência de barotites para 3%. Demonstraram ainda que 46% dos passageiros foram capazes de normalizar a pressão negativa obtida durante o voo realizando a manobra de Valsalva, e entre aqueles que não conseguiram igualar a pressão negativa desta forma, 69% conseguiram-no pela inflação do balão nasal. (2)

Existem tampões para os ouvidos reguladores de pressão (PREP) que se destinam a aliviar problemas de equalização de pressão durante o voo. Estão comercialmente disponíveis através de diversos fabricantes (10) e podem ser comprados em aeroportos e em algumas companhias aéreas a bordo do avião. O princípio destes tampões consiste em selar o canal auditivo externo, reduzindo a taxa de aumento da pressão diferencial entre o canal auditivo externo e o ouvido médio e, assim, reduzir a distensão do tímpano e, conseqüentemente, as queixas durante a descida, proporcionando mais tempo para igualar a diferença de pressão. (19, 10)

Num estudo o uso de PREP foi associado a uma taxa de alteração de pressão mais baixa o que poderia indicar o efeito postulado da distensão reduzida do tímpano. O resultado está de acordo com a descoberta de um estado subjectivo significativamente melhorado ao usar PREP, que pode ser atribuído à estimulação nociceptiva mais fraca dos receptores tímpanicos. Poder-se-ia esperar uma diminuição do número de manobras de equalização da pressão, no entanto, tal não se verificou, colocando os autores a hipótese de que a pressão do OM seja regulada não apenas pelos receptores de estiramento na *pars flaccida* do tímpano, mas também por sensores de pressão no OM e na área da elevação das trompas na nasofaringe. Os resultados não mostraram qualquer indicação de uma melhor função da TE enquanto se utilizava PREP, pelo que um efeito direto na função da TE e na ventilação do OM não pode ser assumido. (19)

Este estudo recente forneceu evidências de que o uso de PREP durante o voo pode melhorar o estado subjectivo em passageiros com problemas de equalização de pressão, reduzindo a diferença de pressão no canal auditivo externo ao longo do tempo, o que provoca menos desconforto durante a fase de descida. (19)

Em relação aos tampões acima referidos, é de notar que pode ocorrer barotrauma do ouvido externo, gerado por corpos estranhos colocados no CAE (canal auditivo externo), ao ser criada uma cavidade entre o tímpano e o objecto. Pode ser causado quer por cerúmen ou tampões de ouvido, neste caso, não especializados para o efeito de equalização. A pressão negativa durante a descida da aeronave provoca deslocamento da pele do CAE com ingurgitamento dos vasos, podendo causar hematomas na parede. (14)

## Susceptibilidade ao barotraumatismo

Como já referido, existe um aumento do risco de barotrauma associado à idade jovem e inflamação nasal (coriza ou alergia nasal). O efeito da inflamação nasal é mediado pelo ingurgitamento venoso intraluminal (8). Por outro lado, crianças com *glue ear* podem ter menos predisposição ao barotrauma. (12)

Indivíduos com antecedentes de cirurgia do ouvido médio têm maior propensão ao barotrauma do ouvido interno. Normalmente, o mecanismo de movimentação da articulação incudo-maleolar (vertical) transmitido pela movimentação da MT (horizontal), protege o ouvido interno das variações de pressão. Em casos de cirurgia ou otosclerose, onde essa articulação é eliminada, a pressão é transmitida diretamente à janela oval e ouvido interno. (14)

Em pacientes com perfuração da MT ou cavidade aberta, não apresentam propensão ao barotrauma pois há uma ventilação permanente do ouvido médio. (14) Nessa sequência, uma condição fisiológica anormal referida como trompa Eustáquio *patulous* ou patente também permite uma comunicação do ouvido médio com a nasofaringe constante, conferindo conseqüentemente, proteção contra o barotrauma. (8)

Adicionalmente, os ouvidos com uma trompa de Eustáquio completamente obstruída podem ser menos suscetíveis ao barotrauma do que aqueles com uma trompa de Eustáquio que abre passivamente, mas não consegue dilatar em resposta à atividade muscular. Estas nuances podem explicar a razão pela qual algumas crianças e adultos com má função da trompa de Eustáquio não sofrem barotrauma do ouvido médio. (8)

Durante o voo num avião comercial, o ouvido médio tem de igualar cerca de 20% do seu volume de gás com a pressão ambiente. Esta equalização deve acontecer dentro de 15 a 20 minutos de subida e descida, de modo a evitar o barotrauma. (20). Acredita-se que o sistema de células da mastóide funciona como um reservatório de gás para o OM. (7). Estes 20% são uma tarefa cinco vezes maior para ouvidos com uma grande pneumatização da mastóide do que para ouvidos com pneumatização não desenvolvida, o que acontece em ouvidos com doença crónica. Quanto menor o volume do ouvido médio (mastóide), menor o volume de gás necessário para passar pela trompa de Eustáquio, de modo a equalizar as mudanças de pressão durante o voo. (20)

Ouvidos com otite secretória, atelectasia e colesteatoma têm menos problemas em igualar

grandes diferenças de pressão, em contraste com o que se acreditava tradicionalmente. (20)

Apesar desse facto, um artigo descreve uma apresentação incomum de baro-otalgia num piloto, secundária a um colesteatoma recorrente que obstrui o *aditus* da mastoide, apesar da equalização da pressão do OM normal com um tubo de timpanostomia. Colocam a hipótese de o colesteatoma ter causado obstrução à aeração normal das células da mastóide durante a mudança da pressão atmosférica, provocando dor, constituindo um mecanismo semelhante ao barotrauma sinusal ao invés da fisiopatologia usual subjacente à barotite. (21)

Em ouvidos saudáveis, o volume máximo de deslocamento da membrana timpânica é aproximadamente 1% do volume do ouvido médio (i.e., tímpano + mastóide). A doença persistente do OM causa uma redução significativa do volume da mastóide e pode causar *hipercompliance* do tímpano, e reduzir a susceptibilidade do OM ao barotrauma. (8)

Deste modo, para ouvidos com fraca função da TE, um efeito protector é proporcionado por condições preexistentes que favoreçam uma hipermobilidade da MT e pequenas mastóides. (8)

Verificou-se que para ouvidos com TE bloqueada, por adenóides aumentados, carcinoma nasofaríngeo, inflamação nasal devido a uma coriza/alergia ou outras condições, a existência de elevadas pressões positivas e baromiringites desenvolver-se-ão na subida à altitude de cruzeiro para todos os voos, mas o desenvolvimento de barootites médias na descida dependerá da diferença entre altitudes de partida e de destino, (8) e da velocidade de descida.

Em alguns aviões como o Boeing 737, a diferença de pressão aumenta rapidamente quando a aeronave começa a descer, a uma velocidade de 350 pés/min. Assim, o risco de sofrer barotrauma é mais elevado em comparação com outros tipos de aeronaves, como o Boeing 747, o DC-10 e o Airbus 310, que descem a uma velocidade de 300 pés/min ou menos. (10, 14)

Os voos comerciais descem geralmente a menos de 400 pés/minuto, enquanto os voos militares descem milhares de pés por minuto, favorecendo o barotraumatismo. (14)

O uso de oxigénio durante o voo aumenta a possibilidade de barotrauma, principalmente em *jet aircraft* equipados com 100% de oxigénio. O gás é mais seco e provoca irritação

da mucosa do trato respiratório alto. Além disso, a absorção de gás pela mucosa contribui para o aumento da pressão negativa relativa nas cavidades. (14)

É de notar que as variações da pressão bruscas causam mais danos que as variações maiores, mas paulatinas; E se houver uma variação (subida ou descida) de 1000 pés no mesmo intervalo de tempo numa aeronave a 10000 pés ou a 20000 pés, a primeira será mais lesiva. (14)

Outro fator a considerar, é o passageiro que dorme durante os voos e, portanto, tem o movimento de deglutição diminuído, para além de que a frequência de aberturas espontâneas da trompa é significativamente menor durante o sono, pelo que estas pessoas se encontram em maior risco de barotrauma. (10, 14)

Embora uma boa função da TE seja altamente preditiva de voo livre de doença, a disfunção apenas define um risco aumentado de barotrauma. Esta distinção tem importantes implicações na interpretação dos resultados de pilotos e tripulação de cabine, podendo limitar uma carreira. (8)

A presença de uma disfunção da trompa de Eustáquio clínica ou latente, representa um risco sério para os pilotos, com início súbito de otalgia, plenitude ou barotite média durante a subida ou descida, estando submetidos a grandes oscilações na pressão barométrica. Por esta razão, lesões barotraumáticas são possíveis, mesmo em pilotos que não apresentam sintomas ou sinais de disfunção nos testes utilizados para avaliar a função tubária. O diagnóstico da disfunção da trompa de Eustáquio (DTE) em aviadores, representa uma causa frequente de *grounding*, uma vez que o aparecimento de sintomas do ouvido médio pode tornar os pilotos incapazes de voar, reduzindo a própria segurança e a dos passageiros. A incidência de DTE é de 1-5% em adultos, mas pensa-se que a incidência de disfunção em pilotos esteja subestimada por representar incapacidade de voar. (22)

Num estudo recente avaliaram a funcionalidade da trompa de Eustáquio num grupo de aviadores de modo a averiguar uma disfunção subclínica e o risco de barotites, utilizando um novo score, ETS-7 (Eustachian Tube Score), que compreende cinco parâmetros capazes de avaliar a função da TE: 1- medidas tubomanométricas (TMM) da função TE em três níveis de pressão diferentes (30, 40 e 50 mbar); 2- estimativas subjetivas sobre a viabilidade dos sintomas de Valsalva; 3- estimativas subjetivas dos sintomas clínicos de

Toynbee; 4- timpanometria; 5- avaliação objetiva de Valsalva. (22)

Concluíram que a avaliação combinada da sintomatologia do ouvido médio e ETS-7 antes e após a exposição a câmara hipobárica parece ser um método confiável para avaliar o stress hipobárico e a capacidade funcional da trompa de Eustáquio em aviadores, excluindo indivíduos com risco aumentado de otalgia, plenitude ou barotrauma durante o voo. Este estudo mostrou ainda como o stress da câmara hipobárica e, conseqüentemente, das variações de pressão que ocorrem durante o voo são capazes de induzir um efeito prejudicial com possível inflamação da mucosa da trompa, mesmo em indivíduos que não sofrem de disfunção prévia. (22)

**Table 2** Parameters for the calculation of ETS-7

Symptom/finding	2 Points	1 Point	0 Points
Clicking sound when swallowing	Always	Occasionally	Never
Positive subjective Valsalva	Always	Occasionally	Never
Objective Valsalva	Immediate	Immediate weak and slow	Negative
Tympanometry	A	B	C
TMM 30 mbar	$R \leq 1$	$R > 1$	No R
TMM 40 mbar	$R \leq 1$	$R > 1$	No R
TMM 50 mbar	$R \leq 1$	$R > 1$	No R

Eustachian tube score-7 ranging from 0 to 14 points  
*TMM* tubomanometry

*Figura 3 – Parâmetros do score ETS-7*

Portanto, diversos parâmetros fisiológicos, anatômicos e ambientais interagem e influenciam a regulação da pressão do ouvido médio, enfatizando-se a importância de considerar as relações contextuais na previsão da susceptibilidade de um determinado OM ao barotrauma. (8)

## Tratamento

O tratamento é específico para as alterações clínicas encontradas e, na maior parte dos casos, os sintomas desaparecem espontaneamente (13, 14)

Em casos ligeiros, tenta-se reabrir a TE, reduzindo a inflamação e edema com anti-inflamatórios ou corticoides e descongestionantes. (23). Se efusão serosa estiver presente, uma dose de *Medrol* (metilprednisolona) normalmente resolve o quadro. (1)

Na ausência de transudação em ouvido médio, pode-se tentar a ventilação do ouvido com balão de Politzer ou manobra de Valsalva, utilizando descongestionantes tópicos previamente para maior eficácia do procedimento, durante vários dias até que a função tubária se restabeleça (12, 14). Na presença de transudação, não se recomendam manobras para aeração do ouvido, usando-se descongestionantes tópicos e sistêmicos ou, descongestionantes sistêmicos com anti-histamínicos. (14)

A miringotomia não retoma a função tubária, mas pode ajudar na resolução de quadros com sintomatologia muito intensa. (12, 14)

Na maioria das vezes, o hemotímpano é auto-limitado e desaparece em 4/6 semanas. Neste caso, a miringotomia não é normalmente recomendada por aumentar o risco de infecção. Pode-se recomendar tratamento conservador com antibióticos por 10 dias (1, 14).

A membrana timpânica tem uma grande capacidade de autorregeneração e a maioria das perfurações resolvem-se sozinhas. Podem ser cobertas por diversos materiais, como papel de cigarro e película plástica. O ouvido deve ser protegido da água. Perfurações isoladas geralmente resolvem-se sem sequelas. (23)

No entanto, um artigo recomenda o uso de antibioterapia oral, caso o doente apresente ruptura do tímpano por barotrauma. (1)

Quando existe suspeita de afeção do ouvido interno, a pressão negativa deve ser aliviada com miringotomia juntamente com um tratamento conservador com repouso e decúbito elevado. A timpanotomia exploradora está indicada nos casos de fístula perilinfática. (14, 23)

## Barotraumatismo no desporto em altitude

À medida que os atletas modernos procuram cada vez mais frequentemente desportos radicais e recreação em altitude, as mudanças de pressão a que ficam expostos podem criar padrões de lesão não vistos tradicionalmente noutros desportos. Desportos com mudanças extremas na pressão atmosférica colocam o atleta em risco de lesões de barotrauma, especialmente no ouvido médio e nos seios perinasais (24). Os sintomas de barotrauma após atividades como viagens aéreas comerciais, paraquedismo, mergulho e dever militar são clinicamente relevantes e muitas vezes graves o suficiente para levar à procura de cuidados médicos ou levar ao termino de um desporto ou vocação. (25) Apesar de com treino adequado, equipamentos e estratégias de prevenção, os atletas se conseguirem proteger da maioria das lesões de barotrauma, quando ocorrem lesões, o médico que dá assistência deve ser capaz de reconhecer e tratar em concordância. (24)

### Caminhadas, Montanhismo, Esqui alpino

Em relação aos desportos alpinos tradicionais e caminhadas em altitude, as mudanças na pressão ambiente são tipicamente graduais durante a subida e descida. Dada a pequena taxa de mudança, o ouvido tende a equilibrar pressões sem dificuldade. (24)

Existe, no entanto, a *Ski sickness*, que é descrita como uma síndrome mal compreendida relacionada com o enjoo de movimento, que envolve vertigens, cefaleias, náuseas e vômitos, muitas vezes resultando da prática de esqui em condições de visibilidade reduzida. As primeiras séries de casos publicados na literatura incluíram 11 pessoas com esta síndrome, tendo sido proposta uma etiologia multifactorial, representando uma forma especial de doença de movimento produzida por informações sensoriais incomuns e contraditórias entre o sistema visual, vestibular e somatossensorial. A fisiopatologia parece estar relacionada com a sobre-estimulação vestibular de viragens sinuosas em solos irregulares, controlo visual insuficiente, especialmente em dias de neblina com visibilidade reduzida (nos chamados "dias brancos"), muitas vezes em conexão com problemas oftalmológicos menores como miopia ou astigmatismo e percepção somatossensorial alterada devido ao uso de botas de esqui e esquis. Factores psicológicos como medo de alturas, medo de montanhas, alta velocidade e quedas podem contribuir, bem

como as mudanças de pressão atmosférica no ouvido ao descer rapidamente de altitude. Quem inicialmente descreveu esta entidade clínica, estimou que poderia afetar até 10% dos esquiadores. Descreve igualmente um elevado grau de sucesso no tratamento de sintomas com supressores vestibulares (por exemplo, meclizina). (24, 26)

### Heliskiing e Heliboarding

Nos desportos de *heliskiing* e *heliboarding*, pode haver aumentos significativos de altitude, uma vez que um helicóptero pode alcançar altitudes que um elevador de esqui não atinge. Com cada ida ao topo das pistas através de um helicóptero e subsequentes descidas na montanha, o atleta é exposto a grandes oscilações na pressão atmosférica ao longo de um dia. Apesar disso, as taxas relativas de mudança não são suficientemente significativas para fazer do barotrauma uma questão comum encontrada nesses desportos. (24)

### Paraquedismo, skydiving, paragliding, parasailing, hang gliding, e wingsuiting (ou wingsuit flying)

Os desportos baseados em paraquedas incluem muitas variações, como paraquedismo, *skydiving* e asa delta (*hang gliding*).



Figura 4 - Paraquedismo & skydiving



Figura 5 - Parasailing, paragliding, hang gliding & wingsuiting

Inicialmente, o paraquedismo era visto apenas como uma actividade militar, contudo, hoje em dia, a prática desta modalidade está a atrair cada vez mais adeptos civis e são já milhares os entusiastas em todo o Mundo. Esta crescente adesão tem levado a um grande aperfeiçoamento das técnicas e equipamentos utilizados na prática do paraquedismo desportivo. (24, 27)

No paraquedismo, a queda livre é a principal actividade, servindo os paraquedas apenas para aterrar em segurança. Numa das modalidades, o salto de queda livre ou abertura manual, o paraquedista sai do avião de uma altura habitualmente entre os 3.000 e os 4.000 metros e abre o paraquedas a cerca de 900 metros do solo. Outro estilo de salto é o de abertura automática ou linha estática, no qual o paraquedas é aberto por uma tira extractora sem a intervenção do paraquedista, abrindo automaticamente, assim que o paraquedista salta do avião, a uma altitude de cerca de 1.200 metros. (27)

Tanto o paraquedismo como o *skydiving* envolvem voos em aeronaves não pressurizadas e rápidas mudanças de altitude aquando do salto. Durante a queda livre, um *skydiver* pode descer 300 metros de altitude em aproximadamente 6 segundos e atingir velocidades superiores a 190 km/h. Por isso, em contraste com o montanhismo, no paraquedismo, a breve exposição à altitude e as rápidas mudanças no volume e pressão de ar são desafios fisiológicos importantes. (24, 27)

Assim sendo, ao cair rapidamente para a terra a partir de altitudes extremas, verificam-se nos atletas, alterações fisiológicas que as mudanças repentinas na pressão causam dentro do ouvido médio, já descritas anteriormente.

Os estudos dessas alterações fisiológicas no ouvido médio têm-se concentrado em modelos matemáticos (8), em mergulhadores, ou em experiências controladas de câmara hipobárica e hiperbárica devido à dificuldade em conduzir o estudo durante manobras de aeronaves. (25)

Em relação ao paraquedismo, enquanto as complicações no ouvido médio e nos seios perinasais são bem conhecidas entre os paraquedistas experientes, a literatura médica tem pouca informação sobre a incidência de barotrauma e a sua potencial associação com acidentes de paraquedismo (24). É possível que sintomas graves possam estar implicados em acidentes, como tem acontecido com os pilotos. (25)

Como já descrito, ao subir em altitude antes de um salto, o ar nas cavidades do ouvido médio e dos seios expande-se, à medida que a pressão ambiente diminui. A rápida

mudança de altitude durante a queda livre pode resultar em repuxamento dos tecidos do ouvido médio e dos seios. Pode ocorrer dor, vertigem, dor de cabeça e náuseas, o que pode afetar o julgamento e a capacidade de tomada de decisão dos atletas, causando desorientação e incapacidade significativas no avião, durante a queda livre ou sob o paraquedas. (24)

Uma vez que o paraquedismo envolve uma maior e mais rápida mudança de altitude do que as viagens aéreas comerciais, poder-se-ia supor que os paraquedistas relatassem sintomas semelhantes aos dos passageiros aéreos comerciais. Um estudo observacional de paraquedistas civis mostrou que a descida rápida de altitude provoca uma significativa alteração negativa na pressão do OM durante os saltos, mas sem significado estatístico nos sintomas do ouvido médio, não encontrando um aumento da taxa de sintomas dada a maior e mais rápida descida em comparação com passageiros da linha aérea. Em vez disso, a percentagem dos casos que relataram sintomas significativos foi similar à taxa de relatos anteriores de passageiros aéreos adultos. (24, 25)

Além disso, verificaram que os paraquedistas com sintomas não tiveram uma mudança de pressão líquida significativamente diferente daqueles sem sintomas. No entanto, houve mais indivíduos com sintomas que não tinham equalizado a pressão do que aqueles que tinham equalizado. Aqueles que o fizeram tiveram uma mudança significativamente menor na pressão do OM. Portanto, no geral, os dados mostraram que ter sintomas após paraquedismo estava mais relacionado com a não equalização do que com a mudança real na pressão do OM. (24, 25)

Num outro estudo, *Glorioso et al.* (28) estudaram esta mesma questão com paraquedistas de queda livre militar ou de alta altitude-baixa abertura - *high altitude-low opening* (HALO). Encontraram frequentemente alterações otológicas. No entanto, nesta população militar, estas lesões não são frequentemente reportadas por receio que os paraquedistas sejam desclassificados do curso, pelo que se suspeita que este padrão de lesão seja subnotificado. Portanto, a taxa de barotrauma nestes desportos é significativamente menor do que outras lesões traumáticas. (24, 28, 29, 30)

O paraquedismo “de linha estática”, asa-delta e *wingsuiting* são normalmente realizados a altitudes mais baixas; portanto, o risco concomitante de barotrauma nestes desportos é consideravelmente menor do que com as mudanças de altitude extremamente rápidas que existem em paraquedismo de queda livre. (24)

Tendo em conta que a equalização parece ser a melhor maneira de diminuir sintomas, as recomendações aceites para viajantes aéreos com queixas e recomendadas para prevenir o barotrauma são as aconselhadas no paraquedismo: bocejo, deglutição, manobra de Valsalva ou outros meios. (25)

Alguns atletas podem estar mais susceptíveis a lesões de barotrauma. Certamente, durante uma infeção respiratória superior ou rino-sinusite, e consequente disfunção ativa da trompa de Eustáquio, um atleta teria mais dificuldade em realizar a equalização, o que poderia levar ao aumento do barotrauma e sintomas. (24, 25)

No que diz respeito à prevenção específica para este desporto, se um atleta se apresenta com otalgia ou dor sinusal significativas na aeronave, o salto deve ser abortado e deve ser feita uma lenta e controlada descida o mais rapidamente possível. Seguidamente, os atletas não devem regressar a altitude até que os sintomas desapareçam. (24)

Em caso de barotrauma com paraquedismo, o tratamento é semelhante ao já abordado nesta revisão.

O uso de descongestionantes pode ser justificado numa tentativa de prevenção de sintomas, em atletas que apresentam antecedentes de complicações aquando da prática de paraquedismo. (24, 12)

Dada a falta de evidências atuais, a futura avaliação da base de dados de lesões e acidentes de paraquedismo, em conjunto com o estudo dos efeitos da mudança de altitude em paraquedistas, poderia melhorar a segurança deste desporto, revelar uma maior associação entre barotrauma e outras lesões ao saltar, e levar a uma melhor compreensão do barotrauma do ouvido e respectiva prevenção e tratamento. (24, 25)

## Agradecimentos

Os meus mais sinceros agradecimentos ao Prof. Óscar Proença Dias, ao Dr. Marco Simão e ao restante corpo docente e assistentes convidados da Clínica Universitária de ORL.

## Bibliografia

- 1- Ishiyama, A. (1999) Why does air travel cause earache? *Western journal of medicine* vol. 171, n°2, 106
- 2 - Stangerup, S., Klokke, M., Vesterhauge, S., Jayara, S., Rea, P., & Harcourt, J. (2004) Point Prevalence of Barotitis and Its Prevention and Treatment with Nasal Balloon Inflation: A Prospective, Controlled Study. *Otology & Neurotology* 25:89–94
- 3 - Carvalho, A. e Poirier, V. (2009) So you think you can fly? *Can Fam Physician* 55(10): 992–995.
- 4 - Bettes T. N., Mckenas, D. K. (1999) Medical Advice for Commercial Air Travelers. *Am Fam Physician* 60(3):801-808.
- 5 - Rinaldi V., Cappadona M., Gaffuri M., Torretta S., Pignataro L. (2013) Chorda tympani nerve, may it have a role in stabilizing middle ear pressure? *Med Hypotheses* 80(6):726-7
- 6 - Morse, R. P. (2013) The Effect of Flying and Low Humidity on the Admittance of the Tympanic Membrane and Middle Ear System. *J Assoc Res Otolaryngol.* 14(5): 623–633.
- 7 - Tewfik, T. L., Singh, H., Talavera, F., Gianoli, G. J., Meyers, A. D., Viswanatha, B. (2015) *Eustachian Tube Function*. Acedido a 26-03-2017, em: <http://emedicine.medscape.com/article/874348-overview#a5>
- 8 – Kanick, S. C., Doyle, W. J. (2005) Barotrauma during air travel: predictions of a mathematical model. *Journal of Applied Physiology* Vol. 98 no. 5, 1592-1602
- 9 - Swarts, J. D., Casselbrant, M. L., Teixeira M. S., Mandel E. M., Richert B. C., Banks J., El-Wagaa, J. & Doyle, W. J. (2014) Eustachian Tube Function in Young Children without a History of Otitis Media Evaluated Using a Pressure-Chamber Protocol. *Acta Otolaryngol.* 134(6): 579–587.
- 10 - *Measures to prevent Barotitis when flying. Symptoms and effects of Barotrauma*. Acedido a 26-03-2017, em: [http://www.sanohra.com/fileadmin/user\\_upload/Barotitis-when-flying.pdf](http://www.sanohra.com/fileadmin/user_upload/Barotitis-when-flying.pdf)

- 11 - Buchanan B.J., Hoagland J, Fischer P.R. (1999) Pseudoephedrine and air travel-associated ear pain in children. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 153:466–8.
- 12 - Mirza S., Richardson H. (2005) Otic barotrauma from air travel. *J. Laryngol. Otol.* 119: 366–70.
- 13 - Basu A. (2007) Middle-ear pain and trauma during air travel. *BMJ Clin Evid* 0501.
- 14 - Passerotti G. H. (2003) *Barotrauma em otorrinolaringologia*. Acedido a 25-03-2017, em: [http://www.otorrinousp.org.br/imageBank/seminarios/seminario\\_8.pdf](http://www.otorrinousp.org.br/imageBank/seminarios/seminario_8.pdf)
- 15 - Anonymous (2007) Air travel and children’s health issues. *Paediatr Child Health* 12(1): 45–50.
- 16 - Mitchell-Innes A., Young E., Vasiljevic A., Rashid M. (2014) Air travellers' awareness of the preventability of otic barotrauma. *J Laryngol Otol.* 128(6):494-8.
- 17 - Stangerup S.E., Tjernstrom O., Harcourt J., Klokke M., and Stokholm J. (1996) Barotitis in children after aviation; prevalence and treatment with Otovent. *J Laryngol Otol* 110: 625–628
- 18 - Stangerup S.E., Tjernström O., Harcourt J., Klokke M., Stokholm J. (1998) Barotrauma in children and adults after flying. Prevalence and treatment with Otovent. *Ugeskr Laeger.* 16;160(12):1794-6.
- 19 - Jumah M.D., Schlachta M., Hoelzl M., Werner A, Sedlmaier B. (2010) Pressure regulating ear plug testing in a pressure chamber. *Aviat Space Environ Med* 81(6):560–5.
- 20 - Sade J, Ar A, and Fuchs C. (2003) Barotrauma vis-a-vis the “chronic otitis media syndrome”: two conditions with middle ear gas deficiency. Is secretory otitis media a contraindication to air travel? *Ann Otol Rhinol Laryngol* 112(3): 230–5.
- 21 - Govindaraju R., Adaikappan M., Rajagopalan R. (2017) Baro-otologia Secondary to Cholesteatoma. *Aerosp Med Hum Perform.* 88(1):65-67
- 22 - Iannella G., Lucertini M., Pasquariello B., Manno A., Angeletti D., Re M., Magliulo G. (2017) Eustachian tube evaluation in aviators. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 274(1):101-108.

23 – Probst R., Grevers G., Iro H. (2006) *Basic Otorhinolaryngology. A Step-By-Step Learning Guide*. Thieme

24 - Lynch J.H., Deaton T.G. (2014) Barotrauma with extreme pressures in sport: from scuba to skydiving. *Curr Sports Med Rep*. 13(2):107-12.

25 - Gutovitz S., Weber K., Kaciuban S., Colern R., Papa L., Giordano P. (2008) Middle Ear Pressure and Symptoms After Skydiving. *Aviat Space Environ Med*. 79(5):533-6.

26 - Häusler R. (1995) Ski sickness. *Acta Otolaryngol*. 115(1):1-2.

27 - *Paraquedismo*. Acedido a 26-03-2017, em:

<http://www.geracaoaventura.com/atividades-ar-livre-radicaais/paraquedismo-porto-paredes-penafiel-marco-canaveses-pacos-ferreira.html>

28 - Glorioso J.E., Batts K.B., Ward W.S. (1999) Military free fall training injuries. *Mil. Med*. 164: 526–30.

29 - Westman A, Björnstig U. (2007) Injuries in Swedish skydiving. *Brit. J. Sports Med*. 41: 356–64., 4.

30 - Christey GR. (2005) Serious parasport injuries in Auckland, New Zealand. *Emerg. Med. Australasia*. 17: 163–6

Figura 1 - Probst R., Grevers G., Iro H. (2006) *Basic Otorhinolaryngology. A Step-By-Step Learning Guide*. Thieme

Figura 2 - *Measures to prevent Barotitis when flying. Symptoms and effects of Barotrauma*. Acedido a 26-03-2017, em:

[http://www.sanohra.com/fileadmin/user\\_upload/Barotitis-when-flying.pdf](http://www.sanohra.com/fileadmin/user_upload/Barotitis-when-flying.pdf)

Figura 3 - Iannella G., Lucertini M., Pasquariello B., Manno A., Angeletti D., Re M., Magliulo G. (2017) Eustachian tube evaluation in aviators. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 274(1):101-108.

Figura 4 – Acedido a 31-03-2017, em: <https://www.theitchlist.com/storiesofus/so-many-ways-to-fly-parasailing-vs-paragliding-vs-hang-gliding/>

Figura 5 – Acedido a 31-03-2017, em: <http://www.differencebetween.info/difference-between-parachuting-and-skydiving>