

Der Kardiologe

Organ der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V.
hervorgegangen aus Clinical Research in Cardiology Supplements

Elektronischer Sonderdruck für

A. Gabel

Ein Service von Springer Medizin

zur nichtkommerziellen Nutzung auf der
privaten Homepage und Institutssite des Autors

Kardiologe 2010 · 4:249–266 · DOI 10.1007/s12181-010-0257-3

© Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V. Published by Springer Medizin Verlag - all rights reserved 2010

A. Gabel

Kardiologische Notfälle an Bord von Verkehrsflugzeugen

Kardiologie 2010 · 4:249–266
 DOI 10.1007/s12181-010-0257-3
 Online publiziert: 13. Mai 2010
 © Deutsche Gesellschaft für Kardiologie -
 Herz- und Kreislaufforschung e.V.
 Published by Springer Medizin Verlag -
 all rights reserved 2010



Punkten Sie online auf
CME.springer.de

Teilnahmemöglichkeiten

- kostenfrei im Rahmen des jeweiligen Zeitschriftenabonnements
- individuelle Teilnahme durch den Erwerb von CME-Tickets auf CME.springer.de

Zertifizierung

Diese Fortbildungseinheit wurde in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie erstellt und ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig. Das Fortbildungsangebot ist auch über www.dgk.org/cme erreichbar.

Hinweis für Leser aus Österreich

Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die auf CME.springer.de erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

Kontakt und weitere Informationen

Springer-Verlag GmbH
 Fachzeitschriften Medizin / Psychologie
 CME-Helpdesk, Tiergartenstraße 17
 69121 Heidelberg
 E-Mail: cme@springer.com
CME.springer.de

A. Gabel

Innere Medizin, Kardiologie, Arbeitsmedizin, Flugmedizin und Notfallmedizin, Karlsruhe

Kardiologische Notfälle an Bord von Verkehrsflugzeugen

Zusammenfassung

Medizinische Notfälle an Bord von Verkehrsflugzeugen nehmen in Anbetracht jährlich wachsender Passagierzahlen, steigenden Durchschnittsalters der Reisenden und Entwicklung von Flugzeugen der Superlative an Bedeutung zu. Die Zahl medizinischer Zwischenfälle im Flugbetrieb kommerzieller Fluggesellschaften lassen sich mangels systematischer Studien kaum verlässlich beziffern, im Allgemeinen ist von etwa 0,25–1 IMEs („in-flight emergencies“) pro 10.000 beförderten Passagieren auszugehen. Die Mehrzahl der Zwischenfälle ist vergleichsweise harmloser Natur, eine mögliche Vitalgefährdung besteht in etwa 10% der Fälle. Die überwiegende Zahl der IMEs wird durch synkopale Zustände verursacht, in 6% findet sich ein kardiologisches Krankheitsbild im engeren Sinne. Zum besseren Verständnis der pathophysiologischen Grundlagen und hieran adaptierter Behandlungsstrategien werden im Beitrag höhenphysiologische, organisatorische und gesetzliche Rahmenbedingungen der Notfallhilfe an Bord dargestellt, organisatorische Präventionsmaßnahmen und Notfallausrüstung geeigneter Fluggesellschaften erläutert und hieraus optimale Behandlungsstrategien zu ausgewählten kardiologischen Krankheitsbildern abgeleitet.

Schlüsselwörter

Medizinische Notfälle an Bord (IME) · Hypobare Hypoxie · Druckkabine · Notfallausrüstung an Bord · Verkehrsflugzeug

Cardiological emergencies aboard commercial aircraft

Abstract

The incidence of in-flight medical emergencies (IMEs) on board commercial aircraft is increasing annually due to the rising numbers of passengers, increasing average age, and development of ultra-high capacity aircraft. Since systematic studies are not available, the number of IMEs in commercial air traffic is difficult to estimate. In general one should expect 0.25–1 IMEs per 10,000 passengers transported. The majority of events turn out to be of a relatively harmless nature. A possible life-threatening situation may be present in 10% of cases. The vast majority of IMEs consists of syncopal episodes while a true cardiologic condition is found in 6% of cases. For enhanced understanding of the pathophysiologic fundamentals and adapted strategies for treatment in the aviation setting, this article describes the determining factors of altitude physiology, organizational and legal circumstances of in-flight medical response, organizational preventive measures, as well as appropriate medical emergency equipment of selected airlines. This information may be used to develop optimal strategies for treatment of selected cardiologic conditions in airliners.

Keywords

In-flight medical emergencies (IME) · Hypobaric hypoxia · Pressurized cabin · On board emergency equipment · Commercial aircraft

Medizinische Notfälle an Bord von Verkehrsflugzeugen nehmen an Bedeutung zu. Ein Notfallgeschehen an Bord bedeutet stets eine große Herausforderung für alle Beteiligten. Nach Durcharbeitung des Beitrags sind höhenphysiologische, organisatorische und gesetzliche Rahmenbedingungen der Notfallhilfe an Bord sowie organisatorische Präventionsmaßnahmen und Notfallausrüstung von Fluggesellschaften bekannt, sodass die unter den besonderen Umständen geeigneten Behandlungsstrategien entwickelt werden können.

Ist ein Arzt an Bord?

„Entschuldigen Sie, Herr Professor L, mein Name ist Uli Becker, ich bin der zuständige Purser in der Kabine. Ich hoffe, Sie haben einen angenehmen Flug? Ich störe Sie nur ungern. Sie sind doch Kardiologe, nicht wahr? Dürfte ich Sie kurz um Ihre Unterstützung bitten, wir haben einen akuten Notfall in der Reihe 45. Ein Mann mittleren Alters, er war ganz blass, ist kollabiert. Sein Puls rast und ist nur noch schwach zu tasten, die Haut aschfahl und kaltschweißig. Sein Nachbar sagt, er habe noch gestöhnt und sich mit schmerzverzerrtem Gesicht an die Brust gefasst. Meine Kolleginnen Gabi und Ulla haben schon Sauerstoff, den AED sowie den „doctors kit“ zu Ihrer Verfügung bereitgestellt. Die Flugzeit zum nächsten Ausweichflughafen beträgt nur noch 4 Stunden. Wir brauchen dringend Ihre Hilfe!

Mors ante portas! Itaque medicus ex machina, expertus corda curandi, stante pede clamat: „Venio, video, vinco mortem!“ Selbstverständlich helfe ich, und sei es am Ende der Welt!

Ruhig – professionell – dezent. Während 360 andere Passagiere ungestört auf diesem Nachtflug weiterschlafen, wickelt ein Team aus den bestverfügbaren Profis einen Notfall ab, der für den Betroffenen ein lebensbedrohliches Drama darstellt, für seine Mitreisenden jedoch weitgehend unbemerkt bleiben kann. In etwa 81–92% aller Ausrufe „Ist ein Arzt an Bord“ findet sich ein zur Notfallhilfe bereiter Kollege unter den Fluggästen [22]. Diese ungeheuer wichtige Ressource gilt es, dem Notfallpatienten zugänglich zu machen, um in der verzweifelt Situation einer „medical emergency“ weitab klinischer Versorgungsstrukturen die bestmögliche Hilfe zu leisten.

Purser Uli hat viel Glück gehabt. Er kann bei diesem Flug auf ärztliche Unterstützung von Weltklasse zurückgreifen. Aber woher wusste er, dass der bekannte Professor L heute in der First Class auf Platz 3C reisen würde und von seiner Fachausbildung Kardiologe ist? Ein neuartiges Informationssystem hat ihm diese Information und Herrn Professor L im Gegenzug eine Meilengutschrift als kleines Dankeschön beschert. Den Mitreisenden hat es die Nachtruhe bewahrt und das unangenehme Erlebnis eines bedrohlichen Ereignisses in unmittelbarer Nähe erspart. Und Patient K braucht nicht das Gefühl zu haben, dass sich jetzt alle 360 Augenpaare auf ihn richten, wenn die Ansage über den Lautsprecher tönt: „Ist ein Arzt an Bord ...“. „Privacy“ und professionelle Hilfe sind das, was sich jeder Patient in einer verzweifelt Lage am vordringlichsten wünscht.

Miles and More bietet die Grundlage eines Buchungssystems, mit welchem sich Ärzte nach erfolgter Registrierung mittels Facharzturkunde nebst Approbation und Freischaltung ihres Status weltweit bei Lufthansaflügen einbuchen können. Sie erscheinen dann – für das Flugpersonal leicht erkennbar – als Arzt mit Fachbezeichnung auf der Passagierliste und können im unvorhergesehenen Notfall gezielt und rasch angesprochen werden. Zur zweckdienlichen fachlichen Eingruppierung wurden die Kategorien Allgemeinmedizin (Medical Doctor General Practitioner MDG), Internist/Kardiologie (MDI), Anästhesiologie (MDA), Psychologie/Neurologie (MDP), Gynäkologie und Geburtshilfe (MDF) und die allgemeine Sparte „sonstige Fachrichtungen“ (MDO) eingerichtet (■ **Infobox 1**). Das System wurde nach seiner Einführung durch Professor Stüben, Leiter des Medizinischen Dienstes, anlässlich des Lufthansa Vertragsärztekongresses 2008 in Wiesbaden der Fachwelt als Novum im kommerziellen Weltluftverkehr vorgestellt.

Infobox 1 Fachliche Eingruppierung der mitreisenden Ärzte

Die 6 verschiedenen Facharztkategorien, wie sie bei Teilnahme am Programm „Ärzte an Bord“ im sog. 3-Letter-Code auf der „PIL“ („passenger information list“) als Orientierungshilfe für das Cockpit- und Kabinenpersonal erscheinen:

MDA: Medical Doctor Anaesthesist
MDF: Medical Doctor Female/Birth
MDG: Medical Doctor General Practitioner
MDI: Medical Doctor Internal Medicine/
Cardiology
MDP: Medical Doctor Psychiatrist/
Neurologist
MDO: Medical Doctor Others/sonstige
Fachrichtungen

In etwa 81–92% aller Ausrufe „Ist ein Arzt an Bord?“ findet sich ein zur Notfallhilfe bereiter Kollege unter den Fluggästen

Abb. 1 ► Die Zukunft kommt um die Ecke gerollt. Die Einführung der A 380 bedeutet einen neuerlichen Quantensprung in der Verkehrsluftfahrt. Mit ca. 550 Fluggastsitzen (bis zu 800 in der reinen Economy-Variante) kann sich das statistische Risiko für einen medizinischen Zwischenfall an Bord gegenüber herkömmlichen Langstreckenflugzeugen wie der B 747 verdoppeln. (Bild: Lufthansa Bildarchiv, mit freundl. Genehmigung FRA CI/I)



Die Registrierung steht allen Ärzten über die Homepage <http://www.lufthansa.com> (Reiter „Info & Service“, Untermenü „Wohlfühlen an Bord“, Hotlink „Ärzte an Bord“) offen. Die bisweilen geäußerte Besorgnis, hierdurch unentgeltlich zu einer Art „Bereitschaftsdienst“¹ herangezogen zu werden, kann de jure und de facto nicht bestätigt werden: Eine notfallmedizinische Hilfeleistung, zu welcher der anwesende Arzt an Bord eines deutschen Luftfahrzeuges ohnehin nach § 323c StGB (unterlassene Hilfeleistung) verpflichtet wäre, wird durch die Registrierung in einem Programm nicht zu einem vorhersehbaren Ereignis: Nach einer systematischen Erhebung der ► **ASMA (Aerospace Medical Association)** unter flugmedizinisch ausgebildeten Ärzten in den USA gaben von 800 Ärzten zwei Drittel an, bereits einmal an Bord Erste Hilfe geleistet zu haben. Im Mittel errechnete sich hieraus eine Lebenszeitprävalenz ärztlicher Inanspruchnahme während eines Fluges von 1,9 Fällen im gesamten Leben eines hilfsbereiten Arztes [29]. In Anbetracht dieser Zahlen wird man schwerlich von einem Bereitschaftsdienst sprechen können (► **Abb. 1**).

Die Idee zum Programm „Ärzte an Bord“ – eine „einfache“ organisatorische Maßnahme könnte man meinen – ist in der Umsetzung im weltweiten Netzwerk mit über 200 Destinationen und der Überschneidung zahlreicher Buchungssysteme jedoch technisch hoch komplex. In der Notfallmedizin sind es häufig die „einfachen“ organisatorischen Maßnahmen, die über Geschwindigkeit und Effizienz einer Hilfeleistung entscheiden. Dies gilt ganz besonders unter den Bedingungen des internationalen Luftverkehrs.

Pathophysiologische Einflussfaktoren

Ein Notfallgeschehen an Bord bedeutet stets eine große Herausforderung für alle Beteiligten. Laienhelfer wie Professionals sind unvorbereitet mit einer neuartigen Situation konfrontiert, deren Rahmenbedingungen sie in der Regel nicht kennen. Flugbegleiter werden zwar regelmäßig in Erster Hilfe und Herz-Lungen-Wiederbelebung geschult, es fehlt ihnen jedoch zumeist die praktische Erfahrung im Umgang mit den einzelnen Krankheitsbildern. Anders als im bodengebundenen Rettungsdienst oder ärztlichen Notfalldienst sind den hilfsbereiten Ärzten Ausrüstung und Versorgungsmöglichkeiten nicht hinreichend vertraut, sie benötigen diesbezüglich bestmögliche Unterstützung durch das Flugbegleitpersonal.

Rahmenbedingungen

Neben organisatorischen Einschränkungen treten an Bord eines Verkehrsflugzeuges kennzeichnende physiologische Erschwernisse bei einer Notfallversorgung hinzu. Vibration und Lärm können das Stethoskop als gewohntes Hilfsmittel völlig unbrauchbar machen. Turbulenzen und Bewegung im dreidimensionalen Raum stellen mitunter besondere Anforderungen an Technik und Si-

► Aerospace Medical Association

Flugbegleitern fehlt zumeist die praktische Erfahrung im Umgang mit den Krankheitsbildern

Lärm, Vibration und räumliche Enge erschweren das notärztliche Handeln

¹ Nach der Auffassung des Bundesarbeitsgerichtes ist unter Bereitschaftsdienst die Zeitspanne zu verstehen, während der ein Arbeitnehmer – ohne dass er unmittelbar am Arbeitsplatz anwesend sein müsste – sich für Zwecke des Betriebes an einer vom Arbeitgeber bestimmten Stelle innerhalb oder außerhalb des Betriebes aufzuhalten hat, damit er erforderlichenfalls seine volle Arbeitstätigkeit sofort oder zeitnah aufnehmen kann (Bundesarbeitsgericht, Beschluss vom 18.02.2003, Az 1 ABR 2/02).

cherheit selbst einer einfachen Venenpunktion. Räumliche Enge und begrenzter Arbeitsraum stellen höchste Anforderungen an ein strukturiertes Vorgehen und Planung der Primärversorgung.

Respiratorische Situation

Von besonderer Bedeutung für das pathophysiologische Verständnis einer Notfallversorgung im Flug ist jedoch die respiratorische Situation des Patienten. Sie ist gekennzeichnet durch eine erhebliche Reduktion des Sauerstoffpartialdrucks und der Sauerstoffsättigung im Vergleich zum Meeresniveau. Höhenphysiologisch spricht man von einer hypobaren (oder hypoxischen) Hypoxie.

In der freien Atmosphäre kommt es nach der **▶ barometrischen Höhenformel** $P(h) = P_0 \cdot e^{-h/H}$ [$P(h)$: barometrischer Luftdruck in der Höhe h ; P_0 : barometrischer Luftdruck in der Bezugshöhe H] zu einem exponentiellen Abfall des Umgebungsluftdruckes mit zunehmender Höhe h . Folge der physikalischen Gesetzmäßigkeit ist eine Halbierung des Umgebungsluftdruckes etwa alle 5500 m, sodass in 11.000 Höhenmetern, einer typischen operativen Flughöhe, nur noch ein Viertel des Bodenluftdruckes in der Umgebungsluft zur Verfügung steht. Beträgt beispielsweise der Luftdruck in Meereshöhe nach der international genormten Standardatmosphäre 1013,2 hPa (ca. 760 mmHg), so stehen demzufolge in 11 km Flughöhe nur noch 253 hPa (190 mmHg) barometrischer Gesamtluftdruck zur Verfügung [7, 40].

Als atmungsphysiologischer Kennwert wird jedoch nicht der Gesamtluftdruck, sondern der Sauerstoffpartialdruck des alveolären Atemgases wirksam. Nach dem **▶ Gesetz von Dalton** errechnet sich der Gesamtdruck $P_{ges.}$ eines Gasgemisches aus der Summe der Partialdrucke seiner Komponenten ($P_{ges.} = P_1 + P_2 + \dots + P_n$). Die Partialdrucke wiederum ergeben sich aus dem fraktionellen Volumenanteil f der Gaskomponente am Gesamtvolumen. Die Dalton-Formel lässt sich somit in folgender Form beschreiben: $P_{ges.} = P_{ges.} \cdot f_1 + P_{ges.} \cdot f_2 + \dots + P_{ges.} \cdot f_n = P_{ges.} \cdot (f_1 + f_2 + \dots + f_n)$.

Überträgt man diese Verhältnisse auf die atmosphärische Luft, so ist der Sauerstoffpartialdruck der Umgebungsluft in 11 km Höhe auf $0,21 \cdot 190$ mmHg, also nur noch 40 mmHg, abgesunken. Auf den Zwischenschritten der äußeren und inneren Atmung verschlechtern weitere physikalische Effekte die Bilanz zuungunsten des O_2 -Partialdruckes, sodass in dieser Höhe kein Überleben für den ungeschützten Säugetierorganismus möglich wäre (**■ Abb. 2**).

Druckkabine in der Verkehrsfluffahrt

Die Geschichte der Luftfahrt war wesentlich von der technischen Überwindung dieser flugphysiologischen Limitierung mitbestimmt. Erste Entwürfe zu einer Druckkabine stammen von Hermann von Schrötter, der im Jahr 1903 auf der 232. Versammlung des Berliner Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt einen „hermetisch geschlossenen Korb mit erhöhter Sauerstoffspannung“ für Ballonfahrten über 10.000 m Höhe vorschlug. Am 27.05.1931 gelang Auguste Piccard die Umsetzung des ersten Höhenaufstiegs in einer gasballongetragenen Druckkabine bis zu einer Rekordhöhe von 15.781 m. Als erstes militärisches Höhenforschungsflugzeug erreichte die Junkers Ju 49 1931 etwa 13.000 m Flughöhe. Mit dem Jungfernflug des ersten Passagier-Serienflugzeuges mit Druckkabine, der Boeing B-307 Stratoliner, am 31.12.1938 hielt die Druckkabine endgültig Einzug in die moderne Verkehrsfluffahrt. Jetzt war es möglich geworden, Schlechtwettergebiete zu „überfliegen“. In Deutschland unternimmt die frisch gegründete Deutsche Lufthansa AG am 08.06.1955 mit der Lockheed Super Constellation ihren ersten Transatlantikflug ([39]; **■ Abb. 3**). Musste die Druckkabine bei diesem Flugzeugtyp noch durch den Flugingenieur manuell „gefahren“ werden, so geschieht die Steuerung heute vollautomatisch [37]. Hierbei werden Steigraten von 500 ft/min und Sinkraten von 350 ft/min eingehalten, um die Gefahr von Druckausgleichserkrankungen zu minimieren.

Ständige technische Weiterentwicklungen haben zu dem heute selbstverständlichen Komfort- und Sicherheitsniveau an Bord geführt. Dabei hat die gesetzliche Regulierung FAR/JAR § 25.841 für alle Fluggesellschaften verbindlich das **▶ minimale Kabinendruckniveau** auf eine Äquivalenzhöhe von 8000 ft (ca. 2438 m) begrenzt. In dieser Höhe sind die Gasdruckwerte rechnerisch um ca. ein Viertel der Werte auf Meereshöhe reduziert. Der Gesamtluftdruck beträgt 565 mmHg, der arterielle pO_2 zwischen 55 und 70 mmHg, die Sauerstoffsättigung ca. 90% [1]. Der Gesunde ist hierdurch physiologisch nicht beeinträchtigt. Der chronisch Kranke allerdings kann mitunter in eine gesundheitsbedrohliche Situation geraten, insbesondere wenn individuelle Begleitfaktoren (z. B. pulmonale Gasaustauschstörungen, Anämie, vorangegangenes Tabakrauchen) Atmung und Sauerstofftransport zu-

▶ Barometrische Höhenformel

▶ Gesetz von Dalton

Die 80 Jahre alte Erfindung der Druckkabine hat das heutige Erscheinungsbild der Verkehrsfluffahrt entscheidend geprägt

▶ Minimales Kabinendruckniveau

Trotz Druckkabine sind alveolärer und arterieller Sauerstoffpartialdruck um ca. ein Viertel reduziert

Zone	Höhe (m)	SO ₂ (%) p _a O ₂ (mmHg)	Symptome
Todeszone	>14000		Überleben nur mit 100% Sauerstoffatmung und Überdruck
Kritische Zone	Bis 7000–9000	60–70% 35 mmHg	Schnell eintretender Verlust jeglicher Leistungsfähigkeit Kreislaufversagen, ZNS-Versagen, Krämpfe, kardiovaskulärer Kollaps, Tod
Zone der unvollständigen Kompensation	Bis 6000–7000	70–65% 35 mmHg	Teils erhebliche vegetative, psychische und motorische Symptome in Ruhe Beeinträchtigung von Handschrift und Flugkontrolle, Sprechvermögen und Koordination
Zone der vollständigen Kompensation	Bis 4000–4500	87–80% 45 mmHg	Anstieg von HF und AZV in Ruhe Ausdauerleistungsfähigkeit um 25% reduziert Schläfrigkeit, Urteilschwäche, Koordinationseinschränkung, Leistungsminderung
Indifferenzzone	Bis 2000–3000	90–96% 60 mmHg	Nur minimale Anpassung von Kreislauf und Atmung. Volle Leistungsfähigkeit Einschränkung Nachtsehfähigkeit ab 1500 m möglich

Abb. 2 ▲ Höhenphysiologische Zoneneinteilung nach kennzeichnenden Sauerstoffmangelsymptomen. Symptomatologie bei ungeschützter Höhenexposition ohne Inanspruchnahme einer Druckkabine



Abb. 3 ► Lockheed L 1049 G „Super Constellation“ im Einsatz der Lufthansa von 1955–1967 (a). Erste Klasse „Senator-Service“, Einführung bei Lufthansa im November 1958 (b). Für die heute selbstverständlichen Annehmlichkeiten im Luftreiseverkehr war die Einführung der Druckkabine eine unabdingbare Voraussetzung. (Bilder: Lufthansa Bildarchiv, mit freundl. Genehmigung FRA CI/I)

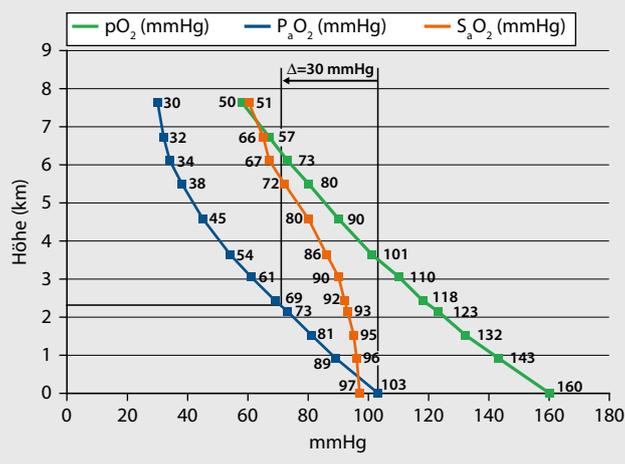


Abb. 4 ◀ Abnahme des Sauerstoffpartialdruckes um 30 mmHg beim Gesunden auf dem minimal zulässigen Kabinendruckniveau (Äquivalent 2438 m Höhe) gegenüber Meereshöhe. Höhenphysiologisch entspricht dies noch der sog. „Indifferenzzone“, in welcher der Gesunde keine Sauerstoffmanglerscheinung erleidet und nur geringe kardiopulmonale Anpassungsvorgänge stattfinden. Der chronisch Kranke allerdings profitiert mitunter erheblich von einer Sauerstoffinsufflation zur Anhebung von FiO₂ und p_aO₂. (Bild: nach Taschenbuch Flugmedizin [11], mit freundl. Genehmigung)

Eine frühzeitige Sauerstoffgabe als Insufflation über Nasenbrille oder Maske ist bei Beschwerden wichtig

Das Herz-Kreislauf-System zeigt sich von der hypobaren Hypoxie weitgehend unbeeindruckt

Die Mehrbelastung des Herzens erreicht selten krankheitsrelevante Ausmaße

Die Gesamtzahl sog. IMEs wird mit 0,25–1 IMEs pro 10.000 beförderten Passagieren angegeben

sätzlich kompromittieren und die Atemgasbilanz weiter verschlechtern. Bei der Mehrzahl der Kurzstreckenflüge wird die maximal zulässige Druckhöhe von 2438 m nicht vollständig erreicht, sondern liegt in einem Höhenbereich zwischen 1524 und 2438 m ([1, 17, 35]; **Abb. 4**).

Noch bedeutsamer als in der bodengebundenen Notfallmedizin ist deshalb eine frühzeitige Sauerstoffgabe als Insufflation über Nasenbrille oder besser Maske. Hierdurch lässt sich der fraktionelle Anteil des Sauerstoffs im inspiratorischen Atemgasgemisch von 21 bis auf 60% anheben. Obgleich der Sauerstoffpartialdruck aufgrund des Abfalles des Gesamtluftdruckes einen Verlust um ca. ein Viertel gegenüber Meeresebene erleidet, lässt sich durch diese einfache Maßnahme der fraktionellen Verdreifachung des O₂-Druckanteiles der Partialdruckverlust mehr als kompensieren [11].

Wirkungen der hypobaren Hypoxie auf das Herz-Kreislauf-System

Die physiologischen Auswirkungen der sog. „hypobaren Hypoxie“ betreffen v. a. die Atmung und entwickeln ihre schwersten Folgen bei chronischen respiratorischen Erkrankungen. Demgegenüber sind die Folgen für das Herz-Kreislauf-System im Allgemeinen wesentlich geringer ausgeprägt.

Zielgröße der Kreislauffähigkeit ist ein adäquater molarer Sauerstofftransport nach den metabolischen Erfordernissen der Endorgane. Tritt beispielsweise bis zu einer Höhe von 6000 m ein Abfall der arteriellen Sauerstoffsättigung S_aO₂ von 98 auf 67% ein, so entspricht dies einer Reduktion des zirkulatorischen O₂-Flusses im großen Kreislauf von 32%. Gleichzeitig findet sich eine Zunahme der Herzfrequenz und damit des Herzminutenvolumens um einen identischen Prozentsatz, nämlich im Mittel von 72 auf 90 bpm. Bei gleichbleibendem Schlagvolumen halten sich hypoxiebedingter Verlust der Transportkapazität und Kompensation durch Herzfrequenzanstieg die Waage.

Durch den S-förmigen Verlauf der Sauerstoffbindungskurve kommt es auf Kabinendruckniveau nur zu einem sehr geringen Sättigungsverlust des Hämoglobins um etwa 4%. Die kompensatorische Mehrarbeit des Herzens ist kaum spür- oder messbar (rechnerisch Herzfrequenzanstieg um ca. 2 Schläge pro Minute), sodass die Mehrbelastung des Herzens selten krankheitsrelevante Ausmaße erreicht [8]. Die vergleichsweise geringe Mehrbelastung des Herz-Kreislauf-Systems durch flughysiologische Einflussgrößen spiegelt sich im geringen Anteil kardialer Notfälle (ca. 6%) am Gesamtnotfallgeschehen an Bord wider (s. unten).

Häufigkeit und Art medizinischer Notfälle

Literaturangaben zur Häufigkeit medizinischer Zwischenfälle an Bord sind mit erheblichen Variationen behaftet. Die Schwankungsbreite kann mitunter ganze Größenordnungen betragen. Dies hängt mathematisch mit der relativen Seltenheit eines Indexereignisses vor dem Hintergrund Milliarden zählender ereignisfrei beförderter Passagiermeilen zusammen. Andere methodische Gründe liegen in einer restriktiven Mitteilungsbereitschaft der meisten Fluggesellschaften, vernachlässigter Datenerhebung bei fehlender gesetzlicher Verpflichtung und mangelhafter internationaler Standardisierung der interessierenden Kennzahlen. Die Gesamtzahl sog. „in-flight medical and surgical emergencies“ (IMEs) wird im Allgemeinen mit 0,25–1 IMEs pro 10.000 beförderten Passagieren angegeben [21, 28,

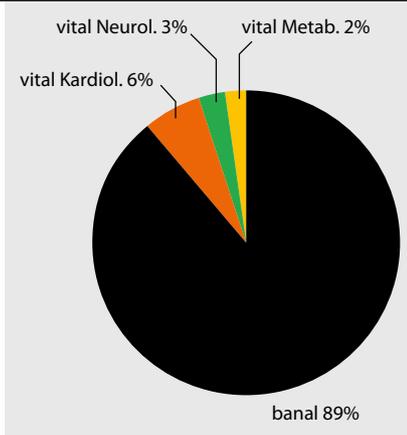


Abb. 5 ▲ Anteil vital bedrohlicher Krankheitsbilder an der Gesamtheit der IMEs. Analyse von 8494 Ereignissen zwischen den Jahren 2000–2007. (Adaptiert nach [12]. Deutsche Lufthansa AG)

30]. Ältere Publikationen berichten über eine Schwankungsbreite von 8/Mio. [9] bis 48/Mio. [4, 16, 34], entsprechend 0,08–0,48 pro 10.000 Passagiere. Bereits aus dieser Diskrepanz wird die Problematik unterschiedlicher Bezugsgrößen, fehlender Klassifikation von Notfallart oder -schwere und fehlender Angabe der Grundgesamtheit (Anzahl der ereignisfrei beförderten Passagiere) deutlich. Vergleichbare Zahlen unterschiedlicher Airlines ließen sich nur bei Berücksichtigung der jeweiligen Beförderungsleistung, der Streckenprofile und der Altersverteilung ihrer Kunden gewinnen. Als Maßzahl für das „Beförderungsvolumen“ dient das Produkt aus Anzahl der sog. „Zahlgäste“ und zurückgelegter Flugkilometer („revenue passenger kilometers“, RPK). Unter Standardisierung auf diese Bezugsgröße fanden Sand et al. bei dem Versuch einer Analyse des Notfallgeschehens im europäischen Luftverkehr eine Rate von $14 \pm 2,3$ (10,8–16,6) IMEs pro Milliarde RPK. Von den angefragten 32 europäischen Luftverkehrsgesellschaften wa-

ren allerdings nur 4 überhaupt über das Notfallgeschehen an Bord ihrer Flotte statistisch orientiert. Lediglich 2 der 4 Gesellschaften zeigten sich schließlich bereit, ihre Zahlen für die anonymisierte Studie preiszugeben [30]. Dabei bestand ein so erheblicher Volumenunterschied beider Gesellschaften, dass die Zahlen der Publikation im Wesentlichen das Notfallgeschehen einer einzigen großen europäischen Airline widerspiegeln. Die Mehrzahl aller IMEs ist vergleichsweise harmloser Natur. An Hauptsymptomen stehen Schwindel, Hyperventilation oder Synkope im Vordergrund [1, 14]. In der statistischen Auswertung stellen die Synkope (53,5%), gastrointestinale Beschwerden (8,9%) und kardiale Beschwerden (4,9%) die häufigsten Krankheitsbilder dar [30]. Diese Resultate sind konsistent mit den Angaben anderer Stellen [6, 26]. Daneben besteht eine große Streubreite internistischer wie auch chirurgischer Erkrankungen. Die Aussage mancher Autoren, nach der 60% der Notfälle das Herz-Kreislauf-System betreffen, ist nur vor dem Hintergrund zahlreicher hierunter subsumierter einfacher Synkopen zu verstehen [32, 34]. Kardiologische Krankheitsbilder im engeren Sinne beherrschen nur ca. 6% des Krankheitsgeschehens und sind somit unerwartet selten.

Auch wenn für den Betroffenen eine erlittene Synkope fraglos als einschneidendes Erlebnis gelten mag, so stellt sich aus notärztlicher Sicht primär die Frage nach Art und Anteil lebensbedrohlicher Ereignisse an den IMEs. Diesbezüglich ergab eine Analyse der Deutschen Lufthansa AG zwischen den Jahren 2000 und 2007 unter Auswertung von 8494 Einzelereignissen einen Anteil von 89% banaler Vorkommnisse (komplikationslose Synkope, Reisekrankheit und vieles andere) gegenüber 6% vital bedrohlicher Notfälle auf kardiologischem Gebiet, 3% auf neurologischem Gebiet und 2% metabolische Entgleisungen [12]. Zusammenfassend lässt sich somit als „Faustformel“ angeben, dass zwischen 0,25 (bzw. 0,1) und 1 medizinische Zwischenfälle auf 10.000 beförderte Passagiere kommen, von denen nur ca. 10% eine notfallmedizinische Relevanz im engeren Sinn haben (■ Abb. 5).

Todesfall an Bord

Ein Todesfall an Bord stellt ein dramatisches, für die einzelne Fluggesellschaft jedoch ein vergleichsweise seltenes Ereignis dar. Bei einer Jahrespassagierleistung von zuletzt 60 Mio. beförderter Fluggäste ermittelte die DLH jährlich zwischen 3 und 12 (im Mittel 6,8) Todesfeststellungen an Bord [12].

Im Weltluftverkehr allerdings gewinnt das Thema ein größeres Gewicht: Weltweit wird die Anzahl plötzlicher Herztodesfälle an Bord von Verkehrsflugzeugen auf ca. 1000 pro Jahr geschätzt [24]. Andere US-amerikanischen Quellen (diverse Einzelreports) legen eine Sterberate aus innerer Ursache von 0,3–1 pro Million Fluggäste [1, 2, 18, 29] nahe. Bei einem Weltpassagieraufkommen von 2 Milliarden pro Jahr entspricht dies rechnerisch zwischen 600 und 2000 Todesfällen „in-flight“.

Beim Vergleich dieser Zahlen mit den Flugunfallstatistiken der IATA (International Air Transport Association) ergibt sich ein weiterer erwähnenswerter Aspekt. Demnach verloren zwischen 1998 und 2007 jährlich durchschnittlich 625 Menschen im weltweiten Linienverkehr ihr Leben bei einem Flugunfall (einschließlich Frachtverkehr und Flugverkehr in Schwellenländern). Aus den oben ge-

Die Mehrzahl aller IMEs ist vergleichsweise harmloser Natur

Kardiologische Krankheitsbilder im engeren Sinne beherrschen nur ca. 6% des Krankheitsgeschehens

Weltweit wird die Anzahl plötzlicher Herztodesfälle an Bord von Verkehrsflugzeugen auf ca. 1000 pro Jahr geschätzt

Die Gefahr, durch eine unerkannte Erkrankung an Bord zu versterben, ist wesentlich höher als das Schicksal eines möglichen Unfalltodes

Dem Arzt kommt bezüglich der Entscheidung zur außerplanmäßigen Landung die Rolle eines fachkundigen Beraters zu

Von den „schweren“ Notfällen, die zum Tod oder einer Diversion führten, waren ca. 50–60% kardiovaskulärer Genese

Tab. 1 Unfälle im Welt-Linienluftverkehr 1998–2007 (ICAO-Vertragsstaaten, einschließlich UdSSR bzw. GUS-Staaten). (ICAO „Annual Report of the Council“/IATA WATS)

Jahr	Zahl der Unfälle mit Todesfolge	Zahl der Todesfälle	Todesfälle je 100 Mio. Passagierkilometer
1998	20	904	0,03
1999	21	499	0,02
2000	18	757	0,03
2001	13	577	0,02
2002	14	791	0,03
2003	7	466	0,02
2004	9	203	0,01
2005	17	712	0,02
2006	12	751	0,02
2007	11	587	0,01
Summe	142	6247	0,21
Jahresmittel	14,2	625	0,018

nannten Zahlen ist abzuleiten, dass das Risiko, an einer mitgebrachten (latenten) Erkrankung als Unfallereignis während eines Fluges zu versterben, etwa 4-mal so hoch ist wie die Wahrscheinlichkeit, einen Flugunfalltod zu erleiden. Für Menschen mit Flugangst mögen diese Fakten zu einem veränderten Blickwinkel auf das angstbesetzte Szenario eines Unfallereignisses führen: Die Gefahr, durch eine unerkannte Erkrankung an Bord zu versterben, ist wesentlich höher als das Schicksal eines möglichen Unfalltodes.

Insgesamt aber ist die Mortalitätsrate im Weltluftverkehr mit 0,3–1 pro Million Passagiere (vgl. Lufthansa: 0,11 pro Mio.) extrem niedrig ([12]; ■ **Tab. 1**).

Außerplanmäßige Landung

Bei den meisten Notfallszenarien sind behandelnder Arzt und luftfrachtführender Kapitän mit der Entscheidung eines Weiterfluges oder Durchführung einer „medical diversion“, einer außerplanmäßigen Landung, konfrontiert. Die Entscheidungsbefugnis hierüber liegt beim Kommandanten des Flugzeuges. Nach § 3 der Luftverkehrsordnung hat er das alleinige Entscheidungsrecht über die Führung des Luftfahrzeuges. Er hat die „während des Flugs, bei Start und Landung und beim Rollen aus Gründen der Sicherheit notwendigen Maßnahmen“ zu treffen. Dem Arzt kommt diesbezüglich die Rolle eines fachkundigen Beraters zu.

Die Entscheidung wird unter Abwägung aller Gegebenheiten des Einzelfalles zu treffen sein. Diese liegen im Zustand des Patienten, der anzustrebenden bestmöglichen Versorgung nach den Grundsätzen medizinischer „best practice“, aber auch der flugbetrieblichen Gegebenheiten wie Entfernung zur nächsten geeigneten klinischen Versorgungsmöglichkeit, Betankungs- und Beladungszustand des Luftfahrzeuges, meteorologischen Umständen an der vorgesehenen Destination und den konkurrierenden Interessen der Mitreisenden auf pünktliches Erreichen der Zieldestination. Das gleiche medizinische Szenario kann über Zentraleuropa Anlass zu einer unverzüglichen „medical diversion“, über Zentralafrika jedoch zum Weiterflug nach Südafrika geben.

Glücklicherweise lässt sich der Zustand des Patienten zumeist mit Bordmitteln ausreichend stabilisieren, um einen Weiterflug zum Zielort durchführen zu können, ohne den Patienten einer unverhältnismäßigen Gefährdung auszusetzen. Nur in etwa 2,8% aller IMEs wird eine Diversion erforderlich [30], auch diesbezüglich schwanken die Literaturangaben zwischen 0,35% (Cathay Pacific) und 7,9 bzw. 13% aller IMEs [6, 13]. Die häufigsten Einzeldiagnosen für eine Diversion waren Myokardinfarkt (22,7%), apoplektischer Insult (11,3%) und Krampfanfall (9,4%) [30]. Von den „schweren“ Notfällen, die zum Tod oder einer Diversion führten, waren ca. 50–60% kardiovaskulärer Genese [17, 28, 34].

Fluggesellschaften müssen im statistischen Mittel mit ca. 1 „medical diversion“ pro Million beförderter Passagiere rechnen [3, 5, 31]. Der ökonomische Impact ist erheblich. Die Kosten einer außerplanmäßigen Landung betragen je nach Flugzeugtyp, Streckenführung und Begleitumständen zwischen ca. 20.000 bis zu 500.000 EUR, im Schnitt sind ca. 200.000 EUR zu veranschlagen [30]. Bis-

Tab. 2 Aktuelle Empfehlungen JAR-OPS 1, TGL 44, für die medikamentöse Ausstattung des „emergency medical kit“ [33]

Koronardilatator, z. B. Glyceroltrinitrat
Spasmolytikum, z. B. Butylscopolaminiumbromid
Adrenalin 1:1000
Nebennierensteroid, z. B. Hydrokortison
Starkes Analgetikum, z. B. Esketamin-HCl
Diuretikum, z. B. Furosemid
Antihistaminikum, z. B. Diphenhydramin-HCl
Sedativum/Antikonvulsivum, z. B. Diazepam
Antihypoglykämikum, hypertone Glukoselösung und/oder Glukagon
Antiemetikum, z. B. Metoclopramid
Atropin
Digoxin
Bronchodilatoren, Ampullen und Dosieraerosole

lang sind 3 „medical diversions“ eines Airbus A 380 bekannt geworden. Die Kosten wurden in diesen Fällen mit 1 Mio. EUR angegeben.

Gesetzliche Vorschriften für die Notfallausrüstung an Bord

Die gesetzlichen Vorschriften der EU-OPS schreiben das Vorhandensein von sog. ► „first aid kits“ und ► „emergency medical kits“ als Ausrüstungsgegenstand verbindlich vor, ohne bislang normativ den Inhalt derselben festzulegen. Hierzu existiert allerdings Guidance-Material der JAA (Joint Aviation Authorities – Temporary Guidance Leaflet 44 „TGL“ bzw. SIC 11 „Safety Information Communication No 11 neueren Datums), das den Charakter von Empfehlungen hat [33]. Beide Standards sind sehr allgemeinverbindlich gehalten und erlauben der jeweiligen Fluggesellschaft eine weitgehende Variation und Interpretation der benötigten Notfallausrüstung (■ Tab. 2).

Tägliche Erfahrung und eine bislang unveröffentlichte Analyse [15] haben erhebliche Variationen in der

Notfallausrüstung verschiedener Fluggesellschaften ergeben. Die Spannweite reicht von notfallmedizinischem Minimalismus bis hin zur Vollausrüstung auf Rettungsdienstniveau. Der in Anspruch genommene Arzt kann sich deshalb nicht zwangsläufig auf eine gut gefüllte Notfallapotheke und brauchbares Instrumentarium verlassen. Als problematisch erweisen sich insbesondere logistische Rahmenbedingungen: So benötigt ein Notfallkoffer bei Langstreckenoperation in Frankfurt durchschnittlich ca. 1 Jahr, bis er wieder zur Maintenance zurückkehrt und sein Inhalt überprüft werden kann. Bis dahin müssen Material und Ampullarium arktische Kälte und tropische Hitze überstehen. Dies begrenzt insbesondere die Möglichkeit zur Vorhaltung wärmeempfindlicher Medikamente.

Die sibyllinische Beschränkung auf die gesetzlichen Ausrüstungslisten kann dazu führen, dass sich lediglich eine einzelne Ampulle Digoxin an Bord befindet. Diese wäre zwar im Notfall wertlos, da bei ihrer Anwendung kein pharmakologischer Wirkspiegel zu erreichen ist, die gesetzlichen Ausrüstungsanforderungen werden jedoch buchstabengetreu erfüllt (■ Tab. 2).

Notfallausrüstung am Beispiel der Deutschen Lufthansa AG

In Bezug auf die medizinische Notfallausrüstung kommen bei den zahlreichen Fluggesellschaften mitunter diametral unterschiedliche Konzepte zum Tragen: entweder das Bemühen um eine optimale Ausstattung für den Ernstfall nach medizinischer „best practice“ oder aber eine Beschränkung auf das gesetzlich vorgeschriebene Minimum, um etwaigen Regressansprüchen im Schadensfall zu entgehen: So hat sich schon manche Fluggesellschaft bei Fehlen einzelner Medikamente juristischen Vorwürfen ausgesetzt gesehen, auch wenn deren Vorhaltung gesetzlich nicht vorgesehen war.

Traditionell zählt Lufthansa zu den Luftverkehrsgesellschaften mit ausgesprochenem „commitment“ zu einer optimalen medizinischen Ausstattung. Die Fluggesellschaft hat die vollständigen Details ihrer Notfallausrüstung interessierten Ärzten in einer Veröffentlichung zugänglich gemacht hat (s. „Taschenbuch Flugmedizin“ [38]). Im Folgenden wird deshalb die Notfallausrüstung der Lufthansa-Flotte exemplarisch zugrunde gelegt. Die dargestellten Angaben sind aus gegebenen Gründen nicht ohne Weiteres auf andere Carrier übertragbar.

Dreistufiges Konzept der Erste-Hilfe-Ausrüstung

Die gesetzlichen Erfordernisse werden durch ein dreistufiges Konzept, bestehend aus „cabin attendant medical kit“, „first aid kit“, und schließlich „doctors kit“ ausgefüllt [12, 38].

Die erste Stufe, das ► „cabin attendant medical kit“, ist am ehesten mit der „Hausapotheke“, einer Hilfe für kleinere Unpässlichkeiten, zu vergleichen. Es enthält überwiegend rezeptfreie Medika-

- „First aid kits“
- „Emergency medical kits“

Die Spannweite reicht von notfallmedizinischem Minimalismus bis hin zur Vollausrüstung auf Rettungsdienstniveau

- „Cabin attendant medical kit“



Abb. 6 ◀ „Doctors kit“, Deutsche Lufthansa AG. Ampullarium und Modultaschen, thematisch geordnet nach den häufigsten Arbeitsschritten in der Notfallversorgung. (Bild: nach Taschenbuch Flugmedizin [38], mit freundl. Genehmigung)

mente oder Externa, die für die Anwendung durch das hierzu geschulte Flugbegleitpersonal bei häufig auftretenden gesundheitlichen Beschwerden der Passagiere vorgesehen sind. Die Zusammensetzung wird dem Streckenprofil angepasst (Kurzstreckenversion/Langstreckenversion). Typische Präparate sind beispielsweise ASS-Tabletten, Nikotinkaugummi, Xylometazolin-Nasenspray, Butylscopolamin- und Loperamid-Präparationen, Antazida sowie Brand- und Wundgel.

Das „first aid kit“ ist der „Verbandskasten“ an Bord. Es enthält Sanitätsmaterial wie Dreiecktücher, sterile Auflagen, Binden und Schienen für Verletzungen sowie aus Platzgründen weitere Infusionslösungen. Alkoholtupfer, Einmalhandschuhe, Folienfieberthermometer, eine Pocket-Beatmungsmaske, Venenverweilkanülen und Wunddesinfektionslösung ergänzen die Ausrüstung. Wenn guter Rat teuer wird, hilft eine Erste-Hilfe-Fibel über die ersten Schwierigkeiten hinweg.

Das ▶ **„doctors kit“** ist als Notfallkoffer für den Hilfe leistenden Arzt konzipiert und auf die Behandlung lebensbedrohlicher Zustände ausgerichtet. Seine Anwendung ist ausschließlich approbierten Ärzten vorbehalten und nicht für die Laienhilfe bestimmt. Der Koffer enthält als Herzstück das Notfallampullarium und ist verplombt, um im Gebrauchsfall die Vollständigkeit aller wichtigen Medikamente sicherzustellen.

An Fertigarzneimittel zur oralen oder dermalen Anwendung enthält es Brand- und Wundgel, Nitrendipin, Butylscopolamid, Diazepam, Loperamid, Nitroglycerin, Paracetamol, Aluminiumphosphat (Antazidum), Rectodelt Supp. und Dimenhydrinat Supp./Drg.

Die hochwirksamen Notfallmedikamente zur i.v.-Applikation sind der Übersichtlichkeit halber und zum raschen Zugriff in einem eigenen ▶ **Ampullarium** zusammengefasst (▣ **Tab. 3**, ▣ **Abb. 6**).

Modulare Ordnung im „doctors kit“

Zur Optimierung von Übersichtlichkeit und Organisationsgrad in den oftmals sich chaotisch entwickelnden Notfallszenarien wurde auf einen streng modularen Aufbau des Notfallinstrumentariums geachtet. Für jede „Tätigkeit“, angefangen bei der Diagnosestellung bis hin zur Intubation, ist eine eigene Modultasche vorhanden. Ihre Abfolge orientiert sich am Ablauf der häufigsten Notfallinterventionen (▣ **Infobox 2**). Material, das auch an anderer Stelle („first aid kit“) vorhanden ist, aber typischerweise bei dem vorgesehenen Arbeitsschritt benötigt wird, ist zusätzlich beige packt (z. B. unsterile Handschuhe zum Eigenschutz, Fixationsmaterial).

Insgesamt entsprechen die Inhalte der Modultaschen weitgehend den Ausrüstungslisten eines Notarztwagens, sodass hiermit eine handwerklich einwandfreie Notfallversorgung ermöglicht wird (▣ **Tab. 3**, 4).

Notfallsauerstoff und AED

Fliegersauerstoff im Notfall

Verkehrsflugzeuge führen obligatorisch Sauerstoffdruckflaschen zur Versorgung des Flugbegleitpersonals im Falle eines unvorhergesehenen Abfalles des Kabinendruckes mit. Der sog. „Fliegersauer-

▶ „Doctors kit“

▶ Ampullarium

Für jede „Tätigkeit“ ist eine eigene Modultasche vorhanden

Tab. 3 Notfallampullarium des „doctors kit“, DLH (Version 10/2008; [12])

Medikamente im „doctors kit“	Ampullenset		
Adrenalin 1:1000 Ampulle/1 ml	Epinephrinhydrogentartrat	Ampulle	10
Akineton Ampulle 5 mg/1 ml	Biperidenlactat	Ampulle	1
Amiodaron Ampulle 150 mg/3 ml	Amiodaron-HCl	Ampulle	3
Aqua pro injectione Ampulle 5 ml	Wasser	Ampulle	3
Aspirin i.v. Ampulle	Acetylsalicylsäure	Ampulle	1
Atropin Ampulle 2 mg/1 ml	Atropinsulfat	Ampulle	3
Beloc i.v. Ampulle	Metoprololtartrat	Ampulle	2
Berotec N 100 Dosier-Aerosol	Fenoterolhydrobromid	Spray	1
Bronchoparat Ampulle 10 ml	Theophyllin-Natriumglycinat	Ampulle	3
Bronchospasmin Ampulle 0,09 mg/1 ml	Reproterol	Ampulle	2
Buscopan Ampulle 20 mg/1 ml	Butylscopolaminiumbromid	Ampulle	2
Diazepam Ratio 10 mg/2 ml	Diazepam	Ampulle	4
Dormicum Ampulle 15 mg/3 ml	Midazolam	Ampulle	1
Glucose 40% Ampulle 10 ml	Glukose	Ampulle	5
Ebrantil 50 Ampulle/10 ml	Urapidil	Ampulle	2
Haldol Ampulle 5 mg/1 ml	Haloperidol	Ampulle	2
Heparin-Natrium-5000-ratiopharm	Heparin-Natrium	Ampulle	1
Isotone Kochsalzlösung 0,9% 10 ml	Natriumchlorid	Ampulle	3
Ketanest S Ampulle 50 mg/2 ml	Esketamin HCl	Ampulle	1
Lasix Ampulle 40 mg	Furosemid	Ampulle	2
MCP Ampulle 10 mg/2 ml	Metoclopramid-HCl	Ampulle	2
Novaminsulfon Ampulle 2,5 g/5 ml	Metamizol	Ampulle	2
Ranitidin Injektionslösung	Ranitidinhydrochlorid	Ampulle	1
Solu-Decortin H 250 mg Ampulle	Prednisolon	Flasche	2
Tavegil Ampulle 2 mg/5 ml	Clemastin	Ampulle	1
Tramal Ampulle 100 mg/2 ml	Tramadol-HCl	Ampulle	2

Tab. 4 Beispiele für Ausrüstung einzelner Modultaschen im „doctors kit“ der Deutschen Lufthansa AG: Modul Beatmung und Modul Intubation [38]

Modul Beatmung	Modul Intubation
Sauerstoffkatheter, Nase	Blockerspritze 10 ml Luer
Sauerstoffschlauch mit Anschlussstück	Endotrachealtuben Gr. 3–4–5–6–7,5
Beatmungsbeutel mit Reservoir	Einmalhandschuhe unsteril, Gr. 8,5
Beatmungsmaske Baby Gr. 0	Führungsmandrin Gr. 3
Beatmungsmaske Kleinkind Gr. 1	Gleitmittel (Instillagel 6 ml)
Beatmungsmaske Kind Gr. 2	Laryngoskopgriff (Metall)
Beatmungsmaske Erwachsene Gr. 5	Laryngoskopspatel Gr. 2–3
Einmalhandschuhe unsteril Gr. 8,5	Leukofix 5 m×1,25 cm
Guedel-Tuben Gr. 0–2–3–4	Magill-Zange groß
	Verbandpäckchen mittel

Tab. 5 Äquivalenzflussraten und abgeleitete Versorgungsdauer beim Wenoll-System WS 120, „additional oxygen“ [20]

Wahlschalter	Äquivalenzflussrate (l/min)	Erwartete Versorgungsdauer (h)
0,5	1,2	20,0
0,6	2,0	16,5
0,7	2,8	14,0
0,8	3,6	12,5
0,9	4,4	11,0
1,0	5,2	10,0

Im medizinischen Notfall darf der Fliegersauerstoff zur Behandlung eines Patienten „zweckentfremdet“ werden

Für absehbar sauerstoffbedürftige Patienten besteht die Möglichkeit zur Buchung von „additional oxygen“

Die Flugbegleiter werden vor Aufnahme ihrer Tätigkeit im Rahmen der Erste-Hilfe-Ausbildung in die Bedienung des AED eingewiesen

Geräteseitig wird eine ventrikuläre Tachykardie erst ab einer Frequenz von 180 bpm als defibrillationswürdige Rhythmusstörung klassifiziert

stoff“ wird in hochfesten Stahlflaschen bevorratet und findet sich zumeist in Nähe und Griffweite der Flugbegleitersitze. Bei einer „sudden decompression“ ermöglicht er dem Flugbegleitpersonal eine ausreichende Mobilität, um sich ortsungebunden in der Kabine zu bewegen und den notwendigen Sicherheitsaufgaben nachzugehen. Der Sauerstoffvorrat gehört zur erforderlichen Sicherungs- und Betriebsausstattung des Luftfahrzeuges, nur im medizinischen Notfall darf er zur Behandlung eines Patienten „zweckentfremdet“ werden. Der Gasflow ist auf einen Wert von 4 l/min fest eingestellt und damit auf die Erfordernisse bei einer „cabin decompression“ abgestimmt. Sollte die Flussrate für notfallmedizinische Zwecke nicht ausreichen, empfiehlt sich die zusätzliche Verwendung von Sauerstoffmaske und Reservoir aus dem Modul „doctors kit“, um die F_iO_2 adäquat zu erhöhen. Der Sauerstoffvorrat ist für eine Insufflationstherapie über 75 min ausreichend [20].

Infobox 2 Modultaschen

1. Modul Diagnostik
2. Modul Infusion
3. Modul Beatmung
4. Modul Intubation
5. Modul Absaugung
6. Modul Blasenkatheter

„Additional oxygen“ bei planbaren Transporten

Für absehbar sauerstoffbedürftige Patienten besteht die Möglichkeit zur Buchung von „additional oxygen“ vor Antritt der Flugreise. Hier kommen seit wenigen Jahren hochfeste und leichte Carbonflaschen zum Einsatz, die bis 200 bar befüllt werden. Mit einem Demandventil gelingt eine gezielte und äußerst sparsame Sauerstoffapplikation in der Frühinspirationsphase, sodass eine unnötige Sauerstoffvergeudung in die Totraumfraktion des Atemzyklus entfällt. Mit dieser Technik lassen sich Anwendungszeiten bis zu 16 h mit einer einzigen Vorratsflasche erzielen und die Erfordernisse eines Langstreckenfluges vollständig abdecken. Das System Wenoll WS 120 bietet die Möglichkeit zur stufenweisen Regelung der Flussrate über einen Wahlschalter. Über die „Äquivalenzflussrate“ einer wirkungsgleichen Constant-flow-Insufflation informiert eine beiliegende Tabelle. Der Therapieerfolg lässt sich mithilfe eines fest angeschlossenen Pulsoxymeters überwachen (■ **Abb. 7**, ■ **Tab. 5**).

AED

Trotz bislang fehlender gesetzlicher Verpflichtung zur Vorhaltung eines AED im europäischen Luftraum wurden bis 1999 alle Langstrecken- und bis zum Jahr 2004 auch alle Kurzstreckenflugzeuge der Lufthansa mit AED („automated external defibrillator“) ausgestattet. Eine Ausnahme bilden nur die Regionalpartner der Verbundairlines, die überwiegend Flugzeuge mit geringen Passagierkapazitäten einsetzen [19]. Die Ausrüstungsentscheidung wurde unmittelbar nach Freigabe der Defibrillatoren für die Laienhilfe durch die Bundesärztekammer getroffen. Im amerikanischen Luftraum begründete der „Aviation Medical Assistance Act“ bereits 2004 eine Ausrüstungsverpflichtung für alle Luftfahrzeuge im Passagierverkehr mit einer Nutzlast von mehr als 7500 Pfund und Erfordernis von mindestens einem Flugbegleiter [17].

Im deutschen Rechtsraum ist der Einsatz eines AED durch Laien im Rahmen der Ersten Hilfe rechtlich unbedenklich und durch Empfehlung der Bundesärztekammer gerechtfertigt. Wird ein solches Gerät allerdings in einem First-Responder-System, im Sanitäts- oder Rettungsdienst vorgehalten oder eingesetzt, greifen das Medizinproduktegesetz (MPG) und die Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MBetreibV). Hieraus resultiert eine Einweisungs- und Fortbildungspflicht für den Anwender. Die Flugbegleiter werden deshalb vor Aufnahme ihrer Tätigkeit im Rahmen der Erste-Hilfe-Ausbildung in die Bedienung des AED eingewiesen und regelmäßig nachgeschult. Sie können den Arzt in einer Notfallsituation von der Bedienung des AED entlasten (■ **Abb. 8**).

Nur sehr selten wird eine Schockabgabe an Bord erforderlich. Zumeist dient das Gerät zum Monitoring oder zur prophylaktischen Anlage bei rhythmologisch instabilen oder potenziell gefährdeten Patienten. Bei der Notfallbehandlung tachykarder Rhythmusstörungen gilt es zu beachten, dass geräteseitig eine ventrikuläre Tachykardie erst ab einer Frequenz von 180 bpm als defibrillationswürdige Rhythmusstörung klassifiziert wird. Eine gezielte Elektrokardioversion niedrigfrequenter VT ist deshalb mit Bordmitteln nicht möglich, da die für den Laien konzipierten Geräte im Unterschied zu den „Profi-Geräten“ des Rettungsdienstes oder Intensivstationen keinen manuellen Override-Modus durch den Benutzer anbieten. Ebenso wenig ist eine R-Zacken-getriggerte Kardioversion verfügbar [10].



Abb. 7 ▶ „Alter“ und der „neuer“ Sauerstoff. **a** Fliegersauerstoff für die Versorgung der Flugbesatzung bei Druckabfall der Kabine, nur im medizinischen Notfall für die Patientenversorgung verfügbar. **b** Im Voraus buchbar: System Wenoll WS 120, Carbonflasche und Demandventil mit Versorgungszeiten bis ca. 16 h und fest installiertem Pulsoxymeter. (Bild: nach Taschenbuch Flugmedizin [20], mit freundl. Genehmigung)



Abb. 8 ▶ AED vom Typ „Heart Start“ oder „Forerunner“ an Bord der Luftthansaflotte. Nach MPG (Medizinproduktegesetz) müssen die Flugbegleiter regelmäßig in Bedienung und Anwendung der AED geschult werden. (Bild: nach Taschenbuch Flugmedizin [19], mit freundl. Genehmigung)

Behandlungskonzepte bei ausgewählten kardiologischen Krankheitsbildern mit dem Notfallequipment der Deutschen Lufthansa AG

Akutes Koronarsyndrom

Der Verdacht auf ein akutes Koronarsyndrom (ACS), gekennzeichnet durch eine typische stenokardische Symptomatik und Fehlen einer umgehenden Beschwerdefreiheit nach Nitratapplikation, wird in der Regel Anlass zu einer baldmöglichen Diversion geben, sofern angemessene klinische Versorgungsmöglichkeiten erreicht werden können. In der Abwägung des Für und Wider einer außerplan-

Bei ACS sollte die Diversion so schnell wie möglich erfolgen

In der Behandlung des Kammerflimmerns und der kardiopulmonalen Reanimation ist Amiodaron unverzichtbarer Bestandteil leitliniengerechter Therapiezyklen

Wichtig ist die Evaluation der Auslösefaktoren und der Differenzialdiagnosen

► **Wahl des Behandlungsortes**

mäßigen Landung handelt es sich beim ACS klassischerweise um einen Notfall mit erheblicher Gefahr für das Eintreten eines irreversiblen körperlichen Schadens oder gar des Todes, die durch invasive Maßnahmen am Boden erheblich reduziert werden kann.

Ein Zwölf-Kanal-EKG oder Troponinteste sind derzeit an Bord nicht verfügbar. Sie wären auch wenig hilfreich, da die erforderlichen Entscheidungen ohnehin rein symptomatisch orientiert sind und Restbeschwerden fraglos Anlass zur baldmöglichen Diversion geben. Insofern bleibt es situativ unerheblich, ob ein Myokardinfarkt bereits eingetreten ist oder nicht. Die Notfallversorgung erfolgt im Liegen, bei erhaltenem Bewusstsein günstigerweise in halbbliegender Position in einem Businessclass-Sitz. Sauerstoffgabe und Rhythmusmonitoring sind mit Bordmitteln zu bewerkstelligen, ebenso wie die medikamentöse Behandlung mittels Acetylsalicylsäure i.v., Gabe von unfraktioniertem Heparin, eines Sedativums und ggf. eines Analgetikums und β -Blockers (Metoprolol i.v.). Die Flugzeugbesatzung wird nach besten Möglichkeiten unterstützen und schnellstmöglich die nächstgeeignete klinische Versorgungsmöglichkeit ansteuern.

Tachykarde Herzrhythmusstörungen

Neben den Basismaßnahmen (i.v.-Zugang, AED-Anlage, Sauerstoffgabe, adäquate Lagerung z. B. halbbliegend in einem Businessclass-Sitz oder liegend auf dem Boden) und beruhigender verbaler Intervention stehen je nach Symptomatik der Herzrhythmusstörung Sedativa (Diazepam oder Midazolam p.o. bzw. i.v.) oder bradykardisierende Pharmaka (Metoprolol i.v., ggf. Digoxin i.v.) zur Verfügung. In den meisten Fällen werden diese Optionen sowie die Anwesenheit eines Arztes im Sinne der „Droge Arzt“ ausreichend wirksam sein, um den Zustand des Patienten bis zur definitiven klinischen Versorgung stabilisieren zu können.

Nur selten besteht die Erfordernis zum Einsatz des verfügbaren Klasse-3-Antiarrhythmikums Amiodaron i.v. Die Substanz besitzt „first line“ ein breites Indikationsspektrum und hat sich in der Notfalltherapie sowohl supraventrikulärer als auch ventrikulärer Tachyarrhythmien bewährt [36]. Dabei besteht ein im Vergleich zu anderen differenteren Antiarrhythmika wesentlich günstigeres Verhältnis zwischen erwünschten vs. unerwünschten Wirkungen (Proarrhythmie, negative Inotropie u. a.). In der Behandlung des Kammerflimmerns und der kardiopulmonalen Reanimation ist Amiodaron unverzichtbarer Bestandteil leitliniengerechter Therapiezyklen geworden [23].

Bei hämodynamisch instabilen Patienten kann mitunter eine Defibrillation mittels AED erforderlich werden. Je nach Situationsdynamik ist ggf. eine pharmakologische antiarrhythmische Vorbehandlung mit Amiodaron hilfreich. Wie bereits weiter oben geschildert, benötigt der AED zur Freigabe eines Defibrillationsimpulses eine Kammerfrequenz von mehr als 180 bpm. Eine R-Zacken-getriggerte Kardioversion ist technisch mit dem für die Laienhilfe konzipierten Gerät nicht möglich. Flankierend können je nach klinischem Zustand die Einleitung einer Analgosedierung oder als Ultima Ratio einer Narkose bzw. invasiven Beatmungstherapie notwendig werden. Hierzu stehen Midazolam und Tramadol (alternativ ggf. Metamizol), für die Narkose Ketamin mit Midazolam i.v. zur Verfügung. Bei Ketamingabe unter dem Bild tachykarder Rhythmusstörungen ist allerdings die ungünstige sympathomimetische Wirkung des Medikamentes zu beachten. Entsprechend sollten fehlender klinischer Backup für die Beherrschung von Komplikationen der Intubations- oder Beatmungsmaßnahmen wie auch der aktuelle Übungsstand des behandelnden Arztes eine angemessene Berücksichtigung bei der Therapieentscheidung finden.

Bradykarde Herzrhythmusstörungen

Bradykarde Herzrhythmusstörungen an Bord können sowohl Ausdruck einer ausgeprägten vegetativen Reaktion (Vagotonus bei Nausea im Rahmen einer Kinetose, im Rahmen einer akuten Gastroenteritis) als auch akutes Symptom einer organischen Herzerkrankung sein. Dementsprechend steht die Evaluation der Auslösefaktoren und der Differenzialdiagnosen stark im Vordergrund. Mitunter kann eine antiemetische Behandlung (Metoclopramid i.v.), flankiert von entsprechender Lagerung, und verbaler Intervention bereits symptomlindernd wirken.

An Basismaßnahmen kommen Sauerstoffgabe, i.v.-Zugang und Rhythmusmonitoring mittels AED in Betracht. Erweiterte Maßnahmen können eine Anxiolyse (Diazepam) und Antiemese (Metoclopramid) umfassen. Bei ► **Wahl des Behandlungsortes** sind Vigilanz, Akuität des Ereignisses und stets die nahe Möglichkeit einer Eskalation bis zur kardiopulmonalen Reanimation zu bedenken. Es

kann deshalb ratsam sein, den Kranken bei erhaltenem Bewusstsein nahe einer Galley (Bordküche) oder an einem Notausstieg zu einem Businessclass-Sitz zu bringen, um notfalls rasch auf ein freies Stück Boden mit ausreichend Platz für die erforderlichen Maßnahmen umlagern zu können.

Antiarrhythmisch stehen Atropin i.v. und Adrenalin 1:1000 Amp./1 ml zur Verfügung. Eine Elektrotherapie bradykarder Herzrhythmusstörungen mittels Pacer ist nicht möglich. Ultima Ratio bleibt die Herzdruckmassage bei symptomatischer Bradykardie mit Bewusstseinsverlust oder Asystolie.

Fazit für die Praxis

Die Mehrzahl der Zwischenfälle an Bord eines Flugzeuges ist vergleichsweise harmloser Natur, eine mögliche Vitalgefährdung besteht in etwa 10% der Fälle. Die überwiegende Zahl der IMEs wird durch synkopale Zustände verursacht, in 6% findet sich ein kardiologisches Krankheitsbild im engeren Sinne. Die Notfallausrüstung der verschiedenen Fluggesellschaften ist sehr unterschiedlich. Die Spannweite reicht von notfallmedizinischem Minimalismus bis hin zur Vollausstattung auf Rettungsdienstniveau, sodass sich der in Anspruch genommene Arzt nicht zwangsläufig auf eine gut gefüllte Notfallapotheke und brauchbares Instrumentarium verlassen kann.

Korrespondenzadresse

A. Gabel



Innere Medizin, Kardiologie, Arbeitsmedizin, Flugmedizin und Notfallmedizin
Mathystr. 23, 76133 Karlsruhe
medilekt@t-online.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor weist auf folgende Beziehungen hin: Fliegerärztliches Beschäftigungsverhältnis Deutsche Lufthansa AG. Mitautorenschaft Taschenbuch Flugmedizin.

Literatur

1. Aerospace Medical Association, Medical Guidelines Taskforce (2003) Medical Guidelines for Airline Travel, 2nd ed. Aviat Space Environ Med 74(Suppl):No. 5, Section II
2. Cummins RO (1988) Inflight deaths during commercial air travel. How big a problem? JAMA 259:1983–1988
3. Cummins RO, Schubach JA (1989) Frequency and types of medical emergencies among commercial air travelers. JAMA 261:1295–1299
4. Davis GR, Degotardi PR (1982) In-flight medical emergencies. Aviat Space Environ Med 53:694–700
5. DeJohn CA, Véronneau SJH, Wolbrink AM (2000) The evaluation of in-flight medical care aboard selected U.S. air carriers: 1996–1997. Final report, U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Office of Aviation Medicine, Washington DC
6. Delaune EF 3rd, Lucas RH, Illig P (2003) In-flight medical events and aircraft diversions: one airline's experience. Aviat Space Environ Med 74:62–68
7. Dörfler, Ring, Vitz, Kacirek (2006) Sauerstoffmangel (Hypoxie). In: Pongratz H (Hrsg) Kompendium der Flugmedizin. ISBN 3-00-016306-9:3–52
8. Gabel A, Janicke I (2007) Allgemeine Grundlagen der Flugmedizin. Kardi-ozirkulatorisches System. In: Hinkelbein J, Glaser E (Hrsg) Flugmedizin. Uni-med, Bremen, S 30–40
9. Gabel A (2008) Höhen- und Flugmedizin. In: Scholz J, Sefrin P, Böttiger B et al (Hrsg) Notfallmedizin, 2. Aufl. Georg Thieme, Stuttgart, S 416–423
10. Gabel A (2008) Kardiovaskuläre Notfälle an Bord. In: Stüben U (Hrsg) Taschenbuch Flugmedizin und ärztliche Hilfe an Bord. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin, S 219–238
11. Gabel A (2008) Pulmonale Probleme an Bord. In: Stüben U (Hrsg) Taschenbuch Flugmedizin und ärztliche Hilfe an Bord. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin, S 239–250
12. Gabel A (2009) Medizinische Notfälle an Bord von Verkehrsflugzeugen. Notfallmedizin up2date 4:145–157
13. Gardelöf B (2002) In-flight medical emergencies. American and European viewpoints on the duties of health care personnel. Lakartidningen 99:3596–3599
14. Gendreau MA, De John C (2002) Responding to medical events during commercial airline flights. N Engl J Med 346:1067–1073
15. Gerzer R (2009) Persönliche Mitteilung. Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, Köln
16. Harding RM, Mills FJ (1993) Medical emergencies in the air. Aviat Med 7:24
17. Illig P (2009) Passenger health. In: Christiansen CC, Draeger J, Kriebel J (eds) Principles and practice of aviation medicine. World Scientific New Jersey, London Singapore, pp 667–708
18. Jagoda A, Pietrzak M (1997) Medical emergencies in commercial air travel. Emerg Med Clin North Am 15:251–260
19. Kaul G (2008) Halbautomatische Defibrillatoren (AED). In: Stüben U (Hrsg) Taschenbuch Flugmedizin und ärztliche Hilfe an Bord. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin, S 37–42
20. Kaul G (2008) Sauerstoff. In: Stüben U (Hrsg) Taschenbuch Flugmedizin und ärztliche Hilfe an Bord. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin, S 43–45
21. Lyznicki JM, Williams MA, Deitchman SD (2000) Inflight medical emergencies. Aviat Space Environ Med 108:832–838
22. Müller-Rostin W (2008) Rechtliche Aspekte des ärztlichen Handelns an Bord von Reiseflugzeugen. In: Stüben U (Hrsg) Taschenbuch Flugmedizin und ärztliche Hilfe an Bord. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin, S 59–80
23. Nolan JP, Deakin CD, Soar J et al (2005) European resuscitation council guidelines for resuscitation 2005. Section 4: Adult advanced life support. Resuscitation 67S1:39–86
24. O'Rourke MF, Donaldson E, Geddes JS (1997) An airline cardiac arrest program. Circulation 96(9):2849–2853
25. Possick SE, Barry M (2004) Air travel and cardiovascular disease. J Travel Med 11(4):243–250
26. Quereshi A, Porter KM (2005) Emergencies in the air. Emerg Med J 22:658–659
27. Rose DM (1007) Flugreisen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Flug Reise-med 2:8–10
28. Ruskin KJ, Hernandez KA, Barash PG (2008) Management of in-flight medical emergencies. Anaesthesiology 108:749–755

29. Russell B, Williams R, Williams A (2002) The passenger and the patient inflight. In: De Hart RL, Davis JR (eds) *Fundamentals of aerospace medicine*, 3rd edn. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, pp 453–469
30. Sand M, Bechara FG, Sand D, Mann B (2009) Surgical and medical emergencies on board European aircraft: a retrospective study of 10189 cases. *Critical Care* 13:R3
31. Schoken V, Lederer LG (n d) Unscheduled landings for medical reasons. A five year study of the experience of American Airlines. In: Busby DE (ed) *Recent advances in aerospace medicine*. Proceedings of the 18th congress of aviation and space medicine. Reidel, Dordrecht, Netherlands, pp 126–129
32. Schuber W (2009) Einsatz über den Wolken. *Dtsch Arztebl* 106:A625–A626
33. Siedenburg J (2009) Notfallausrüstung von Verkehrsflugzeugen. Ein update zur Rechtslage. *FTR* 16(2):61–64
34. Siedenburg J (2002) Notfälle auf Langstreckenflügen. *Internist (Berl)* 43:1518–1528
35. Silverman D, Gendreau M (2008) Medical issues associated with commercial flights. *Lancet* 373:2067–2077
36. Trappe HJ (2009) Antiarrhythmische Therapie mit Amiodaron bei tachykarden Rhythmusstörungen. *Intensivmed* 46:563–572
37. Muelmann M von (2008) Die Flugzeugkabine. In: Stüben U (Hrsg) *Taschenbuch Flugmedizin und ärztliche Hilfe an Bord*. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin, S 3–20
38. Muelmann M von (2008) Medizinische Ausrüstung an Bord. In: Stüben U (Hrsg) *Taschenbuch Flugmedizin und ärztliche Hilfe an Bord*. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Berlin, S 25–37
39. Wachtel J (2005) 1950er. Der Neubeginn. Später Start mit frischem Schwung. In: Deutsche Lufthansa AG, Konzernkommunikation (Hrsg) *Die Zeit im Fluge. Geschichte der Lufthansa. Festschrift zum 50-jährigen Bestehen der Deutschen Lufthansa AG*
40. Wirth D, Rumberger E (2002) Ausgewählte physiologische Grundlagen der Flugmedizin. In: Draeger J, Kriebel J (Hrsg) *Praktische Flugmedizin*, 1. Aufl. Ecomed, Landsberg/Lech, S 33–94

CME.springer.de
Zertifizierte Fortbildung für Ärzte



Abonnenten sammeln kostenlos CME-Punkte

Der Kardiologe bietet Ihnen in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (DGK) in jeder Ausgabe einen Fortbildungsbeitrag, der mit 3 CME-Punkten zertifiziert ist. Wenn Sie Abonnent sind, ist die Teilnahme auf CME.springer.de für Sie kostenlos.

So einfach geht's:

➤ 1. Registrieren

Um Fortbildungseinheiten auf CME.springer.de bearbeiten zu können, müssen Sie sich einmalig mit Ihrer Abonnementnummer registrieren. Sind Sie bereits registriert, können Sie unter *Meine Daten* > *Abo hinzufügen* Ihre Abonnementnummer hinterlegen. Sie finden diese auf Ihrem Adressetikett.



➤ 2. Beitrag auswählen

Wählen Sie die gewünschte Fortbildungseinheit aus und klicken Sie auf *teilnehmen*. Sie können nun den Zeitschriftenbeitrag als PDF herunterladen und lesen oder direkt den Fragebogen beantworten.

➤ 3. CME-Punkte sammeln

Zu jedem Beitrag gehört ein Fragebogen mit 10 CME-Fragen. Mit 7 richtigen Antworten haben Sie bestanden und erhalten umgehend eine Teilnahmebescheinigung!

Ob Sie Ihr Wissen auffrischen möchten, oder sich auf die Facharztprüfung vorbereiten – mit den CME-Beiträgen von Springer sind Sie immer auf dem neuesten Stand.

CME.springer.de

CME-Fragebogen

kostenfreie Teilnahme für Abonnenten

Bitte beachten Sie:

- Antwortmöglichkeit nur online unter: CME.springer.de
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

Bei dem Ausruf „Ist ein Arzt an Bord?“ in einem europäischen Verkehrsflugzeug meldet sich ein hilfsbereiter Kollege in etwa...

- 30–45% der Fälle.
- 76–85% der Fälle.
- 81–92% der Fälle.
- 85–97% der Fälle.
- 73–99% der Fälle.

Bei einem Notfall an Bord eines Verkehrsflugzeuges besteht...

- eine Hilfspflicht nur für Ärzte.
- eine Hilfspflicht nur für Ärzte nach Registrierung in einem Bonusprogramm.
- eine Hilfspflicht nur für den Kapitän.
- eine Hilfspflicht nur für den Kapitän und seine Besatzungsmitglieder aus Garantenstellung.
- eine generelle Verpflichtung zur Hilfeleistung für jedermann aufgrund des § 323c StGB (unterlassene Hilfeleistung).

Die Versorgung eines Notfallpatienten an Bord ist erschwert durch...

- begrenzte Verfügbarkeit von Sauerstoff aus den Notsystemen über den Passagiersitzen.
- Platzmangel, Umgebungsgereusche, Vibration und hypoxische Hypoxie.
- Entwicklung der Rohölpreise und Anweisung der Fluggesellschaften, außerplanmäßige Landungen um jeden Preis zu verhindern.

- Interferenz mit dem Bordservice und fehlender Notausstattung der Service-Trolleys.
- Englisch als Amtssprache im Dialog mit dem Flugkapitän.

Welche der folgenden Aussagen ist beim Gesunden in minimal zulässiger Kabinendruckhöhe zutreffend?

- Die Sauerstoffsättigung hat sich in Kabinendruckhöhe um ein Viertel ihres Ausgangswertes vermindert.
- Die Sauerstoffsättigung bleibt unverändert gegenüber Meereshöhe, da das Hämoglobin eine starke Sauerstoffaffinität besitzt und einem „Memory-Effekt“ bezüglich des Bodenluftdruckes unterliegt.
- In Kabinendruckhöhe (entsprechend 2438 m) sind Umgebungsdruck und Sauerstoffpartialdruck *auf* etwa ein Viertel ihres Ausgangswertes vermindert.
- In Kabinendruckhöhe (entsprechend 2438 m) sind Umgebungsdruck und Sauerstoffpartialdruck *um* etwa ein Viertel ihres Ausgangswertes vermindert.
- Oberhalb von 6000 m Höhe ist auch beim Gesunden mit dem gelegentlichen Einsetzen der Schnappatmung zu rechnen.

Vernimmt ein verantwortungsbewusster Arzt nach dem Genuss zweier Gläser Rotwein den Ausruf „Ist ein Arzt an Bord?“...

- darf er sich nicht mehr melden, da in 90% der Notfälle an Bord ein komplexes notfallmedizinisches Krankheitsbild vorliegt, das er nicht beherrschen würde.
- ist er zur Hilfeleistung verpflichtet, da die zu erwartende Nothilfe nach 323c StGB (unterlassene Hilfeleistung) nicht als unmöglich oder unzumutbar einzustufen ist.
- sollte er sich nur melden, wenn sein Sitznachbar, Richter am Bundesgerichtshof, mehr als 2 Gläser Rotwein getrunken hat.
- darf er sich nicht melden, da er die Heilkunst nicht mehr im Geradeausflug ausüben kann.
- darf er sich nicht melden, weil er einen schweren Verstoß gegen das Nüchternheitsgebot im ärztlichen Bereitschaftsdienst begangen hat.

Die Einführung der Druckkabinen in die Verkehrsluftfahrt...

- führte zu einer wesentlichen Erhöhung des Treibstoffverbrauches der Passagierflugzeuge.
- führte zur Zunahme der Spontanpneumothoraxrate an Bord von sog. „Raucherflügen“.

- war eine unabdingbare Voraussetzung für die Annehmlichkeiten des heutigen Reiseverkehrs. Ihre Einführung in Deutschland erfolgte bei Lufthansa 1955 mit der Lockheed Super Constellation.
- stellte die althergebrachte Ordnung der flugmedizinischen Zoneneinteilung auf den Kopf und führte zu einer tiefen Spaltung höhenphysiologischer Glaubensrichtungen.
- trägt wesentlich zur Verwechslungsgefahr von Sauerstoffsättigung und Sauerstoffpartialdruck bei.

Nach Genuss einer walnusshaltigen Nachspeise zeigt ein Passagier die Symptome eines allergischen Schocks. Folgende Medikamente aus dem Ampullarium des „doctors kit“ sind am besten für eine Notfallbehandlung geeignet:

- Amiodaron 150 mg, Heparin-Natrium 5000 i.E., Aspirin 500 mg.
- Esketamin 50 mg, Haloperidol 5 mg, Glukose 40%.
- Prednisolon 250 mg, Clemastin 2 mg, Ranitidinhydrochlorid 50 mg, Metoprolol 5 mg.
- Prednisolon 250 mg, Clemastin 2 mg, Ranitidinhydrochlorid 50 mg, Adrenalin 1:1000 Lsg.
- Reproterol 0,09 mg, Theophyllin 200 mg, Midazolam 5 mg.

Ein Passagier zeigt eine schwere Vigilanzbeeinträchtigung, profuses Schwitzen und Atemnot. Im Monitoring durch den AED findet sich eine regelmäßige Breitkomplextachykardie um 170 bpm. Welche Therapiestrategie ist möglich?

- Synchronisierte Kardioversion unter Kurznarkose mit Ketanest S.
- Unsynchronisierte Kardioversion ohne Kurznarkose als Notvornahme.
- Ärztlich autorisierte Defibrillation im „override mode“.
- Bei Erfordernis Amiodaron-Gabe und schnellstmögliche Zwischenlandung zur weiteren klinischen Versorgung.
- Kühlung des Patienten mit Eis und Getränken aus der Bordküche, um die Erfordernistachykardie durch Senkung des Grundumsatzes zu reduzieren.

Ein Patient klagt über akut aufgetretenes retrosternales Druckgefühl, Dyspnoe und profuses Schwitzen. Nach Nitratgabe bessern sich die Beschwerden geringfügig. Welche Aussage ist zutreffend?

- Wegen fehlender Troponinteste ist keine valide Aussage zur akuten Vitalgefährdung des Patienten möglich. Der Flug kann unter Reduktion von Reisegeschwindigkeit und Vibrationen fortgesetzt werden.

- Bei Fehlen eines 12-Kanal-EKGs kann auch der beste Kardiologe keine adäquate Behandlungsempfehlung geben. Der Kapitän trägt die Entscheidung zur Weiterbehandlung.
- Mit Bordmitteln kann eine konservative Behandlung des ACS eingeleitet werden (ASS 500, Heparin, β -Blockade, Sedierung, Analgesie). Mit dem Kapitän wird eine schnellstmögliche Diversions- zu einem geeigneten Ausweichflughafen besprochen. Der Arzt stellt Reanimationsbereitschaft her.
- Der Kapitän wird angewiesen, die Flughöhe umgehend auf maximal 2000 m zu reduzieren.
- Mit Bordmitteln ist keine Hilfe möglich, es wird ein Geistlicher („priest on board“, POB) ausgerufen

Eine 50-jährige adipöse Frau bricht bewusstlos zusammen, nachdem sich plötzlich Symptome einer schwersten Atemnot und thorakale Beklemmung gezeigt haben. Kopf und obere Hälfte des Thorax sind zyanotisch, die Halsvenen gestaut, feinblasige pulmonale Rasselgeräusche bestehen nicht. Welche Aussage trifft am besten zu?

- Die Entscheidung zur rt-PA-Lyse trifft alleine der Arzt, da er der Sachkundige an Bord ist.
- Die Entscheidung zur rt-PA-Lyse trifft alleine der Kapitän, da er die alleinige Entscheidungsgewalt an Bord besitzt.

- Die Behandlung umfasst mitunter Antikoagulation mit Heparin (ggf. + ASS), nötigenfalls fraktionierte Adrenalin-gabe, ITN mit Ketamin/Dormicum sowie Herzdruckmassage. Sauerstoffgabe, AED-Monitoring. Schnellstmögliche Diversion. Ein Thrombolytikum ist an Bord nicht verfügbar.
- Die Behandlung erfolgt mittels Nitrospray, Metoprolol-Gabe und Ulkusprophylaxe mittels Phosphalugel.
- Ein umgehender Extraktionsversuch einer aspirierten Erdnuss mittels Intubation und Magill-Zange ist angezeigt. Bis dahin stringentes Monitoring mit dem AED und aufmunternde verbale Intervention zur Erhaltung der Spontanatmung.

Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate auf CME.springer.de verfügbar. Den genauen Einsendeschluss erfahren Sie unter CME.springer.de