

ADAPTATION AN DOSIERTE HÖHENREIZE – EIN BREITES SPEKTRUM VON SCHUTZEFFEKTEN

Schon seit Jahrhunderten empfehlen Schulmediziner bei bestimmten Erkrankungen den Aufenthalt im Gebirge. Die Heilwirkung des Bergklimas bei z. B. Lungenerkrankungen ist allgemein anerkannt. In den vergangenen Jahrzehnten wurden die Auswirkungen des Höhenaufenthaltes auf den menschlichen Körper - nicht zuletzt von Höhenmedizinern- theoretisch und experimentell gründlich analysiert.

Die therapeutischen Möglichkeiten, die sich dem Arzt heute mit Hilfe der Hypobaren Kammer erschließen, wurden auf dem internationalen Symposium

"Stellenwert der hypobaren Therapie in der modernen Medizin"

Leitung: Prof. Dr. Heinrich Matthys, Pulmologe, Universitätsklinik Freiburg, BRD im Druckkammerzentrum in Düsseldorf diskutiert. (1996)

DIE HYPOBAROTHERAPIE

Prof. Dr. Klaus-Jürgen Ciper, FA für Anästhesie und Intensivmedizin, Druckkammerzentrum Düsseldorf , Düsseldorf , Deutschland

Ausgangspunkt der hypoxischen Hypobarotherapie (HHB) bildete die seit Jahrhunderten positive Wirkung des Bergklimas auf den Organismus, vor allem bei Lungenerkrankungen. Einige Komponenten des Hochgebirgsklimas werden in einer modernen Unterdruckkammer nachempfunden. Drei wichtige Faktoren zeigen ihre Wirkung unterschiedlich stark auf den kranken oder gesunden Organismus:

- A. Senkung des atmosphärischen Druckes
- B. Senkung des O₂-Partialdruckes in der Atemluft
- C. Allergenkarenz

Das wichtigste dabei ist die aus der Senkung des O₂-Partialdruckes in der Atemluft resultierende gewisse Hypoxämie, die eine ganze Reihe von Kompensations- und Regulationsreaktionen im Organismus auslösen. Die langanhaltende Adaptation entwickelt sich schrittweise als Folge der langen oder mehrmaligen Einwirkung des Faktors auf den Organismus. Reaktionen des Organismus auf solche Einwirkungen werden nicht von einzelnen Organen gewährleistet, sondern von bestimmt organisierten und miteinander verbunden Systemen.

Beim akuten Sauerstoffmangel kommt es wegen der Einwirkung der Hypoxämie auf Chemorezeptoren, direkt auf ZNS und auf ausführende Organe zur Reaktion, bei der Herz-, Kreislauf- und Atmungssysteme ein Funktionssystem bilden. Aktivierung und Hyperfunktion dieses spezifisch für die Beseitigung des O₂-Mangel im Organismus verantwortlichen Funktionssystems stellt die erste, aber nur kurzzeitige Adaptationsphase dar.



Mag. rer. oec. soc. Alexander Daume

Global Health Consult | 1090 Wien, Rotenlöwengasse 22/5

Postadresse | 1210 Wien, Bentheimstraße 10/27

☎ +43 676 33 57 995 ✉ office@hypoxia.at 🌐 hypoxia.at 📧 hoehentherapie.at

BANK AUSTRIA | IBAN: AT51 1100 0093 6333 5200 | BIC: BKAUATWW | UID: ATU 13209801

Übergang der „akuten“ Kompensation in die nächste, dauerhafte Phase wird durch einen Prozess ermöglicht, der die Fixation der aktivierten Adaptationssysteme und Steigerungen deren Leistung bis zum notwendigen Niveau sichert. Dieser Prozess besteht hauptsächlich aus der Aktivierung des genetischen Apparates der Zellen in den für die Adaptation verantwortlichen Systemen, wo sich dann die „systemische strukturelle Spur“ der Adaptation bildet. Nukleinsäuren- und Proteinsynthese ermöglichen das Wachstum der Zellstrukturen, die sonst funktionellen Möglichkeiten der Zellen und Organe unter Einwirkung dieses Umweltfaktors limitieren.

Diese „Spur“ bei der Adaptation zur diskontinuierlichen Hypoxie ist sehr vielschichtig und komplex im Vergleich zu den Änderungen, die sich im Organismus bei der Adaptation zu den anderen Außenweltfaktoren (z.B. physische Belastung, Stress u.s.w.) zeigen.

Im Laufe der Adaptation zur intermittierenden Hypoxie werden **5 Hauptkomponenten der systemischen strukturellen Spur** realisiert.

Leistungssteigerung der Sauerstoffaufnahme- und Sauerstofftransportsysteme sowie der Sauerstoffausnutzung;

Leistungssteigerung der stresslimitierenden Systeme;

Funktionsminderung des Nucleus supraopticus hypothalami und der Glomerularzone der Nebennieren;

Änderungen der humoralen- und Zellimmunität;

Aktivitätssteigerung des Zytochrom P 450- und Antioxydanzsystems (im Gegenteil zur Hypoxie im Gebirge).

Mit diesen Komponenten der strukturellen Spur hängen sowohl die meisten Schutzeffekte der Adaptation zur intermittierenden dosierten Hypoxie, als auch deren Kreuzeffekte zusammen:

I. Die erste Komponente entsteht als Antwort auf Sauerstoffmangel in der Umgebung (bzw. in der Atemluft). Untersuchungsergebnisse von Haldane und Priestly, Barcroft, Sirotinin, vervollständigt von Barbaschova, Meerson und anderen Wissenschaftlern zeigten mindestens vier miteinander verbundene Anpassungsmechanismen:

I.1. Mechanismen, deren Mobilisierung eine ausreichende O₂-Zufuhr in den Organismus trotz O₂-Mangel in der Umgebung möglich macht: Hyperventilation, Hyperfunktion des Herzens - Erhöhung des Herzminutenvolumens, Polyzythämie, Steigerung des Hämoglobingehaltes und daraus resultierende Erhöhung der Sauerstoffaufnahme-fähigkeit des Blutes.



Mag. rer. oec. soc. Alexander Daume

Global Health Consult | 1090 Wien, Rotenlöwengasse 22/5

Postadresse | 1210 Wien, Bentheimstraße 10/27

☎ +43 676 33 57 995 ✉ office@hypoxia.at 🌐 hypoxia.at 🖨 hoehentherapie.at

BANK AUSTRIA | IBAN: AT51 1100 0093 6333 5200 | BIC: BKAUATWW | UID: ATU 13209801

I.2. Mechanismen, die die ausreichende O₂-Zufuhr in vor allem lebenswichtige Organe trotz Hypoxämie ermöglichen: Erweiterung der Arterien und Kapillaren im Gehirn, Herz u.s.w.; Verkürzung des O₂-Diffusionsabstandes zwischen Gefäßwand und Mitochondrien durch Gefäßneubildung und Änderung der Zellmembraneigenschaften; Erhöhung der O₂-Utilisierungsfähigkeit der Zellen durch Steigerung der Myoglobinkonzentration.

I.3. Erhöhung der O₂-Utilisierungsfähigkeit und ATP-Biosynthese in Zellen und Gewebe trotz Sauerstoffmangel entweder durch Erhöhung der O₂-Affinität der Atmungskettenendoxidase (Zytochromoxidase), oder durch Steigerung der Mitochondrienmenge pro Zellenmasseeinheit, oder aber durch Erhöhung des Kopplungsgrades zwischen Oxydation und Phosphorylierung.

I.4. Erhöhung der anaeroben ATP-Resynthese durch Glykolyseaktivierung, was als einer der wesentlichen Adaptationsmechanismen gilt. Es wurde in den letzten 15 Jahren deutlich gezeigt und mehrfach bestätigt, dass diese strukturellen Spuren sich durch die Aktivierung der RNA- und Proteinsynthese in den Lungen, Herz, Knochenmark, Herzgefäße sowie Neuronen der sympathischen Ganglien zeigen. Als Resultat solcher Adaptation kommt es zum Wachstum der Zellstrukturen in den für O₂-Aufnahme und -Transport verantwortlichen Systemen: Hypertrophie und Steigerung der Kontraktilitätsfähigkeit der Atemmuskulatur, Zunahme der Lungenmasse, der Atemfläche und der Alveolenmenge, der Lungenvitalkapazität, mäßige Hypertrophie und Steigerung der funktionellen Möglichkeiten des Herzens, Zunahme der Kapillarnetzdichte im Herz, Gehirn, Skelettmuskeln sowie des Koronargefäßvolumens. Erythrozytenmenge, Hämoglobingehalt im Blut und Myoglobinkonzentration in Herz- und Skelettmuskeln steigen. Gleichzeitig steigt die Leistung der Energieversorgungssysteme auf Zellniveau, was sich durch die Zunahme der Mitochondrienmenge, der Aktivität der Atemkettenenzyme sowie durch Verstärkung der Leistungsfähigkeit des Glykolyseystems äußert. ATPasen- Aktivität der Kontraktilitätsproteine der Skelettmuskulatur sowie Affinität der Na⁺ / K⁺ - und Ca²⁺ - ATPasen zur ATP im Sarkolemm der Kardiomyozyten.

II. Einwirkung jedes Faktors der Umwelt löst im Organismus eine universale Stressreaktion unterschiedlicher Intensität aus. Bei intakter HVL-NNR-Achse erhöht sich die Ausschüttung der Katecholamine und anderer Hormone, was die Aktivierung der o.g. Funktionssysteme steuert. Gleichzeitig werden stresslimitierende Systeme aktiviert. Die Stressreaktion wird entweder zentral (GABA-, Opiatrezeptoren-, Serotoninergischesystem etc.) begrenzt – durch Unterdrückung der Erregbarkeit der Zentren des stressrealisierenden Systems, oder auf Organebene (Prostaglandine, Adenosinergisches-, Antioxidanzsysteme etc.) durch Blockade der schädigenden Wirkung des Katecholamin- und Hormonüberschuss auf die ausführenden Organe.

Im Experiment wurde bei Adaptation zur Hypoxie 50% Erhöhung der RNA Konzentration und Verdoppelung der Proteinsynthese in der Großhirnrinde beobachtet. In untergeordneten Hirnstrukturen, die weniger O₂-manglempfindlich sind, war diese Aktivierung wesentlich geringer. Im Bereich der vegetativen Zentren, insbesondere im Hirnstamm (Medulla oblongata), wo sich u.a. das Atemzentrum befindet, war die Aktivierung beachtlich hoch.



Mag. rer. oec. soc. Alexander Daume

Global Health Consult | 1090 Wien, Rotenlöwengasse 22/5

Postadresse | 1210 Wien, Bentheimstraße 10/27

☎ +43 676 33 57 995 ✉ office@hypoxia.at 🌐 hypoxia.at 📄 hoehentherapie.at

BANK AUSTRIA | IBAN: AT51 1100 0093 6333 5200 | BIC: BKAUATWW | UID: ATU 13209801

Änderungen des β -Endorphin-, Noradrenalin-, Serotonin-, Prostaglandin- und Dopamingehaltes sowie Kortikosteroidausschüttung wurden auch mehrfach gezeigt und bestätigt.

Adaptation zur Hypoxie erhöht die Aktivität der Cholesterin-7 α -hydroxylase und verhindert deren Abfall beim langanhaltenden Stress - d.h. Adaptation verhindert die stressbedingte atherogene Dyslipidämie. Experimentelle und klinische Untersuchungen zeigen, dass unter Entwicklung der Adaptation zur Hypoxie das HDL-geb. Cholesterin steigt, die LDL-geb. Fraktion dagegen sinkt. Schutzwirkung der Adaptation bei verschiedenen stressbedingten oder stressbegünstigten Läsionen – von Magenulcera bis Herzrhythmen und Fibrillationen wurde auch experimentell bestätigt. Hier öffnen sich auch interessante Perspektiven der klinischen Anwendungen der Adaptationstherapie bei Hyperlipidämie und zur Senkung der Risikofaktoren vor allem der koronaren Herzkrankheit. Entstehung der systemischen strukturellen Spur der Adaptation im ZNS, im endokrinen System etc. führt zur Reserveerhöhung und sparsamerer Funktion des stressrealisierenden Systems sowie zur Steigerung der Leistungsfähigkeit des stresslimitierenden Systems. Infolgedessen antwortet der adaptierte Organismus auf den Reizfaktor mit geringerer Stressreaktion – d.h. er entwickelt eine erhöhte Resistenz gegen schädigende Einwirkungen der Umweltfaktoren.

III. Funktionsminderung des Nucleus supraopticus des Hypothalamus führt zur Änderung der Vasopressinproduktion, der Glomerularzone der Nebennieren zur Änderung der Aldosteronproduktion.

Als Resultat kommt es zur Erhöhung der Na⁺-Ionen –und H₂O- Ausscheidung, Minderung der myogenen Komponente des Gefäßtonus und im Endeffekt – zur antihypertensiven Wirkung. Da die experimentelle Erbhypertonie bei Labortieren und die essentielle Hypertonie der Menschen viele pathogenetische Übereinstimmungen aufweisen, hat die Adaptationstherapie auch hier interessante klinische Perspektiven.

IV. Änderungen der humoralen und zellulären Immunität sind noch nicht ausreichend erforscht. Ohne Zweifel aktiviert die Adaptation zur Hypoxie B-Lymphozyten und Antikörperbildung. Die Aktivität der T-Lymphozyten wird gleichzeitig begrenzt. Adaptation inhibierte im Experiment solche allergischen Prozesse wie die Adjuvanarthritis, stressinduzierte Hypersensibilität vom Spättyp. Die Hemmung der Killeraktivität beim Stress wird vorgebeugt. Außerdem liegt eine ganze Reihe von Untersuchungsergebnissen vor, die bei Behandlung von Patienten mit unterschiedlichen Krankheiten durchgeführt worden sind (Asthma bronchiale, respiratorische Allergosen, atopische Formen des Neurodermitis diffusa, vulgäres Ekzem, Hashimoto-Thyreoiditis, rheumatische Arthritis u.v.a..) Bei einigen Erkrankungen wurden eindeutige, positive klinische- und Laborresultate erreicht (Asthma, respiratorische Allergosen), andere Indikationen brauchen mehr Forschung, so liegen z.B. bei der rheumatischen Arthritis zwar positive Ergebnisse vor, Änderungen der Laborwerte traten aber nicht auf. Der Wirkungsmechanismus der Adaptation auf das Immunsystem ist theoretisch nicht vollständig aufgeklärt, bei Behandlung von verschiedenen Krankheiten zeigte sich ein deutlicher immunmodulierender Effekt.



Mag. rer. oec. soc. Alexander Daume

Global Health Consult | 1090 Wien, Rotenlöwengasse 22/5

Postadresse | 1210 Wien, Bentheimstraße 10/27

☎ +43 676 33 57 995 ✉ office@hypoxia.at 🌐 hypoxia.at 📧 hoehentherapie.at

BANK AUSTRIA | IBAN: AT51 1100 0093 6333 5200 | BIC: BKAUATWW | UID: ATU 13209801

V. Aktivitätssteigerung der Antioxidanzsysteme bei Adaptation zur intermittierender Hypoxie stellt einen wesentlichen Unterschied zwischen dieser und der Adaptation zur kontinuierlichen Hypoxie im Hochgebirge dar. Untersuchungen der Konzentration der Lipidperoxidationsproduktion zeigen, dass dieser Prozess beim langzeitigen Aufenthalt in der Atmosphäre mit niedrigen pO₂ sehr langsam abläuft, Katalase- und Superoxid-dismutaseaktivität nimmt ab. Die Aktivität dieser Enzyme bei intermittierender Hypoxieeinwirkung steigt dagegen signifikant mit synchroner Inhibition der Lipidperoxidation.

Dies hilft viele Schutzeffekte der o.g. Adaption aufzuklären, zeigt parallel ihre Vorteile im Vergleich zur Akklimatisierung im Gebirge. Außerdem, das Dysadaptationssyndrom nach der Rückkehr auf Meereshöhe kann dadurch erklärt werden - dieses Syndrom fällt bei der intermittierenden Anwendung vollkommen aus.

Dank seiner sehr umfangreichen strukturellen Spur weist die Adaptation zur intermittierenden dosierten Höhenhypoxie ein breites Spektrum von Schutz- sowie Kreuzeffekten auf.

Es wurde früher gezeigt, dass eine solche vorangehende Adaptation die Resistenz des Organismus zur Überlastung, Radiation, Zyanide, Halluzinogene, Hyperoxie und anderen Noxen steigert.

Größte Erfahrungen liegen über die Therapie der obstruktiven Atemwegserkrankungen vor.



Mag. rer. oec. soc. Alexander Daume

Global Health Consult | 1090 Wien, Rotenlöwengasse 22/5

Postadresse | 1210 Wien, Bentheimstraße 10/27

☎ +43 676 33 57 995 ✉ office@hypoxia.at 🌐 hypoxia.at 🖨 hoehentherapie.at

BANK AUSTRIA | IBAN: AT51 1100 0093 6333 5200 | BIC: BKAUATWW | UID: ATU 13209801