

Institut für Arbeits- und Sozialmedizin (Direktor: Prof. Dr. med. Thomas Kraus), RWTH Aachen¹, Medizinische Kommission der Union Internationale des Associations d'Alpinisme (UIAA MedCom)², Klinik für Innere Medizin, Diakonissenkrankenhaus Speyer³, Abteilung für Orthopädie und Unfallchirurgie, Klinikum Bamberg⁴, Klinik für Unfallchirurgie (Leiter: Prof. Dr. med. Friedrich F. Hennig), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg⁵

Vorakklimatisierung in Hypoxiekammern für Aufenthalte in großer Höhe

Th. Küpper^{1,2}, U. Gieseler^{2,3}, V. Schoeffl^{2,4,5}

(eingegangen am 02.12.2011, angenommen am 02.03.2012)

Abstract/Zusammenfassung

Pre-acclimatisation in hypoxic chambers for stays at high altitude

More and more people go to high altitude without enough time for proper acclimatization. If there is a lack of time for any reason hypoxic chambers may be used for pre-acclimatisation to avoid altitude diseases. Since there are different protocols and the data differ, there is no general consensus about the standard how to perform pre-acclimatisation by simulated altitude. We review different types of exposure and present target groups which may benefit from pre-acclimatisation. We suggest as the current method of choice the performance of pre-acclimatisation by sleeping some nights at a simulated altitude which follows the altitude profile of the "Gold Standard" for high altitude acclimatisation. Until there are more detailed data about in-

termittent hypoxia this method should provide the best effect.

Keywords: acclimatisation – hypoxia – isobaric hypoxia – acute altitude sickness

Vorakklimatisierung in Hypoxiekammern für Aufenthalte in großer Höhe

Immer mehr Personen suchen große Höhen auf, ohne sich die notwendige Zeit zur Akklimatisierung zu nehmen. Falls tatsächlich ein objektiver Zeitmangel aus irgendeinem Grunde besteht, kann bereits vor dem Unternehmen eine (Teil-)Akklimatisierung durch den Aufenthalt in einer Hypoxiekammer erreicht werden. Allerdings differieren die bislang vorliegenden Studiendaten deutlich und

deshalb konnte bislang kein Konsens über den „Gold Standard“ eines solchen Vorgehens in simulierter Höhe erreicht werden. Diese Übersichtsarbeit gibt einen Überblick über die verschiedenen Verfahren und stellt mögliche Zielgruppen dar, die von Vorakklimatisierung profitieren können. Als derzeitige Methode der Wahl wird vorgeschlagen, dass die Vorakklimatisierung durch den Aufenthalt in Hypoxie über mehrere Nächte erreicht werden soll. Das simulierte Höhenprofil sollte dabei den internationalen Empfehlungen folgen. Bis genauere Daten über die intermittierende Hypoxie vorliegen, dürfte dieses Vorgehen den besten Erfolg gewährleisten.

Schlüsselworte: Akklimatisierung – Hypoxie – isobare Hypoxie – akute Höhenkrankheit

Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 2012; 47: 413–419

► Einleitung

Ein Aufenthalt in großer (3500–5300 m) oder extremer Höhe (> 5300 m) wird zunehmend Normalität für große Bevölkerungsteile. Im Alpenraum suchen jährlich etwa 40 Mio. Personen entsprechende Höhenlagen auf (Küpper et al. 2010), etwa 30 000 Trekker mit einem mittleren Alter von etwa 43 Jahren besuchen jährlich die Solo Khumbu/Mt. Everest Region (Abb. 1) und bis zu 60 000 Trekker umrunden jährlich die Annapurna (Lechner 2012; Hettlich 2011). Beide Treks erreichen Höhen über 5400 m und führen durch geringe Infrastruktur, aber in wenigen Tagen befindet sich der Reisende oberhalb der 4000-m-Marke.

In den meisten Fällen wird zu schnell zu hoch gestiegen, insbesondere bei organisierten Reisen. Dies führt dazu, dass

das individuelle Risiko eines tödlichen Höhenzwischenfalls ca. 5-mal höher bei organisierten Reisen ist als bei Individualtouristen (Shlim u. Gallie 1992). Aber die Gruppe der Betroffenen geht weit darüber hinaus, z. B. durch Geschäftsleute die nach Colorado oder Südamerika reisen, Kulturtourismus zu Inkastätten oder tibetischen Klöstern, Wissenschaftler der Teleskope auf Hawaii oder dem Cachiatior Plateau in Chile. Einige Minen in Chile liegen in 5300 m Höhe.

| MONTH | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| JAN. | 553 | 594 | 474 | 579 | 235 | 447 | 592 | 446 | 486 | 566 | 613 | 576 | 721 | 618 | | | | | |
| FEB. | 708 | 781 | 876 | 682 | 496 | 518 | 751 | 524 | 455 | 592 | 252 | 153 | 923 | 993 | | | | | |
| MAR. | 1863 | 2255 | 2883 | 2540 | 1995 | 1802 | 2636 | 2348 | 1977 | 3029 | 3588 | 3041 | 3576 | 3518 | | | | | |
| APR. | 2794 | 3440 | 4238 | 3834 | 2313 | 3759 | 3814 | 2458 | 3433 | 4219 | 4661 | 4513 | 5112 | 6651 | | | | | |
| MAY. | 1108 | 1408 | 1293 | 1313 | 692 | 1624 | 1301 | 937 | 886 | 1679 | 1884 | 1824 | 2134 | 2335 | | | | | |
| JUNE | 142 | 115 | 61 | 145 | 90 | 221 | 127 | 201 | 110 | 284 | 297 | 238 | 431 | 4134 | | | | | |
| JULY. | 94 | 153 | 39 | 114 | 78 | 77 | 160 | 204 | 184 | 209 | 294 | 219 | 349 | 241 | | | | | |
| AUG. | 195 | 315 | 145 | 203 | 126 | 152 | 183 | 260 | 352 | 224 | 450 | 509 | 421 | 403 | | | | | |
| SEP. | 1103 | 1521 | 1196 | 1160 | 877 | 1253 | 976 | 1016 | 1190 | 1458 | 2135 | 2135 | 2301 | 2374 | | | | | |
| OCT. | 5987 | 7463 | 7537 | 6440 | 3530 | 5470 | 6390 | 6244 | 6595 | 7709 | 9260 | 8331 | 9407 | | | | | | |
| NOV. | 3964 | 4533 | 4862 | 3479 | 2488 | 3714 | 3208 | 3448 | 3928 | 4188 | 4830 | 4749 | 5056 | | | | | | |
| DEC. | 1513 | 2183 | 1681 | 1081 | 866 | 1183 | 1098 | 984 | 1039 | 1373 | 1503 | 1596 | 1593 | | | | | | |
| TOTAL | 20084 | 26301 | 25791 | 21570 | 13786 | 19100 | 21396 | 19009 | 20004 | 23884 | 30181 | 28994 | 32124 | | | | | | |

Abb. 1: Die Besucherzahlen der Solo-Khumbu-/Mt. Everest-Region 1998–2009 (mit freundlicher Genehmigung der Verwaltung des Sagharmatha National Parks, Nepal)

Fig. 1: Numbers of visitors to the Solo-Khumbu/Mt. Everest region 1998–2009 (with courtesy of the administration of the Sagharmatha National Park, Nepal)