



PD Dr. med. Nikolaus Netzer
 FA für Lungenheilkunde – Höhenmediziner
 83043 Bad Aibling, Ghersburgstraße 9

Therapie- und Trainingszentrum der Salzburger Landeskliniken (SALK)

Paracelsus medizinische Privatuniversität Salzburg (PMU)

www.hermann-buhl-hypoxie.org

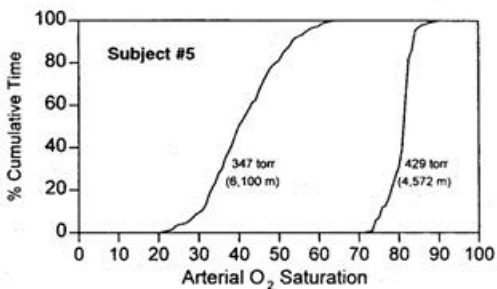


Die Geschichte der Höhenforschung zeigt, dass schon frühzeitig die positiven Effekte der Höhenluft in der Medizin Anerkennung fanden. Unter dem Begriff „Reizklima“ befürworteten Ärzte bereits am Ende des 19. Jahrhunderts einen Aufenthalt in den Bergen zur Genesung von Patienten. Dabei lag der Fokus vor allem auf Patienten mit Atemwegserkrankungen, die durch die „gute Bergluft“ deutliche Linderung ihrer Beschwerden erhalten sollten. Eine Erkenntnis, die man heute wieder vermehrt nutzt. Allerdings braucht man dafür nicht mehr in die Berge zu fahren, denn in Form von Klima- oder sogenannten Hypoxiekammern kommen die Berge zu uns ins Tal.

Die Therapiemöglichkeit mit Hypoxie, in denen Bedingungen wie sie im Gebirge herrschen simuliert werden können, ist eine wissenschaftlich erwiesene, nicht-medikamentöse und nicht-invasive (und daher nebenwirkungsfreie) Behandlungsmethode. Ideal eignet sich diese daher für Allergiker (insbesondere mit Asthma bronchiale), für chronische Bronchitis oder etwa Keuchhusten-Patienten. Speziell bei chronischen Erkrankungen oder wenn jemand für Infektionen besonders anfällig ist, wirkt sich diese Therapie sehr positiv aus, nicht zuletzt deswegen, weil die Betroffenen weniger Medikamente nehmen müssen.

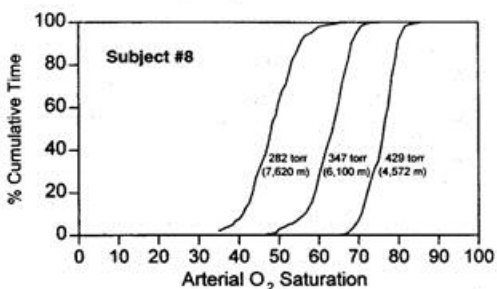
Besonders interessant ist die Behandlung von Keuchhusten mithilfe der Hypoxie. Diese sehr ansteckende Krankheit, auch Pertussis genannt, wird durch Tröpfcheninfektion, also durch die Luft, übertragen. Bei einer Erkrankung setzt sich das verantwortliche Bakterium Bordetella Pertussis auf die kleinen Flimmerhaare (Zilien). Das Keuchhustenbakterium ist eines der wenigen Bakterien, die nicht im Gewebe oder im Blut leben, sondern auf der Oberfläche der Schleimhaut der Atemwege, und dort die für die Atmung und den Abtransport von Staub aus den Atemwegen so wichtigen Flimmerhaare zerstören. Doch eine Schwäche hat dieser Erreger:

Beim der Therapie von Keuchhusten macht man sich die Empfindlichkeit des Erregers auf Sauerstoffmangel zu nutze. Um zu existieren braucht Bordetella Sauerstoff und ist dieser nicht in genügendem Umfang vorhanden, geht es ein. Damit kann der Patient mit einem Aufenthalt in der Hypoxie einen wesentlichen Beitrag zum Genesungsprozess beitragen, ohne die beschwerliche Reise ins Hochgebirge antreten oder eine Vielzahl belastender Medikamente zu sich nehmen zu müssen. Eine erfolgreiche Therapie mithilfe von Hypoxie.



Medizinische Grundlagen

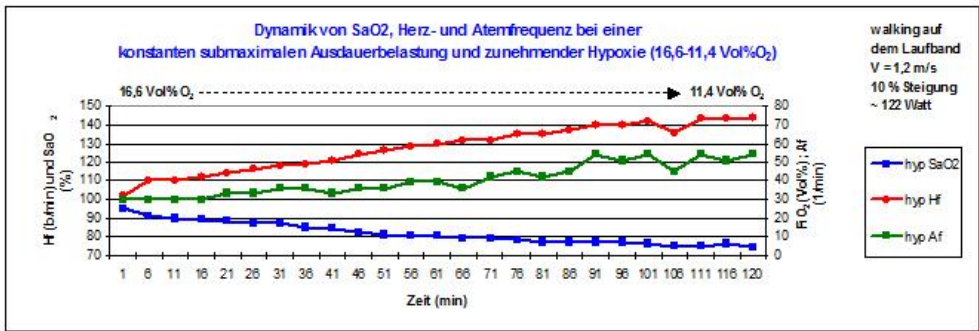
Um den in der Luft vorhandenen Sauerstoff nutzen zu können, hat die Evolution den menschlichen Organismus mit verschiedenen Fähigkeiten ausgestattet, denn ohne Sauerstoff ist das menschliche Leben unmöglich. Die Atemorgane stellen dabei den Mittelpunkt dar. Über die Nase oder den Mund strömt die Luft in die Luftröhre und gelangt von dort in die Lunge. Hier sammeln sich der Sauerstoff an den Lungenbläschen und kann von dort in den Blutkreislauf aufgenommen werden. Gleichzeitig liefert das Blut Kohlenstoffdioxid in den Alveolen ab, das mit dem nächsten Atemzug den Körper verlässt. So lässt sich sehr vereinfacht die menschliche Atmung erklären. Während aber unter Normoxie dem menschlichen Organismus genügend Sauerstoff für seine lebensnotwendigen Prozesse zur Verfügung stehen, ist der Sauerstoffanteil unter Hypoxie wesentlich geringer. Der Körper begegnet diesem Umstand kurzfristig mit zum Teil sehr heftigen Reaktionen, um das Defizit ausgleichen zu können:



- Steigerung der Herzfrequenz (auch Ruhepuls)
- Steigerung der Atemfrequenz (max. Atemminutenvolumens)
- Erweiterung der peripheren Blutgefäße
- Verengung der zentralen Gefäße

Außerdem produziert der Organismus den HIF-1α. Dahinter verbirgt sich der Hypoxie induzierte Faktor (HIF), ein Protein, welches die Sauerstoffversorgung in der Zelle reguliert. Der HIF löst bei Sauerstoffmangel Entzündungsreaktionen im Körper aus, wodurch schließlich weitere Entzündungsfaktoren gebildet werden. Das Gewebe entzündet sich und die normalen Stoffwechselvorgänge werden gestoppt, z.B. wird die Wirkung des Insulins herabgesetzt. Als Antwort auf die Entzündung werden entgegengesetzte Vorgänge aktiviert. Der Körper bildet Antioxidantien, Reparaturenzyme und weitere entzündungshemmende Substanzen. Doch der Hypoxie induzierte Faktor kann noch etwas anderes.

Er bewirkt eine Dilatation (Erweiterung) der peripheren Blutgefäße und eine Verengung in den zentralen Gefäßen (Lunge). So „arrangiert“ sich der Organismus mit dem Sauerstoffmangel in der Atemluft und erweitert die Aufnahmekapazitäten für eben



weniger Sauerstoffmoleküle. Die Herzfrequenz steigt und die Atemfrequenz erhöht sich merklich. Diese Symptome werden unübliche Bergsteiger auf Höhen von bspw. 2500 Metern oder Trainierende beim ersten Besuch in einem Hypoxietrainingsraum schnell spüren. Der Körper reagiert auf den Mangel an Sauerstoff mit der spontanen

Ankurbelung aller Prozesse, um die Verknappung schnellstmöglich auszugleichen. Die Atmung wird beschleunigt und der Puls schnell in die Höhe, wodurch der Blutkreislauf angeregt wird und die Erythrozyten mit größerer Geschwindigkeit zurück zu den Alveolen kehren können. Für einen gesunden Patienten sind diese Reaktionen weitestgehend unbedenklich, solange ein weiterer Aufstieg nur nach einer vernünftigen Akklimatisationszeit erfolgt. Denn: Der menschliche Organismus besitzt die faszinierende Fähigkeit sich auch an einen Sauerstoffmangel (in einem gewissen Maße) anzupassen. Nach einiger Zeit gelingt es dem Körper seine Prozesse umzustellen und den geringeren Teil an Sauerstoff in der Luft effektiver zu nutzen. Ein längerfristiger Aufenthalt in der Höhe führt dann zu folgenden Erscheinungen:

- Erhöhung der Anzahl an roten Blutkörperchen (Erythrozyten)
- Abnahme des Blutplasmavolumens
- Ökonomisierung der Atmung
- Verbesserung der Sauerstoffaufnahme und des Sauerstofftransportes (Kapillarisation, Blutvolumen, Herz-Kreislaufsystem)
- Erhöhung der Sauerstoffbindungskapazität
- Verbesserung der Sauerstoffverwertung (Enzymaktivität)
- Aktivierung des Immunsystems
- verstärkte Blutneubildung

Die wohl wichtigste „Begleiterscheinung“ eines Anpassungseffektes an Hypoxie ist die Bildung des Erythropoetins, bekannt als EPO. In der Niere wird dieses Hormon produziert und führt dazu, dass im Knochenmark sogenannte Retikulozyten gebildet werden. Diese jungen, noch nicht reifen Erythrozyten gelangen ins Blut, beladen sich langsam mit dem roten Blutfarbstoff Hämoglobin und können schließlich Sauerstoff aufnehmen. Damit erhöht sich die Anzahl der Blutkörperchen, die für den Transport des Sauerstoffs (bzw. des Stoffwechselproduktes Kohlendioxid auf dem Umkehrweg) zur Verfügung stehen. Die Lunge kann besser und vor allem schneller arbeiten und weniger Sauerstoff kann effizienter verarbeitet werden. Aber: Bei der natürlichen EPO-Bildung des Körpers handelt es sich längst nicht um derartige Dimensionen, wie sie leider durch einige Leistungssportler in den Medien bekannt wurden. Künstlich zugeführtes EPO wirkt um ein Vielfaches stärker als natürliches und lässt die Kontrollwerte zudem weitaus deutlicher explodieren. Neben der Bildung neuer Blutzellen kann sich nach längerer Zeit des Sauerstoffmangels auch die Lungengröße verändern. Das heißt, die Fläche der Lunge, die zur Sauerstoffgewinnung genutzt werden kann, wird größer. Außerdem stellt der Organismus Teile des Stoffwechsels um. Bei weniger Sauerstoff gehen bestimmte Zellen dazu über, Energie eher aus körpereigenem Fett als aus zugeführten Kohlehydraten zu gewinnen. Gleichzeitig werden während einer längerfristigen Anpassungsphase des Körpers wohl auch mehr Mitochondrien gebildet. Diese Bestandteile der einzelnen Zellen sind den meisten auch als Kraftwerke der Zelle ein Begriff und vermehren sich durch Zellteilung, die möglicherweise während eines Höhengaufenthaltes stimuliert wird. Besonders wichtig gelten Mitochondrien durch die Produktion von ATP (Adenosintriphosphat), welches die Energiefreisetzung aus der eingenommenen Nahrung wesentlich beeinflusst. Leider bedarf es zu diesem Thema noch einiger Untersuchungen und Studien. Fest steht jedoch, dass folgenden Werten unter Hypoxiebedingungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss:

- Erythrozyten
- Hypochrome Erythrozyten
- Thrombozyten
- Hämoglobinkonzentration (Hgb)
- Bestimmung des Hämatokritwertes (Hct)
- Mittlerer absoluter Hämoglobingehalt eines Erythrozyten (Mean Corpuscular Hämoglobin – MCH)
- Mittlere Hämoglobinkonzentration des Einzelerythrozyten (Mean Corpuscular Hämoglobin Concentration – MCHC)
- Mittleres Erythrozytenvolumen (Mean Cell Volume – MCV)