

Präventive Maßnahmen gegen Barotitis beim Fliegen

Zusammenfassung

Die Hälfte aller Passagiere, die eine Flugreise gemacht haben, kennen das unangenehme Druckgefühl oder den Schmerz im Ohr, der vor allem während des Landeanfluges entsteht. Meistens lassen sich die Beschwerden durch einen herbeigeführten Druckausgleich durch z.B. Gähnen oder Schlucken relativ schnell beheben.

Bei Kindern ist die Symptomatik oft schwerwiegender und der Druckausgleich nicht so einfach möglich. Bei einer Unfähigkeit, einen Druckausgleich herbei zu führen, entwickelt sich ein Barotrauma, welches mit den oben beschriebenen Symptomen beginnen kann. Der folgende Artikel erklärt, warum gerade Kinder vom Barotrauma des Ohres betroffen sind und zeigt einige Möglichkeiten der Prävention auf, die schwerwiegenden Auswirkungen des Barotraumas zu vermeiden.

Einleitung

Während der Start- und Landephase eines Flugzeugs ändert sich der Kabinendruck um ungefähr 0,2 bar. Während in der Startphase der Druck abnimmt und dies normalerweise durch eine passive Öffnung der Eustachischen Röhre zu einem Druckausgleich zwischen Nasenrachen und Mittelohr führt, muss der ansteigende Umgebungsdruck während der Landung aktiv durch den Passagier ausgeglichen werden. Dies geschieht unter physiologischen Bedingungen durch Schlucken, Gähnen oder andere aktive Druckausgleichsmanöver. Ist der Druckausgleich aus verschiedenen Gründen nicht möglich, kann sich ein Barotrauma entwickeln. Es ist die häufigste mit dem Fliegen assoziierte Erkrankung und tritt bei etwa 5% der erwachsenen Passagiere und 25% der fliegenden Kinder auf.

zeugs) zunimmt und bei einer Druckerhöhung (z.B. Landung eines Flugzeugs) abnimmt. Im Falle des Mittelohres ist eine Volumenänderung nur sehr eingeschränkt möglich.

Die Eustachische Röhre

Die Eustachische Röhre wurde erstmals von Bartolomeo Eustachi im 16. Jahrhundert beschrieben. Die Röhre ist ungefähr 35 mm lang und verläuft vom Mittelohr aus zur Kopfmittle hin nach unten in Richtung Nasenrachen. Es wird eine Pars ossea (knöcherner Anteil) im oberen von einer Pars cartilaginea (knorpeliger Anteil) im unteren Abschnitt der Eustachischen Röhre unterschieden [2].

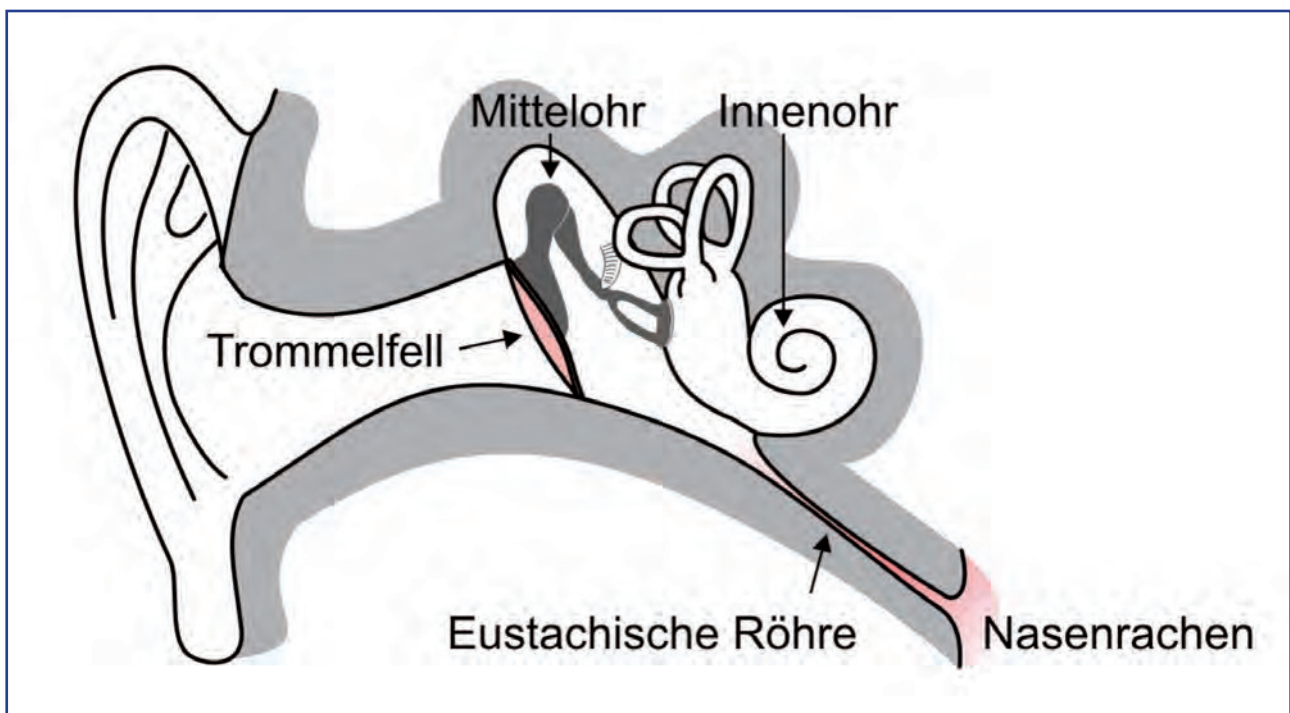


Abb. 1: Aufbau des Ohres (Copyright M. Bischoff, Charité Berlin)

Barotrauma

Das Wort ist zusammengesetzt aus dem Griechischen trauma (Wunde/ Verletzung) und baros (Schwere/ Gewicht). Der Begriff beinhaltet eine organotypische bzw. gewebetypische Verletzung von lufthaltigen, starrwandigen und mehr oder weniger flexiblen Körperhöhlen durch eine fehlende oder unzureichende Belüftung bei Änderung des Umgebungsdruckes und einen dadurch entstehenden Unterschied zwischen Innen- und Außendruck. Entsprechend dem Boyle-Mariott'schen Gesetz ist das Volumen luftgefüllter Hohlräume (wie z.B. des Mittelohres) umgekehrt proportional zum Druck. Das bedeutet, dass das Volumen bei einer Druckminderung (z.B. Startphase eines Flug-

Grad 0	Normal
Grad 1	Einziehung und teilweise Rötung des Trommelfells
Grad 2	Einziehung und vollständige Rötung des Trommelfells
Grad 3	Grad 2 und Flüssigkeit oder Blut hinter dem Trommelfell
Grad 4	Riss des Trommelfells

Tab. 1: Teed's Klassifikation des Mittelohr-Barotraumas (abgewandelt)

Die drei Funktionen der Eustachischen Röhre sind Schutz vor Keimen und Schall (Protektion), Abtransport von Sekret (Drainage) und die Belüftung (Ventilation) des Mittelohrs. An der aktiven Öffnung der Eustachischen Röhre sind verschiedene Muskeln beteiligt. Es handelt sich um ein komplexes Zusammenspiel der Rachenmuskulatur. Der wichtigste Öffner ist der Musculus tensor veli palatini.

Was passiert bei einem Ohr-Barotrauma?

Schnelle Veränderungen des Umgebungsdrucks können beim Menschen ein Barotrauma auslösen. Die Bezeichnung steht für Gesundheitsstörungen durch Unter- oder Überdruck in luftthaltigen Körperhöhlen durch schnellen Druckwechsel beim Tauchen oder Fliegen.

Das Mittelohr ist durch die anatomische Besonderheit der engen Eustachischen Röhre häufig bei Druckschwankungen betroffen.

Das Trommelfell schließt das Mittelohr zum Gehörgang hin ab, hier ist kein Druckausgleich möglich, dieser kann nur durch eine Öffnung der Eustachischen Röhre erfolgen.

Im Normalfall lässt sich der Druckunterschied zwischen Mittelohr und Umgebung wie oben beschrieben aktiv ausgleichen. Durch die Öffnung der Eustachischen Röhre kann der Druckausgleich zwischen Nasenrachen und Mittelohr stattfinden.

Bei einer Unfähigkeit, den Druck aktiv auszugleichen kann es zu einem Barotrauma des Mittelohrs kommen.

Dies äußert sich durch Schmerzen, Hörminderung und Übelkeit. Es kommt zu Trommelfelleinziehungen und sogar Einblutungen ins Mittelohr. In seltenen Fällen kann das Trommelfell einreißen und es kann zur Schwerhörigkeit führen.

Bei Kindern ist das Barotrauma sehr viel häufiger und sehr schmerzhaft und führt häufiger zu einem Trommelfellriss. Dies erklärt sich zumindest teilweise durch einen vom Erwachsenen unterschiedlichen Aufbau der Eustachischen Röhre. Der Knorpel ist bei Kindern elastischer, das bedeutet, dass eine Kontraktion der Tubenöffnermuskeln nicht unbedingt zu einer Öffnung der gesamten Eustachischen Röhre führt. Weiterhin weicht die anatomische Lage deutlich von der bei Erwachsenen ab, was die Öffnung und damit die Belüftung erschwert [3]. Die Eustachische Röhre ist bei Kindern kürzer, dadurch kommt es häufiger zu einem Aufstieg von (potenziell infektiösem) Sekret ins Mittelohr. Auch deshalb leiden Kinder sehr viel häufiger an Infektionen der oberen Atemwege was zu geschwollen Schleimhäuten im Nasen-Rachen-Bereich führt und den Druckausgleich zusätzlich erschwert bzw. unmöglich macht.

Für die Häufigkeit der spontanen Tubenöffnungen werden Werte von ein Mal pro 5 Minuten beim Säugling und ein Mal pro Minute beim Erwachsenen angegeben [4]. Zu beachten ist, dass diese Werte nur für den Wachzustand gelten, im Schlaf sind es deutlich weniger Öffnungen.

Druckdifferenzen beim Fliegen

Start:

Am Boden entspricht der Druck im Flugzeug dem Atmosphärendruck bei Normalnull (1013 hPa). Der Kabinendruck in einer modernen Passagiermaschine reduziert sich bis zum Erreichen der Reiseflughöhe um etwa $\frac{1}{4}$. Die Geschwindigkeit, mit der sich der Kabinendruck ändert, liegt im Steigflug bei etwa 18,3 hPa pro Minute [9].

Reiseflughöhe:

Die Reiseflughöhe von Linienmaschinen liegt bei ungefähr 10.000 m. Der Kabinendruck wird durch die Klimatechnik künst-

lich auf $\frac{3}{4}$ des Atmosphärendrucks, entsprechend ca. 750 hPa, gehalten. Man hat also in der Kabine das Gefühl, sich auf 2500 m zu befinden.

Landung:

Beim Verlassen der Reisehöhe wird der Kabinendruck mit einer Druckänderungsgeschwindigkeit von im Mittel 11 hPa pro Minute wieder auf den Atmosphärendruck erhöht [9]. Bei einigen Flugzeugen wie der Boeing 737 baut sich während des Sinkfluges relativ schnell auch ein höherer Druckunterschied auf. Damit besteht ein höheres Risiko ein Barotrauma zu erleiden als bei anderen Flugzeugtypen wie z.B. der Boeing 747, der DC-10 oder dem Airbus 310 [5].

Auswirkungen der Druckdifferenzen

Bei einem Ausbleiben des Druckausgleiches während der Landung kommt es zu einem Druckunterschied zwischen dem Kabinendruck und dem Mittelohrdruck. Dieser relative Unterdruck im Mittelohr kann folgende Auswirkungen haben:

6 hPa	Völlegefühl im Mittelohr und unangenehmes Druckgefühl
< 8 hPa	Verschluss der Eustachischen Röhre, Druckausgleich nur noch mit Anstrengung möglich, Empfindung von Schmerzen
> 8 hPa	Kein Druckausgleich mehr möglich, Empfindung starker Schmerzen
10–15 hPa	möglicher Riss des Trommelfelles mit Beendigung des Schmerzes, aber Verlust des Hörvermögens, häufig Schwindel und Erbrechen [6]

	Pascal (Pa)*	Bar (bar)	mm Quecksilber (mmHg)
1 Pa	1	0,00001	0,0075
1 bar	100000	1	10,075
1 mmHG	133	0,0013	1

Tab. 2: Umrechnung von Druckeinheiten

*Der mittlere Luftdruck der Atmosphäre auf Meereshöhe bzw. Standarddruck ist 101 325 Pascal = 1013,25 hPa = 101,325 kPa.

Möglichkeiten der Prävention

Da der Druckausgleich aktiv durch verschiedene Maßnahmen wie Gähnen, Kauen oder Schlucken herbei geführt werden kann, ist es vor allem in der Landephase möglich, dies durch z.B. das Kauen eines (zahnfreundlichen) Kaugummis und viel Trinken zu unterstützen. Kinder sollten wegen der im Schlaf erniedrigten Anzahl der spontanen Tubenöffnungen (s.o.) geweckt und wenn möglich gefüttert werden.

Sollte das nicht ausreichen, bietet es sich an, das so genannte Valsalva-Manöver mehrmals hintereinander durchzuführen. Hierbei verschließt man Mund und Nase und baut dann einen

Druck im Nasenrachen auf indem man gegen diesen Widerstand „ausatmet“. Leider ist es gerade kleinen Kindern oft noch unmöglich, dieses Verfahren zu verstehen und durchzuführen.

Wichtig ist es, die oben genannten Maßnahmen schon vor Auftreten der Beschwerden durchzuführen bzw. zu beginnen um den Aufbau eines großen Druckunterschieds zu vermeiden.

Bei Erkältungskrankheiten oder Allergien, die zu Schwellungen der Schleimhaut in der Nase und im Nasenrachen führen, ist anzuraten vor und während des Fluges viel zu trinken um die Durchblutung der Schleimhäute zu verbessern. Des Weiteren wird in diesem Fall oft die Verwendung von abschwellenden Nasentropfen (z.B. Oxymetazolin, Xylometazolin) empfohlen. Die Studienlage zeigt allerdings keine eindeutige Wirkung auf die Verhinderung eines Barotraumas [6,7,8].

Eine weitere, nicht-medikamentöse Hilfe verspricht ein speziell für Flugreisen entwickelter Ohrstöpsel mit eingebautem Druckminderer (SANOHRA fly®). Dieser verlangsamt die Geschwindigkeit der Druckänderung zwischen Umgebung und dem Bereich vor dem Trommelfell und erzeugt somit einen geringeren Druckgradienten. Somit bleibt der Eustachischen Röhre ausreichend Zeit für die Adaptation an die Druckunterschiede, insbesondere bei der Landung. Die Ohrstöpsel gibt es auch speziell für Kinder.

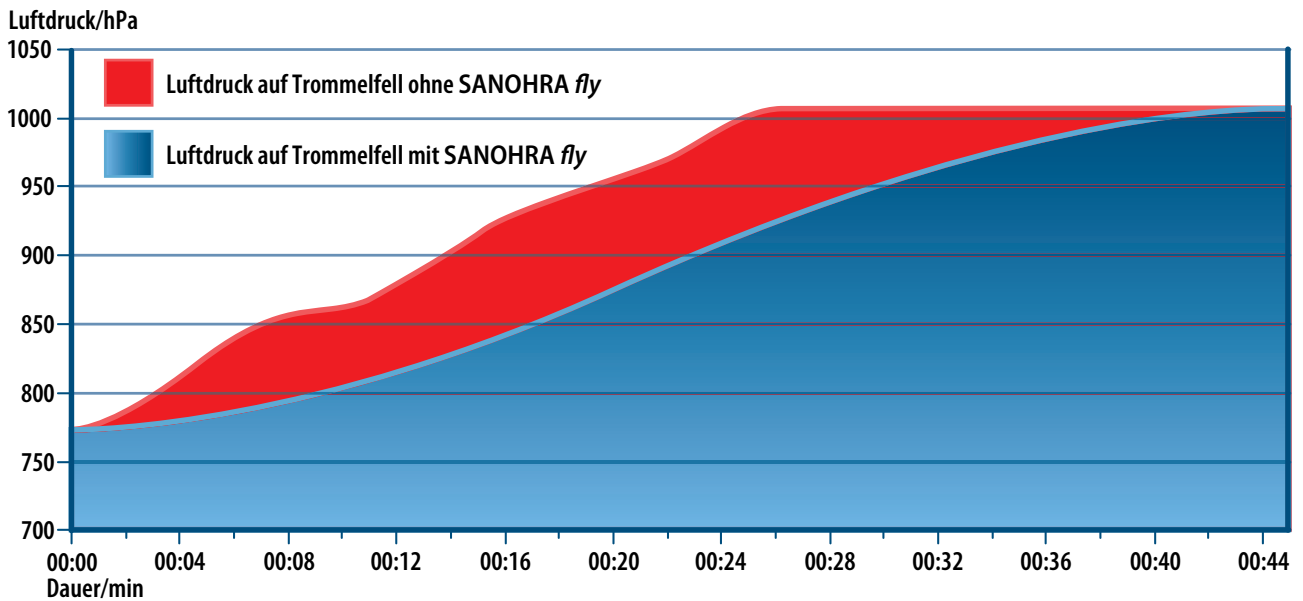


Abb. 2: Druckanstieg während der Landephase. Innerhalb von 25 Minuten wird in der Flugzeugkabine der Bodendruck erreicht, während die Ohrstöpsel diese Druckänderung auf 40 Minuten verzögern.



Der Druckminderer verlangsamt den Druckanstieg während der Landephase. In einer Messung in einem Passagierflugzeug dauerte die Druckänderung während des Landeanfluges 25 Minuten, innerhalb dieser Zeit erhöhte sich der Kabinendruck um etwa 250 hPa. Durch die Ohrstöpsel wurde die Zeit bis zum vollständigen Erreichen des am Boden herrschenden Drucks auf eine Dauer von 40 Minuten verlängert. Somit wurde dem Ohr mehr Zeit gegeben, den Druck auszugleichen.

Wissenschaftler an der Berliner Universitätsklinik Charité untersuchen Probanden mit bekannten Problemen beim Fliegen. Die Ärzte der HNO-Klinik am Campus Charité Mitte testen zur Zeit in einer systematischen prospektiven Studie die druckmindernden Ohrstöpsel SANOHRA fly®. Hierzu wird in einer Druckkammer ein Landeanflug simuliert (Druckdifferenz 0,1 bar, Druckänderungsrate 0,05 bar pro Minute).

Die Untersuchung soll zeigen, ob es zu einer Änderung des subjektiven Befindens der Probanden mit und ohne Ohrstöpsel kommt und ob sich die Zahl der geglückten Druckausgleichsmanöver bei Verwendung der Ohrstöpsel erhöht.

Die Zwischenergebnisse zeigten in allen Fällen eine Verzögerung des Druckverlaufs. In den wissenschaftlichen Versuchen wurde der Druck in der Testkammer innerhalb von 2 Minuten auf den Normaldruck erhöht. Durch den Filter wurde diese Druckänderung auf $9,28 \pm 0,87$ Minuten verzögert. Hier ist die geringe Abweichung mit der der Filter den Druckverlauf beeinflusst zu bemerken, dies spricht laut dem Hersteller für die hohe fertigungstechnische Qualität der Druckminderer.

Das subjektive Befinden der Probanden, angegeben auf der VAS-Skala (Visuelle Analog Skala), war unter Einsatz der Ohrstöpsel signifikant angenehmer. Diese Zwischenauswertung der Ergebnisse der Charité bestätigt damit, dass durch SANOHRA fly® der Druck vor dem Trommelfell langsamer zunimmt und dies zum Wohlbefinden bei Druckänderungen beitragen kann.

In der Studie unterschied sich die Anzahl der Druckausgleichsmanöver mit und ohne Verwendung der Ohrstöpsel nicht signifikant. Die Wissenschaftler sehen damit eine Bestätigung der Theorie, dass Drucksensoren im Bereich des Nasenrachens einen adäquaten Reiz für die Trommelfellauslenkung geben.

Fazit

Kinder reagieren aufgrund der anatomischen Besonderheiten der Eustachischen Röhre und gehäufte Infekte der oberen Atemwege besonders empfindlich auf Druckdifferenzen während des Fliegens. Aber auch viele Erwachsene haben mit diesem Problem zu kämpfen. Präventive Maßnahmen sind, neben den aktiven Ausgleichsmanövern wie Kauen und Schlucken, häufiges Trinken und schleimhautabschwellende Nasentropfen bei Infektionen. Als effektiv haben sich Ohrstöpsel erwiesen, die Druckveränderungen besser regulieren und dadurch der Eustachischen Röhre mehr Zeit geben, den Druck auszugleichen.

Literatur

- [1] Stangerup SE, Tjernstrom O, Harcourt J, Klokke M, Stokholm J. Barotitis in children after aviation; prevalence and treatment with Otovent. J Laryngol Otol 1996;110:625-628
- [2] Pahnke J. Morphologie, Funktion und Klinik der Tuba Eustachii. Laryngo-Rhino-Otol 2000; 79 Supplement 2: S 1-S 21
- [3] C.D. Bluestone, Pathogenesis of otitis media: role of eustachian tube, Pediatr. Infect. Dis. J. 15 (1996) 281-291.
- [4] Magnuson B, Falk B. Diagnosis and management of eustachian tube malfunction. Otolaryngol Clin North Am 1984;17:659-671
- [5] Held,K. Barotrauma im Flugzeug. Flug-und Reisemedizin 2006; 2-8
- [6] Mirza,S.; Richardson,H. Otic barotraumas from air travel Journal of Laryngology and Otology 2005;119(5):366-370
- [7] van Herbeek, N.; Koen,J.; Ingels,O; Zielhuis,A. No effect of a nasal Decongestant on Eustachian Tube function in children with Ventilation Tubes. Laryngoscope 2002; 112: 1115-1118
- [8] Jensen JH.; Leth,N.; Bonding,P. Topical application of decongestant in dysfunction of the Eustachyan tube:A randomised, double-blind, placebo-controlled trial. Clin Otolaryngology 1990,15:197-201
- [9] Schmitz,G. Klimatisieren von Flugzeugkabinen; Technische Universität Hamburg-Harburg 15.01.2004

Angenehmen Flug wünscht Ihnen

SANOHRA Fly

- ✓ Gegen Ohrenschmerzen beim Fliegen
- ✓ Schützt die Ohren vor Druckveränderungen
- ✓ Leicht einsetzbar und angenehm zu tragen

Weitere Informationen unter www.sanohra.de • Kontakt unter info@sanohra.de