

# Akute Höhenkrankheit: Ein Update über die Prinzipien der Pathophysiologie, Prävention und Therapie

*Acute High-Altitude Illness: Updated Principles of Pathophysiology, Prevention, and Treatment*

ACCEPTED: June 2020

PUBLISHED ONLINE: November 2020

Berger MM, Schiefer LM, Treff G, Sareban M, Swenson ER, Bärtsch P. Acute high-altitude illness: updated principles of pathophysiology, prevention, and treatment. *Dtsch Z Sportmed.* 2020; 71: 267-274. doi:10.5960/dzsm.2020.445

1. UNIVERSITY HOSPITAL ESSEN, Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Essen, Germany
2. UNIVERSITY HOSPITAL SALZBURG, Paracelsus Medical University, Department of Anesthesiology, Perioperative and General Critical Care Medicine, Salzburg, Austria
3. UNIVERSITY HOSPITAL ULM, Division of Sports and Rehabilitation Medicine, Ulm, Germany
4. PARACELUS MEDICAL UNIVERSITY SALZBURG, University Institute of Sports Medicine, Prevention and Rehabilitation and Research Institute of Molecular Sports Medicine and Rehabilitation, Salzburg, Austria
5. UNIVERSITY OF WASHINGTON, Pulmonary, Critical Care and Sleep Medicine, VA Puget Sound Health Care System, Seattle, WA, USA
6. UNIVERSITY HOSPITAL HEIDELBERG, Department of Internal Medicine, Heidelberg, Germany

## Akute Höhenkrankheit

Nach einem akuten Aufstieg in Höhen >2500-3000 m besteht bei fehlender Akklimatisation das Risiko, eine der drei Formen der akuten Höhenkrankheit zu erleiden (Tabelle 1): Die akute Bergkrankheit (ABK), das Höhenhirnödem (HHÖ) und das Höhenlungenödem (HLÖ). Die ABK ist in der Regel selbst-limitierend, wohingegen das HHÖ und HLÖ lebensbedrohliche Erkrankungen darstellen, die einer sofortigen Therapie bedürfen.

Das zentrale Element in der Pathophysiologie aller 3 Formen der akuten Höhenkrankheit stellt ein nicht ausreichend kompensierter Sauerstoffmangel dar. Die Hauptrisikofaktoren der akuten Höhenkrankheit sind die erreichte absolute Höhe, die Aufstiegs geschwindigkeit, das Ausmaß der Vorakklimatisation sowie die individuelle Anfälligkeit. Nicht-akklimatisierte Ausdauersportler ( $\dot{V}O_2\text{max} > 65 \text{ ml/kg/min}$ ) scheinen am ersten Tag der Höhenexposition eine erhöhte Anfälligkeit für die ABK aufzuweisen.

## Akute Bergkrankheit und Höhenhirnödem

Das Kardinalsymptom der ABK sind Kopfschmerzen, die von mindestens einem weiteren unspezifischen Symptom (Appetitlosigkeit, Übelkeit, Erbrechen, Schwindel, Abgeschlagenheit) begleitet werden. Das HHÖ geht in der Regel aus einer ABK hervor und ist durch Ataxie und Bewusstseinsstrübung gekennzeichnet. Verschiedene Studien weisen darauf hin, dass die Symptome der ABK nach der ersten Nacht in einer vorgegebenen Höhe ihr Maximum erreichen. Basierend auf eigenen Arbeiten zeigen wir in der vorliegenden Übersichtsarbeit auf, dass es jedoch unterschiedliche Zeitverläufe gibt, mit denen sich die ABK entwickelt. Während etwa 40% der an einer ABK erkrankten Individuen das Symptom-Maximum am ersten Tag erreichen, ist dies bei etwa 40% der Betroffenen am Tag 2, und bei etwa 20% der Individuen am Tag 3 oder später der Fall. Die Ursache der unterschiedlichen Zeitverläufe der ABK könnte in der individuellen Bedeutung und Geschwindigkeit verschiedener pathophysiologischer Prozesse liegen, mit denen sich eine Hypoxämie entwickelt. Das aktuelle Verständnis der Pathophysiologie der ABK, welches mit den unterschiedlichen Zeitverläufen dieses Krankheitsbildes vereinbar ist, ist in Figure 2 im englischen Artikel dargestellt.

## Höhenlungenödem

Die typischen Zeichen eines HLÖ sind ein inadäquater Leistungsabfall, Anstrengungsdyspnoe sowie ein trockener Husten unter Belastung. Im Zentrum der Pathophysiologie des HLÖ steht eine überschießende hypoxische pulmonale Vasokonstriktion (HPV), die zu einem gesteigerten pulmonalvaskulären Druckanstieg in Hypoxie führt. Der hohe hydrostatische Druck in den Lungengefäßen führt zum Abpressen von Flüssigkeit in das Lungeninterstitium und die Alveolen. Ursache der gesteigerten HPV ist eine sich in Hypoxie entwickelnde endotheliale Dysfunktion, die mit einer verminderten Bioverfügbarkeit von Stickstoffmonoxid sowie einer gesteigerten Produktion von Endothelin-1 und Sauerstoffradikalen einhergeht. Ist zusätzlich die Kapazität der alveolären Flüssigkeitsresorption vermindert, wird die Entwicklung eines HLÖ begünstigt.

In dieser Arbeit werden die klinischen Erscheinungsbilder, Epidemiologien und das aktuelle Verständnis der pathophysiologischen Konzepte der ABK, des HHÖ und HLÖ dargestellt. Anschließend werden die pharmakologischen und nicht-pharmakologischen Prinzipien dieser drei Krankheitsentitäten beleuchtet. Die Arbeit fasst die Grundlagen für eine kompetente, individuelle Höhenberatung zusammen.

Tabelle 1

Faktoren, die die unterschiedlichen Zeitverläufe der akuten Bergkrankheit (ABK) in einer gegebenen Höhe beeinflussen können, wenn kein weiterer Aufstieg erfolgt (gemäß (11)).

ZEITVERLAUF DER ABK	BEEINFLUSSENDE FAKTOREN
Typ I	(Über-)Anstrengung Medikamenteneinnahme zur Linderung von AMS-Symptomen Autonomes Ungleichgewicht/ parasymphatische Überaktivität Höhere Stoffwechselrate führt zu höherem Sauerstoffverbrauch
Typ II	Ausgeprägte nächtliche Enttächtigungen Einschränkung des zerebralen venösen Abflusses Abgeschwächter Atemantrieb in Hypoxie
Typ III	Langsame ventilatorische Akklimatisation Subklinisches Lungenödem



Article incorporates the Creative Commons Attribution – Non Commercial License. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



QR-Code scannen und Artikel online lesen.

### KORRESPONDENZADRESSE:

Marc Moritz Berger, MD, DESA  
Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine  
University Hospital Essen  
Hufelandstr. 55, 45147 Essen, Germany  
✉: Marc.Berger@uk-essen.de