



Die Intervall-Hypoxie in der orthopädischen Praxis

Die intermittierende Hypoxie-Hyperoxie-Therapie, kurz IHHT, hat großes Potenzial in der Therapie ausgewählter orthopädischer Indikationen. Dabei handelt es sich um ein konservatives nichtinvasives Therapieverfahren, bei dem unterschiedliche Sauerstoffkonzentrationen als physikalischer Reiz appliziert werden, um damit auf zellulärer Ebene eine Veränderung des Stoffwechsels und eine Erhöhung der ATP-Energieproduktionen in den Mitochondrien zu erreichen. Dadurch ist der Körper in der Lage, Reparaturmechanismen zu optimieren.

Angeborene und erworbene Erkrankungen sowie Verletzungen des Bewegungssystems sind die Domäne des Fachgebietes Orthopädie (und Unfallchirurgie). Angesichts voranschreitender medizinisch-wissenschaftlicher Erkenntnisse, dem Aufkommen immer neuartigerer Diagnostik- und Behandlungsmethoden, der häufigen Ablehnung operativer Eingriffe durch Patienten, des „Madigmachens“ operativer Prozeduren durch Kostenträger, von Studien sämtlicher Qualitätsstufen sowie des auf den Markt-Drängens anderer Anbieter medizinischer Dienstleistungen muss sich der niedergelassene Orthopäde immer wieder fragen, welche fachlichen Schwerpunkte er innerhalb des Bereiches Orthopädie und Unfallchirurgie anbieten möchte und in welche spezialisierten Fachbereiche er sich ggf. weiterentwickeln muss.

Insbesondere für niedergelassene und konservativ ausgerichtete Orthopäden sind dabei die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in der GKV-Medizin derart schlecht, dass man nicht umhin kommt, im Rahmen der Privat- und Selbstzahlermedizin therapeutische Optionen anzubieten, die wirksam sind, die neuartig sind und die gegenüber anderen Anbietern und Therapien Alleinstellungsmerkmale bieten.

Eine dieser neuartigen Methoden mit hohem Therapiepotenzial ist die intermittierende Hypoxie-Hyperoxie-Therapie (IHHT). Bei dieser Therapie werden unterschiedliche Sauerstoffkonzentrationen als physikalischer Reiz appliziert, um damit auf zellulärer Ebene eine Veränderung des Stoffwechsels und eine Erhöhung der ATP-Energieproduktionen in den Mitochondrien zu erreichen.

Mit der verbesserten Stoffwechsellaage sowie der erhöhten ATP-Produktion ist der Körper in der Lage, Reparaturmechanismen zu optimieren, körperlichen Stress-Situationen besser standhalten zu können, die vegetative Regulation zu verbessern und damit in Folge eine Schmerzreduktion und eine Verminderung der Immunaktivierung zu erreichen.

Damit ist die IHHT nicht nur dem Orthopäden ein nützliches Werkzeug, sondern kann auch in vielen anderen Fachbereichen eine sinnvolle Therapieergänzung sein.

Physiologische Grundlagen

Die kleinste Struktureinheit menschlichen Lebens ist die Zelle. Innerhalb dieser wird die für die Lebensvorgänge notwendige Energie in den Mitochondrien gebildet. Vor allem durch den Citratzyklus und die oxidative Phosphorylierung werden aus den aufgenommenen Nährstoffen ATP-Moleküle gebildet. Eine Störung dieser Energiegewinnung führt zu relevanten energetischen Defiziten der Zellen auf der biochemischen Ebene, die damit ihre originären Aufgaben nicht mehr ausreichend ausführen können.

Das System der zellulären Energiegewinnung kann empfindlich durch oxidativen oder nitrosativen Stress gestört werden. Durch die Bildung von Sauerstoffradikalen und/oder Peroxynitrit werden unerwünschte biochemische Reaktionen begünstigt, Membranpotenziale reduziert und somit die ordnungsgemäße Funktion des zellulären Stoffwechsels gestört [13, 2].

Das Verfahren der IHHT mit der abwechselnden Applikation von hypoxischer und hyperoxischer Luft setzt an dieser Stelle an. Aus der Frühphase der Entstehung von Leben auf dieser Erde herrührend hat der Sauerstoffpartialdruck der Umgebung einen wichtigen regulierenden Einfluss auf die mitochondriale Energieproduktion (10; S. 257). Bekannt und auch heute noch benutzt

wird dieser Effekt beim sogenannten Höhenttraining der Sportler, die durch Trainingslager in größerer Höhe nicht nur die Hämoglobinbeladung der Erythrozyten, sondern auch die Arbeitsweise ihrer Mitochondrien stimulieren [7; S. 418].

Die IHHT resultiert aus der intermittierenden Applikation von normoxischer und hypoxischer Luft. Im Vergleich zu dem Wechsel von hypoxischer und normoxischer Luft ist die IHHT jedoch effektiver [10; S. 260]. Die zusätzliche Hyperoxiephase regt die Organ- und die zelluläre Entgiftung an [6]. Durch die Hypoxie wiederum werden nicht effektiv arbeitende Mitochondrien, die nicht genügend ATP produzieren, vorzeitig eliminiert. Parallel dazu wird die mitochondriale Biogenese, also die Neubildung von leistungsfähigen Mitochondrien, stimuliert. Die Effizienz der Mitochondrien insgesamt wird gesteigert.

Auch die antioxidativen Schutzsysteme werden durch die Hypoxiephase gestärkt. Es kommt zu einer Veränderung der Aktivität der Atmungskette in den Mitochondrien, ohne nennenswerte Einbuße der ATP Produktion. Der dadurch entstehende gewünschte oxidative Stress bewirkt die genannte Stärkung der antioxidativen Schutzsysteme [4]. Unter der Einwirkung der Hypoxie kommt es zu einer Anreicherung des Hypoxia-Inducible Factor 1-alpha und Bildung von Erythropoetin und Wachstumsfaktoren für die Angiogenese. Dies führt dazu, dass das Gewebe besser mit Sauerstoff versorgt werden kann. Die Hypoxie trägt durch Stimulierung

der Glykolyseenzyme und Laktatdehydrogenase zur erhöhten anaeroben ATP-Synthese und zum schnelleren Laktatabbau bei. Durch den Abbau von Laktat wird einer Azidose, also der Übersäuerung vorgebeugt. Durch Genexpression von insulinabhängigen Glut 4 Glukosetransportern wird der Prozess der Schleusung von Glukose in die Zelle erleichtert. Dieser Effekt hat einen positiven Einfluss insbesondere bei Übergewichtigen mit metabolischem Syndrom [5]. Außerdem wird der Körper langfristig im Umgang mit oxidativem Stress zur Vermeidung von Zellschädigungen unterstützt. Die Hypoxie setzt einen oxidativen Stressreiz, worauf der Körper mit einer vermehrten Produktion von Superoxiddismutase und Glutathionperoxidase, den wichtigsten Antioxidantien des Körpers, reagiert [3].

Praktische Durchführung

Die IHHT ist eine Therapieform, die zur Wirksamkeit seriell appliziert werden muss. Zehn Sitzungen von jeweils ca. 40 Minuten Länge sind notwendig, um eine nachhaltige Wirkung zu erzielen. Optimal sind 2 bis 3 Anwendungen pro Woche. Die Therapie wird in einer bequemen Position im Liegen oder im Sitzen durchgeführt.

Bei der ersten Sitzung sollte zunächst ein Hypoxietest durchgeführt werden, der von modernen Systemen wie MITOVIT® vollautomatisiert abläuft. Ziel ist es die Anfangs-Sauerstoffkonzentration zu ermitteln, welche ei-

ne Sauerstoffsättigung im Blut von unter 90 % bewirkt, weil erst unter diesem Wert eine physiologische Wirkung der IHHT zu erwarten ist. Nach 2 – 3 Anwendungen sollten die gewählten Einstellungen überprüft und eine Anpassung der Hypoxie-Phase angestrebt werden. Um optimale Behandlungsergebnisse zu erreichen, sollte nach 2 – 3 Anwendungen dann ein SPO₂ von 80 – 85% angestrebt werden.

Eine weitere Feinsteuerung der IHHT kann über die VNS-Analyse erfolgen, die anfänglich und danach alle ca. 3 bis 5 Sitzungen durchgeführt werden sollte. Die VNS-Analyse misst während der IHHT Behandlung über die Herzfrequenzvariabilität die vegetative Regulation von Sympathikus und Parasympathikus und kontrolliert somit den Stressreiz der Hypoxie. Anhand der subjektiven Angaben des Patienten, der vom MITOVIT® aufgezeichneten Parameter Herzfrequenz, SPO₂ sowie der VNS-Parameter für den Sympathikus und den Parasympathikus kann eine exakte Feinsteuerung vorgenommen werden. Alternativ kann MITOVIT® über ein Biofeedbackprogramm automatisch eine Anpassung der Sauerstoffgabe vornehmen um den SPO₂-Wert stets im optimalen Trainingsbereich zu halten (siehe Bild Bereich O₂-Einstellung).

Neu ist auch die Möglichkeit der sogenannten adaptiven Hyperoxie. Dabei wird nach der Gabe von hyperoxischer Luft auf normoxische Luft gewechselt, um schneller in die folgende hypoxische Trainingsphase zu ge-

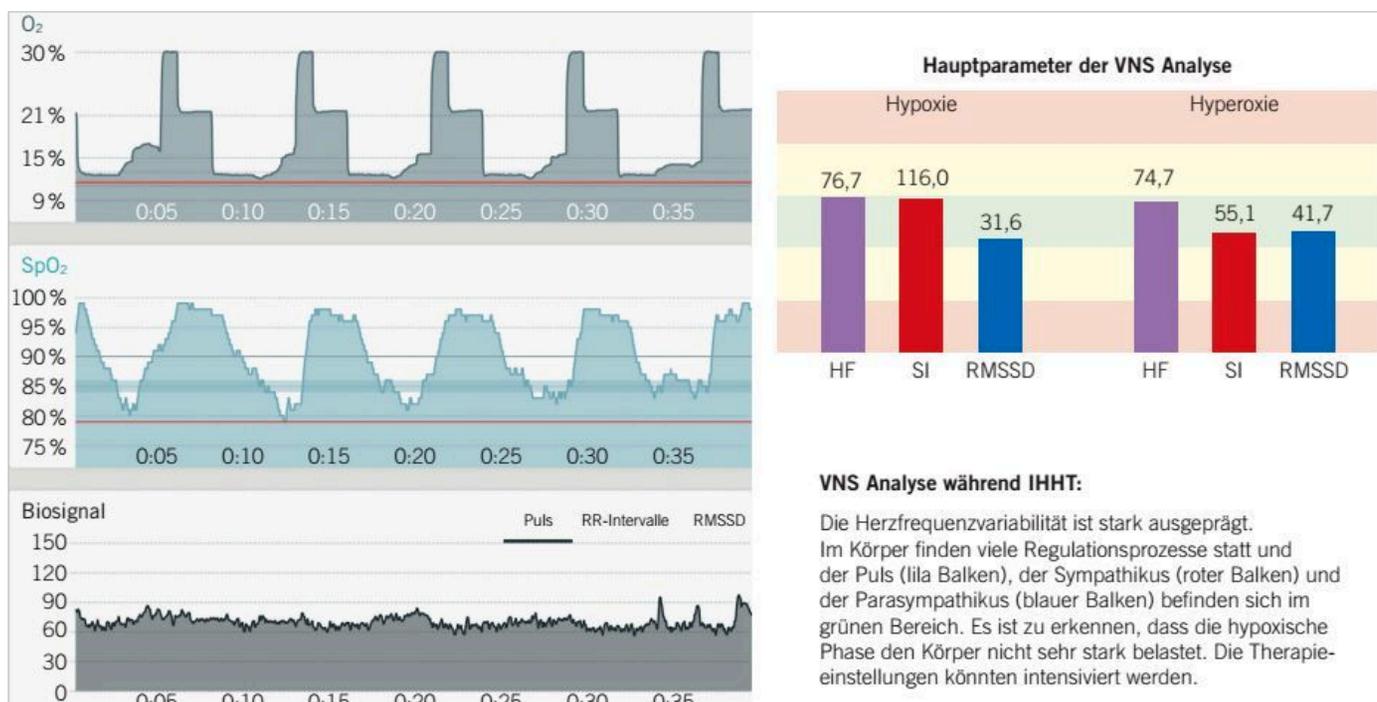
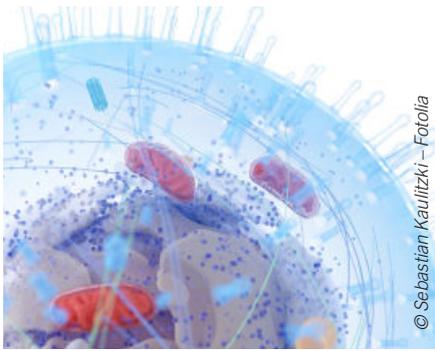


Abb. 1: Grafische Auswertung der IHHT bei MITOVIT®. Einstellung Biofeedback adaptive Hyperoxie: automatische Anpassung des O₂ um den SPO₂ zwischen 90 – 79 zu halten.



© Sebastian Kaulitzki – Fotolia

Die IHHT kann die Effizienz der Mitochondrien, die Kraftwerke unserer Zellen, steigern.

langen und die hypoxie-induzierten Trainingseffekte zu optimieren (► Abb. 1).

Ausgewählte Indikationen in der Orthopädie

Nach Rückgang von traumatischen Ursachen orthopädischer Erkrankungen infolge von Verkehrsunfällen, berufsbedingten Unfällen oder kriegerischer Einflüssen treten Krankheitsursachen in den Vordergrund, die aus dem modernen Lebensstil resultieren. Hoher Stress, mangelnde Bewegung, hyperglykämische Ernährung, mit Schwermetall belastetes Wasser, calciumkanalöffnende gerichtete Handystrahlung und Umwelttoxine stellen Stressoren für menschliche zelluläre Systeme dar.

Die neuesten Erkenntnisse zum Mikrobiom infolge molekulargenetischer Untersuchungsmöglichkeiten, die engen Wechselwirkungen mit dem menschlichen Immunsystem, die Erkenntnisse zur brain-gut-axis sowie die neuen funktionell-medizinischen Untersuchungsmöglichkeiten zur Mitochondrienfunktion legen nahe, zusätzlich zu altbewährten orthopädisch-konservativen Therapien durch die Optimierung mitochondrialer Prozesse die Behandlungsergebnisse zu verbessern. Zwei häufige Behandlungsanlässe sollen nachfolgend skizziert werden:

Chronifiziertes Schmerzsyndrom am Beispiel des Bandscheibenvorfalles

Chronifizierte Schmerzen z. B. als Folge eines Bandscheibenvorfalles mit initial inkonsequent durchgeführter Therapie, zeichnen sich durch eine diagnostische und therapeutische Widerstandsfähigkeit mit Veränderung auch der psychomentalen Programmierung des Patienten aus, die zu einer Erschwernis der konventionellen Behandlung führen [16; S. 25 ff.]. Bei der Bewertung sollten die Dauer, die Ausbreitung der Schmerzen, die Ausprägung der schmerz-

bedingten Einschränkungen, sowie die Inanspruchnahme von bisherigen Therapie- und Behandlungsmöglichkeiten berücksichtigt werden [14; S. 163]. Als therapeutische Ziele sollten neben Linderung der Schmerzen, Verbesserung der Bewegungs- und Belastungsfähigkeit eine Reduzierung der vegetativen Entgleisung sowie eine Erhöhung der mitochondrialen Leistungsfähigkeit adressiert werden. Dabei ist eine Kombination von orthopädischen, bewegungstherapeutischen, psychologischen und ernährungstherapeutischen Maßnahmen oft notwendig [14; S. 261 ff.].

Nach einer abgeschlossenen Diagnosestellung könnte ein wirksames Therapieprogramm aus folgenden Therapiekomponenten bestehen:

1. Patientenedukation zur Verhaltensänderung und zur Aufklärung über die grundsätzlich positive Prognose.
2. Schmerztherapie mittels entzündungshemmender nichtsteroidaler Antirheumatika (NSAR), vorzugsweise dabei retardierte magenschonende Präparate (z. B. „Arcoxia“) und ggf. Opiodanalgetika zur Verhinderung einer weiteren Schmerzsensibilisierung. Dabei ist auf eine strikte Einnahmedisziplin zu festen Einnahmezeiten zu achten.
3. Computergesteuerte Traktionstherapie im betroffenen Wirbelsäulensegment (z. B. mittels SpineMED-Traktionsliege).
4. Bei Bedarf periradikuläre Infiltration (z. B. als LSPA in der Technik nach Prof. Krämer) von Lokalanästhetika zur segmentalen Desensibilisierung der Nervenwurzel, einmalig ggf. auch mit Kortison zur Abschwellung der Nervenwurzel möglich.
5. Durchführung der IHHT.

Weitere sinnvolle Therapieansätze in der Folge können im weiteren Akupunktur/Laserakupunktur zur Detonisierung dauernd fehlangesteuerter Muskulatur infolge Nervenwurzelaffektion sein. Zusätzlich sind Krankengymnastik, Entspannungsverfahren, eine vitamin- und mineralstoffreiche Ernährung und eventuell eine psychologische Betreuung mögliche Therapieoptionen. Die IHHT trägt unter anderem dazu bei, dem Patienten eine energiereiche Grundlage zu schaffen, um den Umgang mit den Schmerzen positiv zu beeinflussen und den Alltag besser meistern zu können. Die teilweise deutlich leidenden Patienten geben bei konsequenter Durchführung rasch eine Schmerzlinderung an und äußern häufig auf die IHHT angesprochen übereinstimmend: „Ich habe einfach mehr Kraft.“

Mit der IHHT ist es dabei möglich, auch chronifizierte Schmerzsyndrome relativ rasch zur Ausheilung oder zumindest zu einer deutlichen Besserung zu bringen.

Stress und Muskelverspannung

Viele Stresspatienten kommen tatsächlich zuerst eher zum Orthopäden als zum Hausarzt, Neurologen, Psychiater oder Internisten, da sie primär unter muskulären Verspannungen leiden. Deswegen ist es notwendig, dass sich auch der konservative Orthopäde mit dieser Thematik befasst.

Im akuten Stress richtet der Körper sich darauf ein, extrem leistungsfähig zu sein. Durch Aktivierung des Sympathikus erfolgt unter anderem eine Erhöhung des Blutdrucks, eine vermehrte Mobilisierung von Energiereserven und eine Erweiterung der Bronchien. Zudem erfolgt eine Voranspannung der Muskulatur, welche bei lang andauerndem Stress durch den hohen Verbrauch an Energie (ATP) neben einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit zu chronischen Verspannungen und Schmerzen führen kann [9; S. 22 ff.]. Die muskulären Verspannungen und Rückenschmerzen in Folge von Dauerstress können durch eine verminderte Schmerztoleranz als besonders stark empfunden werden. Durch Beeinträchtigung des Schlafs wird die Aktivierung des Parasympathikus und eine damit verbundene Verbesserung der Beschwerden und des Stresszustandes zusätzlich erschwert [12; S. 210].

Neben der Durchführung klassisch detonisierender Maßnahmen wie manuelle Therapie, Massagetherapie, Osteopathie, Quaddeln, Neuraltherapie sowie Infiltrationen der Muskeltriggerpunkte aber auch Durchführung von Akupunktur oder Laserakupunktur sollte nach sofortiger Herausnahme des Patienten aus seinem stressigen Umfeld rasch mit einem ganzheitlichen Therapieansatz begonnen werden. Dabei nimmt die IHHT einen wichtigen Stellenwert ein, da sie generell auf zellulärer Ebene ansetzt. Durch die mitochondriale Therapie wird vermehrt die zelluläre Energiegewinnung von Zuckerverbrennung auf Fettverbrennung umgestellt. Damit hat der Körper die Möglichkeit, durch Optimierung der oxidativen Phosphorylierung eine deutlich höhere Energie zur Bewältigung seiner Stress-Anpassungsreaktion zu generieren. Übermäßige Sauerstoffradikale werden reduziert, die mitochondriale Atmungskette optimiert und nicht zuletzt das System der Grundregulation nach Pischinger vom eher gelförmigen in den flüssigen Modus versetzt [17], so dass sämtliche von der Zelle benötigten Nährstoffe besser

an- und Stoffwechselprodukte abtransportiert werden können. Zudem sollte eine Labordiagnostik hinsichtlich Mineralien und Vitamine (im Vollblut!) durchgeführt werden und folglich vorliegende Defizite ausgeglichen werden. Wichtig ist ebenfalls eine Unterstützung des Mikrobioms, z. B. durch Gabe entsprechender Pro- und Präbiotika als Elektronendonator, Ballaststoffe sowie Immunmodulator. Bei ausbleibender Besserung der Beschwerden sollte über eine erweiterte funktionelle Labordiagnostik, ein leaky-gut-Syndrom oder gar ein leaky-brain-Syndrom ausgeschlossen oder bei positivem Befund entsprechend therapiert werden. Hier ist gegebenenfalls die Zusammenarbeit mit einem in funktioneller Medizin ausgebildeten weiteren Arzt notwendig (www.ifms-hannover.de).

Ausblick

Chronische Erkrankungen infolge sekundärer Mitochondriopathien, also Erkrankungen infolge reaktiver mitochondrialer Fehlfunktion infolge physiologischer und biochemischer Störungen des Körpers, können sich im ganzen Organismus bemerkbar machen und sind immer häufiger bei Patienten festzustellen [1]. Sie führen unter anderem zu einer zunehmenden Inzidenz für Erkrankungen wie Multiple Sklerose, rheumatische Erkrankungen, Parkinsonsyndrome, Demenzsyndrome, depressive Syndrome sowie Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes mellitus und Hyperuricämie [15].

Die IHHT als nicht invasive Möglichkeit, die Effizienz der Mitochondrien zu steigern und somit mehr Energie in Form von ATP zu produzieren, ist für viele Fachbereiche der Medizin im Rahmen der Behandlung von unterschiedlichsten Erkrankungen und im Rahmen präventiver Maßnahmen interessant. Durch Training des vegetativen Nervensystems und Verbesserung der Mitochondriengesundheit kann jeder Mensch bei einem erholsamen Schlaf, ausreichend Energie, einer ausgeprägten Stressresistenz und normaler Funktion des Herz-Kreislauf-Systems unterstützt werden. In der Medizin könnte die IHHT eine ideale Ergänzung von konventionellen Therapien darstellen und dazu beitragen die Behandlungsdauer zu verkürzen, den subjektiven Gesundheitszustand zu verbessern, einen negativen Krankheitsverlauf zu verlangsamen/aufzuhalten und weitere Erkrankungen zu verhindern.

Dazu sind allerdings neue diagnostische Denkmuster und effektive sowie neue scho-

nende Therapieansätze ohne Überbetonung von operativen Eingriffen und pharmakologischen Strategien notwendig. Die IHHT im Kontext der funktionellen Medizin des Bewegungssystems erfüllt diese Anforderungen und ist zusätzlich ein wirtschaftlich attraktives Modul im Angebotsportfolio des modernen konservativen niedergelassenen Orthopäden.

Carolyn Wemheuer, B.A.
Ernährungsberatung

Dr. med. Robert Bethke, MHBA
Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie

Orthopädie am St. Lambertiplatz
St. Lambertiplatz 6, 21335 Lüneburg
www.praxis-dr-bethke.de

Literatur:

- 1) Arneemann, J.: Mitochondriopathie. In A. Gressner, T. Arndt (Hrsg.), *Lexikon der Medizinischen Laboratoriumsdiagnostik*. Springer 2018.
- 2) Baker, S. M., et al.: *Textbook of Functional Medicine*. Institute for Functional Medicine 2005.
- 3) Bortfeld, S.: *Die Intervall-Hypoxie-Hyperoxie-Therapie und die VNS-Analyse als ihre diagnostische Grundlage*. Die Naturheilkunde 92. Jg 2015.
- 4) Bortfeldt, S.: *Anwendung der Intervall-Hypoxie-Hyperoxie Therapie (IHHT) in der Prävention und zur Behandlung chronischer Erkrankungen*, www.dr-gruess.de/IHHT.pdf
- 5) Chou, SW. et al: *Effects of systemic hypoxia on GLUT 4 protein expression in exercised rat heart*. *Jpn J Physiol*. 2004 Aug; 54(4):357–63.
- 6) Dünneberger, R. (2014–2017). *IHHT Zelltraining – mitochondriale Medizin*. Zugriff am

28.10.2018. Verfügbar unter <http://www.medmove.ch/ihht-zelltraining-mitochondriale-medin/7/> Friedmann, B., Bärtsch, P.: *High altitude training: benefits, problems, trends*. *Der Orthopäde*, 1997, 26 (11), 987–992.

8) Friedmann, B.: *Entwicklungen im Höhentraining: Trends und Fragen*. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. Jahrgang 51, Nr. 12 (2000).

9) Litzcke, S, Schuh H: *Stress, Mobbing und Burn-out am Arbeitsplatz*. Springer (4. Aufl.) 2007.

10) Löffler, B.M.: *Intervall-Hypoxie-Hyperoxie-Therapie: Physiologische Grundlagen und therapeutisches Potential*. *Umwelt. Medizin. Gesellschaft* (2012) 25, 257–262.

11) Kaluza, G.: *Stressbewältigung. Trainingsmanual zur psychologischen Gesundheitsförderung*. 3. überarbeitete Aufl.; Springer 2015.

12) Kaluza, G., Basler H.-D.: *Gelassen und sicher im Streß. Ein Trainingsprogramm zur Verbesserung des Umgangs mit alltäglichen Belastungen*. Springer 1991.

13) Krebs, H.: *Vitamin-C-Hochdosistherapie. Leitfaden für die therapeutische Praxis*. (3. Aufl.), Elsevier 2017.

14) Kröner-Herwig, B.: *Chronischer Schmerz*. In J. Margraf, S. Schneider (Hrsg.), *Lehrbuch der Verhaltenstherapie* (Band 2). Springer 2018.

15) Kuklinski, B.: *Mitochondrien: Symptome, Diagnose und Therapie*. Aurum 2015.

16) Paulus, W.: *Chronische Schmerzen*. In C. D. Reimers, W. Paulus, B. J. Steinhoff (Hrsg.) *Patienteninformationen Neurologie-Empfehlungen für Ärzte* (2. Aufl.). Springer 2017.

17) Pischinger, A, Heine, H: *Das System der Grundregulation* (12. Aufl.), Haug 2014.

Keywords: Intervall-Hypoxietherapie, Orthopädie, Mitochondrienmedizin