

## HÖHEN-AUFENTHALT UND HÖHEN-BEDINGTE ERKRANKUNGEN

### Informationen für Beschäftigte und Reisende

#### Das Wichtigste in Kürze

Mit zunehmender Höhe nehmen neben Temperatur und Luftfeuchtigkeit insbesondere Luftdruck und damit Sauerstoffpartialdruck ab.

Die höhenbedingte Hypoxie (Sauerstoffmangel) erfordert eine langsame Anpassung an das Höhenmilieu.

Zu schnelles Aufsteigen begünstigt höhenbedingte Erkrankungen wie akute Bergkrankheit (AMS), Höhenhirnödem (HACE) und Höhenlungenödem (HAPE), die akut lebensbedrohlich sein können.

Umgehende Maßnahmen wie Sauerstoffgabe, medikamentöse Therapie und sofortiger Abstieg können lebensrettend sein.

Weitere höhenbedingte Veränderungen sind weniger bedrohlich.

#### Das Höhenmilieu

Der Luftdruck entspricht dem Gewicht der Luftsäule auf die darunter liegende Fläche. Mit zunehmender Höhe nimmt der Luftdruck entsprechend exponentiell ab, er halbiert sich alle 5.500 m. Damit einhergehend verringert sich auch der Partialdruck des Sauerstoffs (dem Anteil von 21 % an der Luft entsprechender Teildruck des Sauerstoffs, also 21 % vom Umgebungsdruck), die Konzentration bleibt aber immer bei 21 %. Somit kommt es bei Höhenexposition unweigerlich zum Sauerstoffmangel (Hypoxie). Dieser wird durch verschiedene Mechanismen kompensiert, u.a. akut durch Hyperventilation (Zunahme von Atemfrequenz und Atemtiefe), Eindickung des Bluts durch Mehrausscheidung von Flüssigkeit und auf längere Sicht Mehrproduktion von roten Blutkörperchen. Die körperliche Leistungsfähigkeit nimmt ab einer Höhe von 1.500 m um ca. 10 % pro 1.000 Höhenmeter ab. Weitere Veränderungen sind Abnahme von Lufttemperatur (Abnahme von ca. 0,7 °C/ 100 Höhenmeter bei feuchter und 1 °C/ 100 Höhenmeter bei trockener Luft) und Luftfeuchtigkeit.

#### Begleitumstände:

Wie in vielen anderen Gegenden, die Reisende außerhalb Europas oder sogar bereits außerhalb ihres Heimatlandes aufsuchen, ist in vielen vom Bergtourismus aufgesuchten Gebieten keine der deutschen Notfallmedizin vergleichbare Notfallversorgung verfügbar. Teilweise gibt es Versorgungsmöglichkeiten, die durch private Initiative von Enthusiasten geschaffen wurde. Eine Rettung mit dem Helikopter ist schon aufgrund der Höhe häufig nicht möglich, wenn ja ist häufig im Voraus eine Kostenübernahme erforderlich. Gewissenlose Touristen, die das Gesundheitssystem von Entwicklungsländern durch Zahlungsverweigerung nach erfolgter Rettung belastet haben, sind häufig für diese rigide Politik verantwortlich zu machen. Durch entsprechende Vorbereitungsmaßnahmen können aber viele Gefahren minimiert werden, die Versicherungsnummer für eine Reiserückholversicherung kann ggf. bei der jeweiligen Botschaft oder einer entsprechenden Stiftung (z.B. Himalaya Rescue Organisation in Kathmandu für Nepal) für den Notfall hinterlegt werden. Träger und Packtiere können für evtl. Patiententransport häufig vor Ort rekrutiert werden.

#### Höhenakklimatisation

Bei Höhenexposition ist eine Akklimatisation erforderlich. Diese Vorgänge können schon ab 1.500 m beginnen, ab einer Schwelle von ca. 2.000 – 2.500 m sollte zunächst auf dieser Höhe einige Tage verweilt werden. In den ersten Tagen sollten keine anaeroben Belastungen erfolgen, der Puls sollte

ca. 130/min nicht überschreiten. Ab dieser Schwellenhöhe sollte man immer so tief wie möglich schlafen und die Schlafhöhe (die Höhe in der geschlafen wird) um nicht mehr als 300 m täglich steigern. Alle 1.000 m sollte eine Extranacht eingelegt werden. Sind aus topographischen Gründen stärkere Anstiege der Schlafhöhe erforderlich, dann sollten ebenfalls Extranächte eingelegt werden. Die Tageshöhen (die Höhen, die auf Fußmärschen erreicht werden) dürfen ruhig höher sein so lange die Schlafhöhenregeln befolgt werden. Dies kann sogar einen Akklimatisationsreiz darstellen. In Höhen oberhalb 5.300 m kann der Mensch über längere Zeit nicht überleben. Aus dem Gesagten wird klar, daß von Flügen in die Berge oder schnellen Transporten mit Seilbahn, Bus, PKW oder Eisenbahn abzuraten ist. Trinkmenge: pro 1.000 m Höhe Trinkmenge um ca. 1 l erhöhen. Ernährung: kohlenhydratreiche Kost. Kleidung: nach dem Zwiebschalen-Prinzip mehrere Schichten von Funktionskleidung, die je nach Bedarf an- oder abgelegt werden können. Sonnenschutz durch Kopfbedeckung, starke Sonnenbrille, Sunblocker (LSF > 50) und Kleidung.

## Höhenbedingte Erkrankungen

Bei Nichtbeachtung der Akklimatisationsregeln (zu schneller Aufstieg) oder auch bei besonderer Anfälligkeit kann es zu höhenbedingten Erkrankungen kommen. Einige sind sehr häufig, einige potentiell lebensbedrohlich. Die wichtigsten werden beschrieben.

### 1. **Akute Bergkrankheit** (acute mountain sickness, **AMS**)

AMS kann bereits ab 6 – 8 Stunden Aufenthalt in Höhen oberhalb von 2.000 m für 6 auftreten. Sie ist häufig, die Häufigkeit ist abhängig von der Höhe und kann bis zur Hälfte der Bergreisenden mehr oder minder stark betreffen. Das Leitsymptom ist Kopfschmerz. Bei schwerer AMS sind diese durch Analgetika wie Ibuprofen nicht mehr zu lindern und Begleitsymptome wie Somnolenz, Schlafstörungen, Schwindel, Übelkeit und Erbrechen können hinzukommen.

#### Therapie:

- bei milder AMS eine Nacht auf gegenwärtiger Höhe verweilen. Erst weiter aufsteigen, wenn Beschwerden vorbei.
- Bei schwerer AMS Abstieg, notfalls passiver Abtransport, bereits nach wenigen hundert Metern können Betroffene beschwerdefrei werden

### 2. **Höhenhirnödem** (high altitude cerebral edema, **HACE**)

HACE tritt in Höhen oberhalb von 3.000 – 4.000 m nach ca. 48 Stunden Höhengenaufenthalt auf. Es handelt sich um ein höhenbedingtes Hirnödem („Wasser im Gehirn“). Typisch sind schwerste, therapieresistente Kopfschmerzen, außerdem kann es zu Bewußtseinsstörungen kommen. Leitsymptom ist die Ataxie (Betroffene sind nicht mehr in der Lage, mit geschlossenen Augen geradeaus zu gehen). Es besteht akute Lebensgefahr!

#### Therapie:

Oberkörperhochlagerung, Sauerstoff, passiver Abtransport in niedrigere Höhen (mindestens bis dorthin, wo der Patient zuletzt beschwerdefrei war. Soweit vorhanden und sofern eine niedrigere Höhe nicht schnell genug erreicht werden kann, kann der Patient in einer Gamow / CERTEC Bag behandelt werden. Hierbei handelt es sich um eine aus einem großen, zylinderförmigen Gummisack bestehende, transportable Druckkammer, die mit einer Handpumpe aufgepumpt werden muß und eine niedrigere Höhe simuliert. Der Patient kann in dieser auch transportiert werden. Medikamentös ist Dexamethason (initial 8 mg, dann alle 6 h 4 mg p.o.) wirksam.

### 3. **Höhenlungenödem** (high altitude pulmonary edema, **HAPE**)

HAPE tritt meist in Höhen oberhalb von 3.000 m nach ca. 48 Stunden Höhengenaufenthalt auf. Es handelt sich um ein höhenbedingtes Lungenödem („Wasser in der Lunge“). Der entscheidende pathogenetische Faktor ist eine angeborene Neigung zu überschießender und ungleichmäßige Druckerhöhung in den arteriellen Gefäßen der Lunge aufgrund der Hypoxie). Typisch sind Atemnot und rasselnde Atemgeräusche, die bei starker Ausprägung auch auf Distanz zu hören sind. Leitsymptom ist ein Leistungseinbruch. Es besteht akute Lebensgefahr!

### Therapie:

Oberkörperhochlagerung, Sauerstoff, passiver Abtransport in niedrigere Höhen (mindestens bis dorthin, wo der Patient zuletzt beschwerdefrei war. Soweit vorhanden und sofern eine niedrigere Höhe nicht schnell genug erreicht werden kann, kann der Patient in einer Gamow / CERTEC Bag behandelt werden. Hierbei handelt es sich um eine aus einem großen, zylinderförmigen Gummisack bestehende, transportable Druckkammer, die mit einer Handpumpe aufgepumpt werden muß und eine niedrigere Höhe simuliert. Der Patient kann in dieser auch transportiert werden. Medikamentös ist Nifedipin retard 20 mg p.o. alle 6 h wirksam.

4. Weitere höhenbedingte Veränderungen sind z.B. höhenbedingte Netzhautblutungen und das periphere Höhenödem (periphere Ödeme (Wasseransammlung im Gewebe) an abhängigen Körperpartien) und. Diese sind nicht bedrohlich und erfordern keine besonderen Maßnahmen. Ringe etc. sollten jedoch nicht getragen werden. Höhenreizhusten ist ein häufiges Symptom, Codein sollte hierbei nicht eingesetzt werden. Strahlenschäden sind durch konsequenten Sonnenschutz zu vermeiden.  
Thromboembolische Erkrankungen als mit die häufigsten nicht-traumatischen letalen Notfälle in der Höhe sind durch ausreichende Flüssigkeitszufuhr zu vermeiden. Bei entsprechenden Beschwerden sind ein passiver Abtransport und ggf. (so vorhanden) Heparin-Gabe zu empfehlen.

### Prophylaxe der Höhenkrankheit

Für die Prophylaxe der höhenbedingten Erkrankungen sollten die höhentaktischen Akklimatisationsregeln strikt beachtet werden.

Die Höhenkrankheit ist ein besonderes Risiko für Reisende in Eile!

Für Sonderfälle kann eine medikamentöse Prophylaxe erwogen werden. Die allgemeine Verwendung von Azetazolamid (z.B. Diamox® (Achtung: in Deutschland vom Markt genommen), 2 x 125 mg für 2 – 3 Tage) ist umstritten. Es erleichtert die Höhenakklimatisation und soll nicht zum vermehrten Auftreten von HAPE oder HACE führen. Allerdings sollte bei Symptomen nicht im Gefühl falscher Sicherheit weiter aufgestiegen werden. Auch als „Doping“ für Reisende, die von ihrer Konstitution eigentlich für die Höhe nicht geeignet sind, sollte es nicht eingesetzt werden. Azetazolamid ist insbesondere für schnell notwendig werdende Höhenexposition sinnvoll, z.B. bei Bergrettungspersonal im Einsatz oder bei besonders für höhenbedingte Gesundheitsstörungen anfällige Personen. Bei Sulfonamid-Allergie sollte es nicht eingenommen werden. Auch weitere medikamentöse Prophylaxe (z.B. Phosphodiesterase-Hemmer, Nifedipin retard, Dexamethason) sollte allenfalls unter höhenmedizinischer Betreuung in Erwägung gezogen werden. Bei allen genannten Medikamenten ist zu beachten, daß diese für diese Verwendung nicht ausdrücklich zugelassen sind und deshalb „off label“ eingesetzt werden. Entsprechende Aufklärung ist nötig.

- ⇒ Ab 2000 - 2500m Höhentaktik zur Akklimatisation beachten: Schlafhöhe so niedrig wie möglich, täglich um max. ca. 300 m steigern. Die tagsüber erreichte Höhe darf ruhig höher sein („Hoch steigen – tief schlafen“). Alle 1.000 m ein zusätzlicher Rasttag. Pro 1.000 Höhenmeter 1 l Wasser zusätzlich trinken.
- ⇒ Nie zu schnell zu hoch steigen !
- ⇒ Nur beschwerdefrei weiter aufsteigen !
- ⇒ In der Höhe sind alle Gesundheitsstörungen zunächst als höhenbedingt anzusehen → nicht bagatellisieren. Reisende mit falschem Durchhaltewillen gefährden sich und die anderen !

- ⇒ Höhenkranke nie allein lassen !
- ⇒ Rasche, motorisierte Aufstiege auf dem Land- oder Luftweg auf über 3500m Höhe (Hubschrauber etc.) sind möglichst zu vermeiden. Während der ersten Tage nach Ankunft in großer Höhe sollten körperliche Aktivitäten auf ein Minimum reduziert werden.

### Mitnehmen auf Hochgebirgstouren

- ⇒ Namen und Lage der Polizei- und Militärstationen in der Region (möglichst auch mit lokalen Namen, in lokaler Schrift), Angaben über Rettungsmöglichkeiten (Organisationen, Militär, Vertretungen Deutschlands) und deren Erreichbarkeit.
- ⇒ Auch bei guter (langsamer) Höhenanpassung gehören zur Ausrüstung - insbesondere von Trekking- und Bergsteiger-Gruppen in gefährlichen Höhen:
  - ✓ Sauerstoffflaschen für mindestens 12 Stunden Beatmung, mit Manometer und Flußmesser (d.h. etwa 3 Flaschen à jeweils 1.000 Liter; Vorsicht vor Leihflaschen → Füllungszustand? Gas-Art? Qualität?).
  - ✓ Gamow Bag / CERTEC Bag, eine Art "hyperbare Kammer" für schwer Erkrankte (aufblasbarer Rettungssack aus Plastik mit Handpumpe, in dem der Patient transportiert werden kann → vor Abmarsch Dichtigkeit und Funktion der Handpumpe prüfen!); Bezug z.B. über CERTEC, F-69210, Sourciex Les Mines.
  - ✓ Medikamente (Anwendung nur auf ärztliche Aufforderung und unter Aufsicht! Für den Notfall sollten alle Expeditionsteilnehmer jedoch über die Anwendung Bescheid wissen!)

**An ortskundigen Führern, an ausreichend Trägern und an Zeit für die Höhenakklimatisation nicht sparen!**

### **Weiterführende Literatur:**

Küpper T, Ebel K, Gieseler U (Hrsg): Moderne Berg- und Höhenmedizin. Gentner Verlag, Stuttgart  
 Berghold F, Brugger H, Burtscher M et al (Hrsg): Alpin- und Höhenmedizin. Springer-Verlag, Wien  
 Siedenburg J: Kompendium Flug- und Reisemedizin. BOD, Norderstedt

### **Bitte beachten Sie neben unserem generellen Haftungsausschluss den folgenden wichtigen Hinweis:**

Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit der medizinischen Informationen sowie eine Haftung für eventuell eintretende Schäden kann nicht übernommen werden. Für Ihre Gesundheit bleiben Sie selbst verantwortlich.

Die Angaben sind:

- zur Information medizinisch Vorgebildeter gedacht. Sie ersetzen nicht die Konsultation eines Arztes;
- auf die direkte Einreise aus Deutschland in ein Reiseland, insbes. bei längeren Aufenthalten vor Ort zugeschnitten. Für kürzere Reisen, Einreisen aus Drittländern und Reisen in andere Gebiete des Landes können Abweichungen gelten;
- immer auch abhängig von den individuellen Verhältnissen des Reisenden zu sehen. Eine vorherige eingehende medizinische Beratung durch einen Arzt / Tropenmediziner ist im gegebenen Fall regelmäßig zu empfehlen;
- trotz größtmöglicher Bemühungen immer nur ein Beratungsangebot. Sie können weder alle medizinischen Aspekte abdecken, noch alle Zweifel beseitigen oder immer völlig aktuell sein.