

## Veränderung des normalen Sauerstoffpartialdrucks Macht Sauerstoff krank?

Stefan Schröder<sup>1</sup>, Stefan Wiese<sup>2</sup>, Andreas Koch<sup>3</sup>, Stefan Weber<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin am Westküstenklinikum Heide

<sup>2</sup>Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin der Universität Aachen

<sup>3</sup>Schiffahrtsmedizinisches Institut der Marine, Abteilung Sportmedizin, Kiel-Kronshagen

<sup>4</sup>Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin der Universität Bonn

NOTFALL & HAUSARZTMEDIZIN 2006; 32: 436–437



Stefan Schröder

Sauerstoff ist lebenswichtig für uns Menschen. Änderungen des Sauerstoffpartialdrucks außerhalb teilweise stark variierender intra- und interindividueller Grenzbereiche führen schnell zu nachteiligen Effekten für den menschlichen Organismus.

Die atmosphärische Luft enthält unter normalen Bedingungen 21 Vol.% Sauerstoff. Dieser Volumenanteil entspricht einem Partialdruck von 213 mbar. Der Organismus ist in der Lage, sich an einen erniedrigten oder erhöhten Sauerstoffpartialdruck in begrenztem Umfang anzupassen. Sinkt der Sauerstoffpartialdruck ab, so kann eine Hypoxie auftreten. Wird der Sauerstoffpartialdruck erhöht, kann Sauerstoff eine giftige Wirkung auf den Organismus entfalten.

### Langsame Verminderung der Sauerstoffspannung

Eine langsame Verminderung der normalen Sauerstoffspannung wird durch Anpassungsreaktionen bis zu einem gewissen Grad ausgeglichen. Durch die Vertiefung und Beschleunigung der Atmung, durch Zunahme des Hämoglobingehalts der roten Blutkörperchen, durch Vermehrung der Blutkörperchenzahl und der Gesamtblutmenge erfolgt eine Anpassung an einen erniedrigten Sauerstoffpartialdruck. Derartige Vorgänge

spielen sich dann ab, wenn sich beispielsweise Menschen bei länger dauernden Hochgebirgsexpeditionen allmählich, über Tage und Wochen, an den Aufenthalt in immer größeren Höhen gewöhnen.

### Rasche Erniedrigung des Sauerstoffpartialdrucks

Wird der Sauerstoffpartialdruck rasch erniedrigt, zum Beispiel bei Höhenflügen, bei Ballonfahrten oder bei Aufstiegen mit Seilbahnen, stellt sich mit großer individueller Schwankungsbreite in Höhen ab 3000 m die so genannte Höhenkrankheit ein. Die Symptome der Höhenkrankheit – anfangs ein Gefühl von Euphorie, Konzentrations- und Koordinationsstörungen, später Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Bewusstlosigkeit und Krampfanfälle – sprechen dafür, dass die gegen Sauerstoffmangel besonders empfindlichen Zellen des Gehirns am stärksten betroffen werden.

### Erhöhter Sauerstoffpartialdruck

Ein erhöhter Sauerstoffpartialdruck, zum Beispiel beim Tauchen in Abhängigkeit des benutzten Atemgasgemisches und beim Überschreiten von Tiefenbegrenzungen, kann zu

Störungen des Zentralen Nervensystems und der Lungenfunktion führen. Die toxischen Auswirkungen von Sauerstoff sind abhängig von der Expositionsdauer, der Höhe des Partialdrucks und unterliegen einer ausgeprägten intra- und interindividuellen Schwankungsbreite. Dabei können Symptome wie Schwindel, Sehstörungen, Unruhe, Zuckungen um Mund und Augen bis hin zum generalisierten Krampfanfall mit Bewusstlosigkeit auftreten. Im Bereich der Lunge kommt es nach mehreren Stunden normobarer Sauerstoffatmung zu einer Schwellung und Verdickung der Alveolarmembran sowie auch der Wände der Lungengefäße. Dies kann schlussendlich zu einer Zerstörung der Alveolen führen und damit eine Hypoxie durch Diffusionsstörungen begünstigen.

Auf Grund dieser bekannten toxischen Nebenwirkungen von Sauerstoff werden für die Sporttaucherei Grenzen für den Sauerstoffpartialdruck angegeben: Dabei sollte ein maximaler Sauerstoffpartialdruck von 1,4 bar im kalten Wasser bei Anstrengung und weiteren Stressfaktoren und ein Sauerstoffpartialdruck von 1,6 bar im warmen Wasser ohne Anstrengung und ohne Stressfaktoren nicht überschritten werden.

In jüngster Zeit vermehren sich Anzeichen dafür, dass ein erhöhter Sauerstoffpartialdruck prinzipiell den programmierten Tod (Apoptose) von Abwehrzellen auslösen kann. Dies bedeutet, dass sich Zellen als Antwort auf Schlüsselsignale selbst töten. Im Sinne eines physiologischen Prozesses werden immunkompetente Zellen mittels Apoptose und anschließender Abräumung durch Fresszellen entsorgt. Wird die Apoptoserate von Leukozyten allerdings drastisch erhöht, kann dies – wie zum Beispiel bei AIDS und Sepsis – eine gravierende Abwehrschwäche zur Folge haben.

### Therapieform der Hyperbaren Oxygenierung

Bei der Therapieform der Hyperbaren Oxygenierung (HBO) werden im peripheren Blut hohe Sauerstoffpartialdrücke erreicht und damit unter anderem ein oxidativer Stress erzeugt. Oxidativer Stress kann die

**Abb. 1 Untersuchungen zur Sauerstofftoxizität unter Laborbedingungen**



**Abb. 2 Untersuchungen zur Sauerstofftoxizität während einer Druckkammerfahrt bei gesunden Probanden**



Apoptose, also den programmierten Tod von Lymphozyten, einleiten. Eigene Untersuchungen haben ergeben, dass HBO Apoptose von Lymphozyten in der Zellkultur induziert. Dabei wird nicht der rezeptorvermittelte Signalweg angesteuert, sondern die Apoptose durch eine Destabilisierung des Mitochondriums aktiviert. Möglicherweise kann durch die HBO-induzierte Apoptose eine temporäre Immunsuppression verursacht werden.

### Literatur

1. Weber SU, Schewe JC, Siekmann U, Koch A, Hoefft A, Stüber S, Schröder S. Hyperbarer Sauerstoff induziert bei Lymphozyten sowohl Apoptose als auch eine antiapoptische Gegenregulation. Hauptstadt-

kongress Anästhesiologie und Intensivmedizin, 06.–08.04.2006 (Abstrakt, Vortrag)  
2. Weber SU, Kankeleit J, Schewe JC, Siekmann U, Koch A, Schröder S, Hoefft A, Stüber F. Hyperbarer Sauerstoff induziert Apoptose von Lymphozyten durch eine mitochondriale Destabilisierung. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie, 17.–20.05.2006, Leipzig (Abstrakt, Poster)

### Anschrift für die Verfasser

PD Dr. Stefan Schröder  
Westküstenklinikum Heide  
Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin  
Esmarchstraße 50  
25746 Heide  
Tel.: 0481/785-2110  
Fax: 0481/785-1349  
E-Mail: Sschroeder@WKK-Hei.de