

Kapitel 8

Hörsturz mit/ohne Tinnitus

Prävalenz/Inzidenz

Nach Michel 1994 ist im Bundesgebiet mit 15.000 Neuerkrankungen im Jahr zu rechnen. (10-20 Fälle auf 100.000 Einwohner (Byl 1977, Klemm et al. 1989). Steigerungsraten in den letzten 10 Jahren

werden diskutiert und beobachtet, sind aber nicht belegt: Die Rezidivrate liegt bei 7-9%. Kinder unter 14 Jahren erkranken fast nie. Der Altersdurchschnitt liegt bei 46 Jahren.

Diagnostik, Spontanverlauf und Behandlungsziele

Anhand welcher diagnostischer Parameter wird ein akuter Hörsturz eindeutig festgelegt und abgegrenzt?

Der Hörsturz ist definiert als akut auftretende, in der Regel einseitige Schallempfindungsschwerhörigkeit oder Ertaubung. Gleichzeitig können Ohrgeräusche (90%) und/oder ein Druckgefühl im Ohr (50%) und/oder Schwindel (30%) und/oder eine Diplakusis (15%) vorhanden sein.

“Hörsturz” ist eine Ausschlußdiagnose. Deshalb kann der Untersuchungsaufwand im Einzelfall beträchtlich sein. Entsprechend der im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie von U. Ganzer und W. Arnold (1996) herausgegebenen Leitlinie zu diesem Krankheitsbild umfaßt er neben einer ausführlichen Anamnese (*plötzlicher* Hörverlust) folgende Untersuchungen:

Notwendig

- HNO-Status
- Ohrmikroskopie
- Hörprüfung (Stimmgabel, Audiogramm, Sprachaudiogramm, Recruitment, Tympanometrie)
- BERA, Stapediusreflexmessung (cave: Lärmbelastung, bei akutem Ereignis Untersuchung im Intervall durchführen)
- Gleichgewichtsuntersuchung (Frenzel-Brille: spontaner oder latenter Nystagmus, Lage- und Lagerungsnystagmus, vestibulospinale Prüfungen, thermische Prüfung)

Im Einzelfall nützlich

- Evozierte otoakustische Emissionen, TOAE
- Serologie (einschließlich HIV, Lues- und Borrelien, Herpesvirus Typ I, Varicella-Zoster-Virus)
- Blutdruck, Hämoglobin, Hämatokrit, Differentialblutbild, Blutsenkung
- Röntgen: Schüller, Halswirbelsäule
- CT/MRT: Felsenbein, Schädel
- Elektronystagmographie
- Elektrocochleographie (cochleärer Schaden, Ausschluß eines Hydrops)
- Doppler-Sonographie: Halsgefäße und Aa. vertebrales
- Interdisziplinäre Untersuchungen (z.B. Neurologie, innere Medizin, Orthopädie)

Der den Hörsturz begleitende Tinnitus kann nicht objektiviert werden. Er wird vielmehr an Hand von zum Vergleich angebotenen Audiometertönen hinsichtlich Frequenz, Lautstärke und Verdeckbarkeit definiert. Außerdem finden visuelle Analogskalen Verwendung, in die der Betroffene den subjektiven Belästigungsgrad durch das Ohrensausen einzeichnet. Sofern der Verdacht besteht,

daß die Ohrgeräusche und der Hörverlust auf einer gemeinsamen objektivierbaren Ursache beruhen, wird die Tinnitusdiagnostik dementsprechend erweitert, beispielsweise um eine Auskultation des Warzenfortsatzes bei pulsierendem Ohrensausen (vgl. Lenarz, 1998-Leitlinie Tinnitus; Wilhelm et al. 1995). Gleiches gilt sinngemäß für gleichzeitig bestehende Schwindelsymptome, wobei auch hier die oben erwähnte Basisdiagnostik um spezielle Untersuchungen ergänzt wird (vgl. Ganzer und Arnold, 1996 - Leitlinie Schwindel).

Die Hörprüfungen und Gleichgewichtsuntersuchungen sowie die Schwindelanalyse erlauben eine eindeutige Festlegung und Abgrenzung der Diagnose und Indikation.

Wie ist der Spontanverlauf bei einem akuten Hörsturz?

Die Bewertung der Therapiemaßnahmen beim Hörsturz ist erschwert, weil keine repräsentativen und ausreichend hohen Fallzahlen für die Abschätzung einer Spontanremissionsrate beim Hörsturz vorliegen (Werte von 25% bis 68% in der Literatur). Ob mit einer Spontanremission zu rechnen ist, läßt sich im individuellen Krankheitsfall nicht vorhersagen.

Über den Spontanverlauf von Tinnitus sind keine Publikationen bekannt.

Ätiologische und pathophysiologische Vorbemerkungen

Welche prioritären Ziele gelten für die Behandlung eines akuten Hörsturzes?

Als Ursache für einen Hörsturz kommt eine große Zahl ätiopathogenetischer

Faktoren in Frage. Diskutiert werden Durchblutungs- und vasomotorische Störungen, Hypotonie, ein vaskulärer endolymphatischer Hydrops, virale Infektionen (Mumps, Zoster, Masern, Influenza, Adenoviren) mit Vaskulopathie, Ödeme und Endothelproliferationen. Bakterielle Toxine, ototoxische Substanzen, Fettstoffwechselstörungen, Angiopathien, Diabetes mellitus, Immunkomplexkrankheiten, Nahrungsmittelallergien, gesteigerte Thrombozytenadhäsivität und -aggregation, erhöhte Koagulationsbereitschaft, Streß, Nikotinabusus, aber auch Traumen mit Fensterruptur, Barotraumen, Tauchunfälle oder eine Überflutung der Synapsen mit Neurotransmittern können einen akuten Hörverlust auslösen.

Nach Beck (1984) u.a. reagieren die Stria vascularis und die Zellen des cortischen Organs auf die unterschiedlichen Noxen in immer gleicher Weise. Ein Ödem führt zum Verschuß der funktionellen Endgefäße und blockiert die Mikrozirkulation. Der daraus resultierende Sauerstoffmangel in der Hörschnecke führt zu einem Erliegen des Funktionsstoffwechsels, woraus letztlich - unabhängig von der Art der Noxe - der Hörverlust resultiert (Yamane et al, 1991; Hawkins, 1973; Axelsson, 1987; Beck et al. 1957)

Histologisch werden in diesem Fall Veränderungen der Mitochondrien und des Cytoskeletts, eine Ablösung der Haarzellen von der Tektorialmembran (Tonndorf, 1980) und/oder eine Schwellung und morphologische Strukturveränderung der Nervenfasern beobachtet (Pilgramm et al, 1984). Diese Vorgänge scheinen auch für die Entstehung des den Hörverlust begleitenden Tinnitus verantwortlich zu sein, wobei letzterer insbesondere dann, wenn er einseitig auftritt

als hörsturzäquivalente Innenohrfunktionsstörung angesehen wird.

Weil der Hörsturz in den meisten Fällen letztenendes offenbar auf einer zu geringen Versorgung der Hörsinneszellen mit Sauerstoff beruht (Lamm, 1995) und die pathophysiologische Ursache des Hörsturzes im individuellen Einzelfall meist nicht bekannt ist (Michel, 1994), kann das prioritäre Ziel der Behandlung dieses Krankheitsbildes unter pathophysiologischen Gesichtspunkten nur darin bestehen, die Durchblutung und den Stoffwechsel des Innenohres zu verbessern und dadurch das Sauerstoffangebot für die Sinneszellen zu normalisieren.

Klinisch bedeutet dies eine Wiederherstellung des Hörvermögens, eine Beseitigung der Ohrgeräusche, die nicht selten im Vordergrund der Beschwerden stehen sowie eine Normalisierung der vestibulären Funktion, sofern gleichzeitig Schwindel vorhanden ist.

Mit welcher Diagnostik (z.B. Untersuchungstechniken, Apparate, Gesundheitsskalen) werden die therapeutischen Ergebnisse (Zielgrößen) gemessen?

Das Behandlungsergebnis kann mit den gleichen Untersuchungen wie bei der Diagnosefindung dokumentiert werden (vergl. Abschnitt 1). Bei schon absolviertem Ausschluß von sonstigen Erkrankungen mit Hörverlust +/- Tinnitus kann man sich auf die in der Eingangsuntersuchung pathologischen Meßmethoden beschränken. Im Einzelnen sind dies:

- Subjektive Audiometrie:
Ton- und Sprachaudiogramm (evtl. incl. überschwellige Messungen)

Hörsturz mit/ohne Tinnitus

- Objektive Audiometrie:
FAEP, otoakustische Emissionen und Distorsionsprodukte
- Visuelle Analogskalen
- HNO-Abschlußuntersuchung
- Counselling bei fortbestehenden Beschwerden

Wie ist die Gültigkeit (Validität), Zuverlässigkeit (Reliabilität), Genauigkeit und Reproduzierbarkeit dieser Diagnostik belegt?

Die audiometrischen Verfahren sind Standard in der HNO-Heilkunde und werden mit regelmäßig wiederholt ge-
eichten und täglich subjektiv überprüften
Geräten durchgeführt (§ 73 und § 77

Abs. 3 Nr. 3 der Eichordnung). Sowohl die subjektiven als auch erst recht die objektiven Verfahren liefern bei wiederholter Messung gut reproduzierbare Ergebnisse.

Die visuellen Analogskalen sind übliche Beurteilungsinstrumente auch in sonstigen Fachbereichen (Schmerztherapie, Psychologie). Bei zwei Drittel der Patienten liefern sie reproduzierbare Ergebnisse. Ein Drittel der Patienten ist in seinen Angaben so inkonstant und inkongruent, daß die Angaben nicht verwertbar sind (Höing et al. 1996, 1997).

Behandlungsmethoden, Notwendigkeit der HBO und erreichbare Ziele

Welche dieser Ziele sind (ggf. teilweise) in welchem Stadium eines akuten Hörsturzes mit HBO zu erreichen?

Etliche der vorgenannten in Diskussion stehenden Pathomechanismen beruhen auf Vorgängen, für die aufgrund klinischer und experimenteller Untersuchungen mit HBO gesicherte Erkenntnisse vorliegen: Wundheilungsvorgänge bei Traumata, Beeinflussung von Entzündung durch Zellaktivierung, Normalisierung der Funktion der Entzündungszellen, Antimikrobiose, Stoffwechsellinderung durch O₂-Mangel, Reduktion des (zytotoxischen) Ödems (und der Synapsenödeme geschädigter Innenohren), Wundheilungsvorgänge bei Reperfusionsschäden.

Tierexperimentell wurde nachgewiesen, daß der Sauerstoffpartialdruck in der gesunden Cochlea nur unter HBO so

wesentlich ansteigt (ca. 460%) und noch 1 Std. nach Therapieende um 60% über dem Ausgangswert liegt, daß die genannten Effekte erzielt werden können. Die Hyperoxygenierung des Gesamtorganismus kann durch entsprechendes Monitoring überprüft und ggf. korrigiert werden.

Durch Steigerung des Sauerstoffpartialdruckes in der Cochlea und speziell im Bereich der Peri- und Endolymphe ist eine Beeinflussung der metabolisch gestörten Hörsinneszellen möglich. Da diese über keine blutversorgenden Gefäße verfügen, sondern auf die Sauerstoffversorgung mittels Diffusion angewiesen sind, kann grundsätzlich nur die Erhöhung des umgebenden Sauerstoffpartialdruckes eine Sauerstoffmangelsituation ausgleichen. Dieser HBO - Effekt wird bewiesen durch die Steigerung der In-

nenohrfunktion und Steigerung der Erholungsgeschwindigkeit nach Schallschäden gemessen an den Mikrophonpotentialen und den Nervenaktionssummenpotentialen (Lamm K et al. 1989).

Die HBO führt bei erfolglos mit konventionellen Methoden (Infusion, Rheologika) vorbehandelten Patienten (Negativselektion) noch in einem erheblichen Prozentsatz zu signifikanten Hörverbesserungen und Tinnitusreduzierungen (über 20 dB bei wenigstens 54% der akuten Fälle in Bezug auf Hörverlust davon 11% Komplettheilung und ca. 70% der Fälle beim Tinnitus).

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Spontanremissionen i.d.R. in den Behandlungszeitraum mit konventionellen Methoden, vor Beginn der HBO-Behandlung, fallen (Negativselektion).

Welche Methoden stehen zur Behandlung des akuten Hörsturzes grundsätzlich zur Verfügung?

Konservativ

- Streßabbau, Kreislaufstabilisierung
- Infusionstherapie z. B. mit Rheologika oder physiologischer Kochsalzlösung mit Zusatz von Vasodilativa, Lidocain
- Glukokortikoide in absteigender Dosierung. Orale Therapie mit z. B. durchblutungsfördernden Substanzen
- Bei Herpes Zoster, Herpes simplex Typ 1: Aciclovir, Flanciclovir
- Bei Borreliose (Lyme Disease): Penicillin, Tetracyclin, Makrolide oder Cephalosporin der 3. Generation (in Abhängigkeit von Ausprä-

gung und Lokalisation des Krankheitsbildes)

- Weitere adjuvante Therapiemöglichkeiten: physikalische Behandlung der Halswirbelsäule, Psychotherapie

Operationsindikationen / (-prinzipien)

- Sofortige komplette Ertaubung oder Verdacht auf Ruptur der runden Fenstermembran, z. B. bei Hörsturz mit Schwindel nach schwerer körperlicher Belastung, nach Barotrauma, evtl. bei fluktuierendem Gehör (Tympanoskopie und z. B. Abdichten der runden Fenstermembran)

Ist angesichts der Behandlungsalternativen die HBO erforderlich und wenn ja warum?

Die HBO ist erforderlich, weil nach Ausschöpfung der angeführten Alternativen ein erheblicher Prozentsatz an Patienten ungeheilt oder mit Restsymptomen verbleibt. Nach den vorliegenden prospektiven randomisierten Untersuchungen, den retrospektiven Fallauswertungen (Lamm K. 1998) und den laufenden prospektiven Fallverlaufstudien in Düsseldorf und München (vorgetragen auf der Jahrestagung der Dtsch. Ges. HNO, Kopf- u. Halschirurgie 1998, siehe Ganzer 1998) ist in diesen Fällen in einem relevanten Prozentsatz Heilung oder Besserung zu erzielen.

Die imponierende Liste der obengenannten Behandlungsmöglichkeiten beim Hörsturz reduziert sich für die weitestgehend überwiegende Zahl der Patienten letztlich auf die Infusionen mit und ohne Cortison, da die sonst aufgeführten Maßnahmen nur in Ausnahmefällen angewandt werden können.

Spezifische Wirkmechanismen der HBO

Experimentelle Studien zum Nachweis der Wirksamkeit

Da die metabolisch gestörten Haarsinneszellen über keine eigenständige Blutversorgung verfügen, sondern völlig auf die O₂-Versorgung mittels Diffusion angewiesen sind (Lamm K 1995), kann grundsätzlich nur die Erhöhung des umgebenden pO₂ eine O₂-Mangelsituation ausgleichen helfen. Nur durch HBO ist aufgrund der massiven Erhöhung des physikalisch gelösten O₂-Transportes in den Körperflüssigkeiten eine erhebliche Steigerung des pO₂ im Innenohr möglich (Lamm K et al. 1989, Lamm Ch et al. 1988).

Am experimentellen TierversuchsmodeLL, dem Meerschweinchenohr unter Lärmschädigung (wegen des subjektiven Eindruckes von Hörverlust und Tinnitus gibt es für Hörstürze kein Versuchsmodell) konnten sowohl der Sauerstoffabfall während und nach der Schädigung (Lamm K et al. 1989), der Sauerstoffpartialdruckanstieg unter der HBO-Therapie, als auch die beschleunigte Funktionserholung der Innenohren anhand von Nervenaktionssummenpotentialen und Mikrophonpotentialen der Hörschnecke gemessen werden (Lamm 1989, Lamm H et al. 1977). Normobare Sauerstoffatmung oder andere Therapieverfahren konnten diesen Effekt im Tierexperiment nicht bewirken (Lamm Ch et al. 1988).

Lamm C, Walliser U, Schumann K, Lamm K: Sauerstoffpartialdruck-Messungen in der Perilymphe der Scala tympani unter normo- und hyperbaren Bedingungen. Eine tierexper-

imentelle Studie. HNO (Berlin) 36 (1988) 363 – 366

Die Atmung von 100% Sauerstoff bei 100 kPa bewirkt 244,3% und bei 260 kPa (HBO) 597% Steigerung des Sauerstoffpartialdruckes, gemessen in verschiedenen Tiefen der Scala Tympani. n = 16.

Lamm K, Lamm Ch, Lamm H, Schumann K: Simultane Sauerstoffpartialdruck-Bestimmung in der Scala tympani, Elektrocochleographie und Blutdruckmessungen nach Knall-traumata bei Meerschweinchen. HNO 37 (1989) 48 – 55

n = 14 Tiere; Lärmbelastung führt zu Partialdruckabfall für O₂ und zur Latenzzeitverlängerung der Summenaktionspotentiale sowie zur Amplitudenverminderung der Mikrophonpotentiale. Der Leistungsabfall der Innenohren unter Lärm wird auf ein stoffwechselabhängiges und damit sauerstoffabhängiges Versagen der Ionenpumpen zurückgeführt.

Lamm H., D. Dahl, W. Gerstmann: Die Wirkung von hyperbarem Sauerstoff auf die hypoxisch geschädigte Cochlea des Meerschweinchens. Arch. Otol-Rhino-Laryng. 217 (1977) 415 - 421

Mit CO geschädigte Tiere n = 17; HBO beschleunigt Mikrophonpotentialanstieg und mindert bei vorheriger Gabe das Schadensausmaß. Postmortal findet sich noch ein Partialdruckanstieg für O₂ in der Scala tympani als Hinweis auf Diffusion durch die Fenster zum Mittelohr.

Lamm K, Ch Lamm, H Lamm, A Heinrich: Simultane Laser- Doppler-Flowmetry zur Bestimmung des koch-

leären Blutflusses, Sauerstoffpartialdruckmessungen und Elektrocochleographie während Hämodilution. Arch Otolaryngol Suppl II, (1989) 82 – 83

Infusion von Kochsalz bei 9 Tieren bewirkte keine Änderung der Durchblutung und des pO_2 . Pentoxifyllin in NaCl verdoppelt bei allen 12 Versuchstieren die kochleäre Durchblutung bis zum Infusionsende, obwohl der Blutdruck um 20% absank. Der pO_2 fiel während der Infusion um 20% und nach Infusionsende um 50% ab.

Naftidrofuryl in NaCl steigerte die Durchblutung kurzzeitig um 30%. Auch hier fiel der pO_2 während der Infusion um 20%.

Dextran 40 steigerte nicht bei allen Tieren die kochleäre Durchblutung um ma-

ximal 50%. Bei 5 von 15 Tieren verschlechterte sich die Haemodynamik vorübergehend. Bei allen 15 Tieren fiel der pO_2 während der Infusion um 30% trotz Steigerung des Blutdruckes und der Herzfrequenz.

Haes 10% senkte für die Dauer der Infusion den pO_2 bei 19 Tieren um 20%, obwohl der Blutfluß um 40% zunahm.

Zusammengefaßt wurde festgestellt: Hämodilutiva steigern in unterschiedlichem Ausmaß die kochleäre Durchblutung, jedoch nur während der Infusion. Dieser Effekt läßt nach Beendigung der Infusion innerhalb einer Stunde wieder nach. Die Hämodilution mit erhöhter Blutflußgeschwindigkeit verschlechtert die Sauerstoffversorgung des Innenohres.

Klinische Studien

Die bisherigen Therapiemaßnahmen beim Hörsturz – vorwiegend Infusionsbehandlungen - sind nur empirisch belegt, werden aber ubiquitär angewendet. Doppelblindstudien zur Wirksamkeitsüberprüfung für die meisten der üblichen vasoaktiven rheologischen (muskulotropen und hämodilutiven) Infusionsbehandlungen liegen vor. Sie konnten die Wirksamkeit - vor allem im Vergleich zu der umstrittenen Spontanheilungsrate - nicht belegen.

Selbst wenn experimentell eine Steigerung des cochleären Blutflusses und ein Anstieg des Sauerstoffgehaltes der Perilymphe oder gar deren Normalisierung gemessen wurde, fand sich keine Verbesserung des elektrophysiologischen cochleären Leistungsniveaus, d.h. des

Gehörs. (Fisch et al. 1976, Lamm K, Ch. Lamm, H. Lamm, A. Heinrich: 1989). Allenfalls bei Hämatokritwerten von 14 g/dl und mehr fand sich eine signifikante Wirkung von 10% Haes 200/0,5 (Desloovere et al. 1995, Yagi et al. 1978, Hesch 1982, Desloovere et al. 1988, Mathias R et al. 1990, Meier et al. 1993, Michel et al. 1991, Tschopp et al. 1993, Lamm K. 1995, Arzneimitteltelegramm Aug. 1997, S. 83).

Daraus ist zu schließen:

- die pharmakologischen Effekte aller Haemorheologika sind einander gleich
- sie sind zudem einer Placebothherapie nicht eindeutig überlegen.

- Therapieabstinenz, polypragmatische herkömmliche Therapie und Placebotherapie bewirken das
- Gleiche und unterscheiden sich nicht vom Spontanverlauf.

Einschränkend muß diskutiert werden ob die Meßlatte zur Beurteilung der Therapie von Innenohrfunktionsstörungen – die Spontanheilungsrate – bei der in der Literatur angegebenen großen Streubreite von 25% bis 68% wirklich verlässlich genug ist, um weitestgehend etablierte Therapieschemata zu disqualifizieren.

Eine Ausnahme könnte die Kombinationsbehandlung unter Einschluß von Prednisolon darstellen. Einige Studien zeigen eine den Placeboeffekt übersteigende Wirkung, andere konnten diesen Kortisoneffekt nicht wiederholen (Lamm K 1995).

Die klinische Wirksamkeit der HBO zeigt eine *Metaanalyse der Literatur* mit Übersicht über 68 Publikationen mit 4635 Fällen Innenohrschäden in Form von Hörstürzen, Knalltraumata und akuten akustischen Traumata:

Diverse Kombinationen von Medikamenten aus 9 Studien mit zusammen 300 Patienten zeigen keine bessere Wirkung als Placebo (NaCl mit Placebo). Kombinationen mit Prednisolon hatten einen besseren Erfolg als Placebos.

Zusammenfassung

Akute Innenohrfunktionsstörung

2 Arbeiten mit n=18 zeigen bei 17 Patienten substantielle Verbesserung bei primärer HBO-Therapie. Bei Therapiebeginn in der 2. bis 6. Woche, nach erfolgloser Vorbehandlung finden 46 Publikationen mit 2338 Patienten einen Hör-

gewinn von mehr als 20dB in mehr als 3 Frequenzen bei 54,3% der Patienten - davon 11% normalisiert. Bei 32,3 % findet sich ein Hörgewinn von 10 – 20 dB und keine Verbesserung bei 13,4%. In 7 Publikationen mit 1223 Patienten fand sich eine Tinnitusreduktion bei 81,3% der Patienten und in 4% die völlige Beseitigung.

Subakute Innenohrfunktionsstörung

Bei Therapiebeginn vor Ablauf von 3 Monaten fand eine Arbeit bei 123 akuten Hörverlusten in 13% einen Hörgewinn unter HBO von mehr als 20 dB in 3 Frequenzen und bei 25,2% einen Gewinn von 10 – 20 dB. Der Tinnitus von 192 Patienten verschwand bei 6,7%, wurde gemindert bei 44,3%, blieb bei 44,3% unverändert und wurde bei 4,7% vorübergehend schlechter.

Chron. Innenohrfunktionsstörung

8 Studien mit 1720 Patienten untersuchten den Effekt der HBO nach erfolgloser konventioneller Vorbehandlung und einer Vorlaufzeit von 1 Monat bis Jahren: Hörverbesserung trat ein bei 34,6% mit durchschnittlich 7,5 dB, 4,6% der Patienten hatten eine Hörverschlechterung, deren Verlauf nicht angegeben wurde. Der Tinnitus besserte sich bei 50,7% der Patienten und verschlechterte sich bei 8,1%.

Ohne HBO Behandlung

erfuhren alle 45 Patienten einer Studie keine Hörverbesserung im weiteren Verlauf. 66% Patienten einer zweiten Studie hatten ohne HBO keine weitere Hörverbesserung (n = 100), 30% hatten eine Verbesserung von 10 – 20 dB, 2% mehr als 20 dB und 2 % eine vorübergehende Verschlechterung von bis zu 20 dB. Der Tinnitus in beiden Studien verbesserte sich ohne HBO in 34%, blieb unverän-

dert bei 62% und verschlechterte sich bei ca. 4%.

Resümee

Erfolglos vorbehandelte Patienten profitieren in ca. 80% bei Hörstörungen und 85% bei Tinnitus von der HBO bei Therapiebeginn bis zur 6. Woche. Bei späterem Therapiebeginn vor Ablauf von 3 Monaten ist mit einem Hörerfolg bei 38% der Patienten und mit einer Tinnitusreduktion in 51% zu rechnen. Bei Therapiebeginn mit HBO nach mehr als 3 Monaten kann nicht mit einem Hörerfolg gerechnet werden, aber der Tinnitus bessert sich noch bei ca. 33% der Patienten (Lamm et al. 1998).

Unseres Erachtens sind die folgenden Studien in Evidenzklasse IIa (andere prospektive Interventionsstudien) einzuordnen:

Biesinger, E. et al.: Strategien in der ambulanten Behandlung des Tinnitus. HNO 46 (1998):157-169.

Nach sehr strenger Patientenselektion wurden von 625 Patienten mit Tinnitus 211 Patienten in die prospektive Studie aufgenommen. 69 erhielten nur parenterale und anschließend enterale haemorheologische Behandlungen. 142 Patienten erhielten HBO, davon 72 als sekundäre Behandlung nach erfolgloser Therapie wie in Gruppe 1. Von den 63,8% ungeheilten Patienten aus der haemorheologischen Gruppe dekompensierten 25% und benötigten aufwendige weitere Behandlungen. Die Patienten der HBO-Gruppe zeigten nur in 35,9% Restsymptome und eine Dekompensationsrate von 18%. Nach erfolgloser Vorbehandlung wurde der Tinnitus unter HBO in 51,4% beseitigt. Der vergleichsweise

günstige Behandlungserfolg wurde auf die Patientenvorauswahl zurückgeführt.

Daumann R., AM. Cros, D. Poisot: Treatment of sudden deafness: first results of a comparative Study. J. otolaryngol (Toronto) 14 (1985) 49 - 56

Die Kombination von HBO mit Hämodilution zeigte bei schweren Hörstürzen bessere Ergebnisse, als die Kombination von Kortikosteroiden und Vasodilantien. Randomisierte Studie mit 36 Patienten.

Dauman R, Poisot D, Cros AM, Mehzen M: Hemodilution, oxygenotherapie hyperbare et vasodilatateurs dans les surdités brusques. J Fr Otorhinolaryng (Lyon) 14 (1985) 93 - 96

„Schlußfolgerung: Folgendes Vorgehen schlagen wir für die Behandlung von Hörstürzen vor: So schnell wie möglich über 48 Std. normovolämische Hämodilution oder Vasodilatoren mit Bethametason. Bei ausbleibender Besserung nach 2 Tagen: HBO.“ Randomisierte Studie mit 43 Patienten.

Dauman R, D Poisot, AM Cros, O Zennaro, B Bertrand, JY Duclos, D Esteben, M Milacic, C Boudey, JP Bebear: Surdités brusques: etude comparative randomisee de deux modes d'administration de l'oxygenotherapie hyperbare associee au Naftidrofuryl. Rev Laryngol Otol Rhinol Bord 114 (1993) 53-58

Randomisierte Untersuchung in 2 Gruppen: entweder 1x HBO oder 2x HBO pro Tag. Beide Gruppen erhielten zuvor die normovolämische Haemodilution und während der HBO Behandlung Infusionen mit Naftidrofuryl und Steroide. Die Effektivität und die Nebenwirkungen waren in beiden Gruppen gleich.

Desloovere C., Knecht R., B. Rosemann, R. Schmidt, D. Böhmer, G. Hoffmann, B. Böckler : Hyperbare Sauerstofftherapie bei therapieresistenten Hörstürzen. Eur. Arch Otolaryngol Suppl II (1992) 195 - 197

”Zusammenfassend zeigen unsere Ergebnisse, daß innerhalb der ersten 4 Monate nach dem Hörsturz, trotz erfolgloser durchblutungsfördernder Infusionstherapie und Cortisongabe, unter hyperbarer Sauerstofftherapie noch eine deutliche Hörverbesserung und Verbesserung des Tinnitus erzielt werden konnte. Die mittlere Beobachtungszeit nach der hyperbaren Sauerstofftherapie beträgt 5 Monate. Eine erneute Verschlechterung des Tinnitus oder Hörvermögens trat nicht auf.”

(Hörvermögen in 36% der Fälle und Tinnitus in 64% der Fälle gebessert bei früher Behandlung, bei chronischen Fällen nur Tinnitusverbesserung in 27% (primär randomisierte Studie, die Randomisierung wurde wegen schlechter Ergebnisse der Kontrollgruppe aufgegeben).

Goto, F, Fujita T, Kitani Y, Kanno M, Kamei T, Ishii H: Hyperbaric oxygen and stellate ganglion blocks for idiopathic sudden hearing loss. Acta Otolaryngol (Stockh.) 88 (1979):335-342.

Die Standardtherapie (= Steroide, Vasodilatoren, Vitamine) zeigt sich bei frischen, wie auch bei älteren Hörstürzen den Kombinationen mit HBO und Stellatumblockaden weit unterlegen. Die besten Ergebnisse zeigt die Gruppe mit HBO, Stellatumblockade und konservativer Therapie. n = 91 in 3 Gruppen randomisiert (konservative Therapie, Stellatumblock mit HBO, dto. mit konservativer Therapie).

Hoffmann G, D Böhmer, Ch Desloovere: Hyperbaric oxygenation as a treatment for sudden deafness and acute Tinnitus. Proc 11. Int Kongr Hyperb Med, Best Publ. Comp (1995) 146 - 152

Nach erfolgloser 14tägiger Standardtherapie finden sich in der HBO-Gruppe 30% Patienten mit Hörverbesserung um 10 dB und 10% von > als 20 dB (n = 10). Die Kontrollgruppe weist keine Hörverbesserung auf. Der Tinnitus bessert sich in der HBO-Gruppe um 60% und um 30% in der Kontrollgruppe. Die spätere HBO-Behandlung der Kontrollgruppe nach 3 Monaten ergab keine Hörverbesserung - aber noch eine Reduzierung des Tinnitus bei 50% der Patienten.

Weitere 150 Patienten wurden ohne Randomisierung therapiert. Auch rezidivierende Hörstürze profitierten von der HBO.

Kau, R.J., K. Sendter-Gress, U. Ganzer, W. Arnold : Effectiveness of hyperbaric oxygen therapy in patients with acute and chronic cochlear disorders. ORL 59 (1997):79-83.

Von 359 Patienten der Studie hatten 123 eine Symptomendauer von weniger als 3 Monate und zeigten einen akuten Hörverlust auch noch nach erfolgloser Vorbehandlung. 13% davon hatten 20 dB Hörverbesserung nach HBO in mindestens 3 Frequenzen oder eine komplette Remission. 25,2% zeigten eine Verbesserung von 10 – 20 dB. 100 Patienten kamen nach erfolgloser Vorbehandlung mit einer Verzögerung von mehr als 3 Monaten wegen eines persistierenden Hörsturzes zur HBO Behandlung. Sie zeigten eine Vollremission in 2% und in 30% eine Verbesserung von 10 dB und mehr. 2% hatten vorübergehend eine Hörverschlechterung.

Tinnitus von weniger als 3 Monaten Dauer (n = 192) wurde in 6,7% hervorragend gemindert (entsprechend visueller Analogskala). 44,3% der Tinnituspatienten gaben eine beachtliche Verbesserung an, 4,7% zeigten eine vorübergehende Verschlechterung des Tinnitus. Bei einer Vorlaufzeit von mehr als 3 Monaten (n = 163) zeigte der Tinnitus in 34,4 % eine beachtliche Verbesserung, in 62% keine Änderung und in 3,6% eine reversible Verschlechterung.

Lenarz, T. et al. 1998: Zwischenergebnisse einer prospektiven randomisierten Studie zur primären Hörsturzbehandlung im frühen Stadium entweder mit HBO oder mit Haes / Pentoxifyllininfusionen. Rundtischgespräch 69 Jahrestagung der Dtsch. Ges. HNO-Heilkunde Kopf- u. Halschirurgie, Hannover 23.5.98. Studienabschluß: voraussichtlich Oktober 1998.

Nach den Zwischenergebnissen liegt der mittlere Hörgewinn von Hörstürzen bei primärer HBO-Behandlung bei fast 16 dB und bei der Behandlung mit Infusionen bei fast 11 dB. Auch bei der Tinnitusminderung überwiegt der Effekt der HBO den der Infusionen. Da die Untersuchung noch nicht abgeschlossen ist, können die Ergebnisse nicht auswertend interpretiert werden. Man kann zum jetzigen Zeitpunkt nur sagen, daß die HBO-Therapie wahrscheinlich nicht schlechter abschneidet als die Infusionsbehandlung.

Pilgramm, M., Lamm H, Schumann K : Zur Hyperbaren Sauerstofftherapie beim Hörsturz. Laryng Rhinol Otol 64 (1985):351-354.

„Während beim frischen Hörsturz sowohl in Bezug auf die kochleäre Perzeptionsschwerhörigkeit und den Tinnitus die hyperbare Oxygenation der alleinigen

Standardtherapie überlegen ist, konnte dieses Ergebnis beim vorbehandelten alten Hörsturz nicht wiederholt werden. Die hyperbare Oxygenierung erweist sich somit unter strengsten taucherärztlichen Kautelen als wirkungsvolle Zusatztherapie beim frischen Hörsturz.“

(HBO 250 kPa; alle Patienten bis 14 Tage mit Infusionen vorbehandelt; 37 akute Hörstürze wurden unter HBO signifikant besser als nach Infusionen (20,2 / 29,1 dB mittl. Hörverlust); HBO-Beginn später als 1 Mon bis 1 Jahr führte bei 51 Patienten nicht zu besseren Ergebnissen als mit Infusionen (4 / 5 dB mittlerer Hörverlust (MHV)).

Ritter, M.: Die Behandlung des Hörsturzes durch die Anwendung von Hyperbarem Sauerstoff. Med. Dissertation, Universität Ulm (1985)

78 Patienten wurden in akute (< 14 Tage alt) und alte (> 14 Tage alt) Hörstürze eingeteilt und jede Gruppe etwa zur Hälfte nur mit Dextran 40 oder mit HBO 260 kPa 69 Min 100% Sauerstoff behandelt. Die HBO konnte dabei bei den akuten Hörstürzen hochsignifikant bessere Höreergebnisse (30 dB gegen 22,5 dB) und Tinnitusbeseitigung in 65% gegen 33% erzielen.

Bei den „alten“ Hörstürzen war der Hörgewinn in den zwei Gruppen gleich, blieb aber in der HBO Gruppe stabiler. Der Tinnitus wurde unter HBO besser beseitigt (25% gegen 13%).

Schmidt R. 1995: Hyperbare Sauerstofftherapie bei therapieresistentem Hörsturz. Dissertation, Universität Frankfurt

In der prospektiven randomisierten als Pilotuntersuchung geplanten Studie wurde zunächst eine Patientengruppe mit HBO und die Kontrollgruppe nicht behandelt. Das Konzept mußte umgestellt

werden, weil die Ergebnisse der HBO-Gruppe es unvertretbar erscheinen ließen, Patienten nicht mit HBO zu behandeln.

Im Weiteren wurden dann alle Patienten mit HBO behandelt und getrennt nach Zeitverlauf bis zum Therapiebeginn ausgewertet. In der Gruppe mit Behandlungsbeginn vor Ablauf von 3 Monaten erreichten 44% der Patienten einen durchschnittlichen Gewinn von mindestens 5 dB in den Frequenzen 500, 1000, 2000, 4000 Hz. Die Gruppe mit längerem Verlauf profitierte nicht (0%). Die genauere Analyse zeigte zunehmend schlechtere Wirkung der HBO auf den Hörverlust mit zunehmendem Zeitverlauf. Die erzielten Hörverbesserungen waren auch nach 6 Monaten stabil (n = 70).

Die Beeinflussung des mit dem Hörsturz verbundenen Tinnitus wurde ebenfalls in der Akutgruppe (Vorlauf unter 3 Monate) und der Spätgruppe (Vorlauf länger als 3 Monate) getrennt untersucht. Die Akutgruppe zeigte 10,5% Heilung, 47,4% Besserung und 2,6% Verschlechterung. Die Spätgruppe wies 40% Besserung und 60% ohne Veränderung auf. Auch die Tinnitusbehandlung mit HBO erwies sich als stabil über 6 Monate. Die genauere Analyse der HBO-Wirkung zeigt eine geringere Wirkung der HBO nach 4 Monaten Vorlauf.

Unseres Erachtens ist die folgende Studien in Evidenzklasse IIb (gut geplante Kohorten- oder Fall-Kontroll-Studien, vorzugsweise aus mehr als einer Studiengruppe) einzuordnen:

Almeling, M., W. Welslau, F. Böhm, U. Brinkmann, M. Lerch: HBO-treatment of negative selected patients with sudden deafness and Tinnitus – a

prospective multicenter study. Proceedings of the international joint meeting on hyperbaric and underwater medicine, Milano, European Underwater and Baromedical Society (1996):651-656.

Prospektive Studie; n = 650 Hörstürze nach erfolgloser Vorbehandlung. Bei Therapiebeginn vor Ablauf von 3 Monaten zeigten 27,5% der Patienten eine Hörverbesserung von >20 dB in 2 od. mehr Frequenzen, davon werden 20,9% normalhörig. Die Tinnitusreduktion gelingt bei 29,8% um über 50%.

Bei Therapiebeginn vom 3. bis 6. Monat haben 22,5% der Patienten ein verbessertes Hörvermögen. Die Tinnitusreduktion bei 25,6% der Patienten beträgt mehr als 50%.

Bei Therapiebeginn nach 6 Monaten finden sich 18,1% der Patienten mit Hörgewinn. Tinnitusreduktion zeigt sich bei 20,5% der Patienten um mehr als 50%.

Unseres Erachtens sind die folgenden Studien in Evidenzklasse IIc (zeitlicher oder räumliche Vergleiche mit bzw. ohne die zu untersuchende Intervention) einzuordnen:

Efuni SN, AS Levashova, GI Lyskin: Hyperbaric oxygenation in the treatment of the cochleovestibular syndrome in dyscirculatory disturbances in the vertebrobasilar system. Sov Med 5 (1980) 45–49 (engl. Summary)

... verglichen mit anderen konservativen Methoden zeigte sich die HBO überlegen weil sie ausgeprägtere, stabilere Effekte in kürzerer Zeit erzielte: Schwindelanfälle vergingen, der Allgemeinzustand verbesserte sich, Tinnitus verminderte sich oder verging. Audiometrisch bestä-

tigte sich bei 8 Patienten eine Hörverbesserung ... (n = 10).

Gorlina AA., OD Kuzminov, LV Chupyi: Hyperbaric oxygen in multiple modality treatment of neurosensory amblycusia of vascular genesis. Vestn Otorinolaryngol 5 (1980) 12 – 14 (engl. Summary)

Bei 9 von 13 Patienten mit Hörsturz von bis zu mehr als 10 Jahren Vorgeschichte ergab die HBO in Kombination mit Vasodilatoren und Stimulanzen positive Effekte, die bei kürzerer Erkrankungs- vorgeschichte ausgeprägter waren.

Guseinov NM, Konstantinova NP, Lukicn VL, Melnikova LN, Vernekin EB 1989: Hyperbaric oxygenation treatment of acute neurosensory hypoacusis of vascular origin. Vestn Otorinolaringol (Moskva) 4 (1989) 76-79

Je 20 Hörsturzpatienten wurden in 2 Gruppen (n = 40) mit HBO behandelt. Die Gabe von Vasodilatoren direkt vor der HBO Therapie brachte doppelt so gute Ergebnisse als in der Gruppe mit Applikation der Vasodilantien direkt nach der HBO.

Hoffmann G, D Böhmer, Chr Desloovere: Hyperbaric oxygenation as a treatment for sudden deafness and acute Tinnitus. Proc 11. Int Kongr Hyperb Med, Best Publ. Comp (1995) 146 - 152

Nach einer randomisierten Studie mit jeweils 10 Patienten in den Gruppen wurden 47 Patienten nach erfolgloser Vorbehandlung mit HBO behandelt und ausgewertet: Tinnitusverbesserung in 64% der Fälle und Hörverbesserung von > als 10 dB in 25% der Fälle und von > als 20 dB in 11% der Fälle. Die Ergeb-

nisse bestätigten sich bei 150 behandelten Fällen.

Holub M, J Svacinka: Results of the hyperbaric oxygen therapy in lesions of the Corti's organ. Cis Otolaryng 20 (1971) 108 –111 (eng. Summary)

Mit HBO wurden bei 37 Ohren mit Hörsturz (31 Patienten) gute Ergebnisse erzielt bei Therapiebeginn bis zur 4. Woche nach dem Ereignis.

Kohler B, W Mann: Hyperbare Sauerstofftherapie bei therapieresistenten Fällen. (Hörsturz). HNO Heute 2 (1997) 102 – 104

43 Patienten wurden nach erfolgloser Infusionstherapie mit HBO behandelt. Von 25 Patienten mit Hörsturz zeigten 16 eine Besserung, wenn vor Ablauf von 3 Monaten behandelt wurde. In dieser Gruppe besserte sich der Tinnitus bei 20 von 42 Patienten. Nach Ablauf von 3 Monaten und oraler Langzeittherapie nach Infusionsbehandlung besserte sich der Hörsturz in 6 von 10 Fällen und der Tinnitus in 11 von 22 Fällen.

Klimpel L, Lamm H, Haupt D 1973: Eine neue Indikation der hyperbaren Oxygenation. Zeitschr f Ärztl Fortb (Jena) 67: 1084 - 1089

67 Fälle mit Innenohrerkrankungen reagieren mit guter Besserung auf HBO bis zur 8. Woche nach Erkrankungsbeginn, chronische Prozesse nicht.

Kozyro VI, Matskevich MV 1981: Clinical aspects of using hyperbaric oxygenation in the treatment of different forms of neurosensory hypoacusis. Hyperbaric Oxygen Rev (New York) 3 (1981) 86

Unter 274 Patienten mit kochleovestibulären Erkrankungen wurden 162 Hörstörungen mit HBO erfolgreich behandelt.

Das Gehör besserte sich mindestens um 20 dB bis 50 dB, der Tinnitus besserte sich. Bei chronischen neurosensorischen Hörstörungen wurde nur ein sehr geringer Effekt erzielt – aber der Tinnitus besserte sich bei allen chronischen Patienten

Lamm H: Hyperbarer Sauerstoff - Therapeutische Anwendung in der Otologie. Fortschr Med 98 (1980) 1771 - 1772

Bericht über 105 Patienten mit diversen Innenohrfunktionsstörungen in HBO Therapie.

...” Die Therapie war am erfolgreichsten beim Hörsturz (30 Patienten, 82% Besserung oder Heilung) und beim Knalltrauma”.....

Lamm H, Gerstmann W: Erste Erfahrungen mit der hyperbaren Oxygenation in der Otologie. Monatsschr Ohrenheilk (Wien) 168 (1974) 6 - 11

Von 45 Hörstürzen normalisierten sich 40% und besserten sich 90% der Fälle wenn innerhalb von 6 Wochen nach Erkrankungsbeginn behandelt wurde, später versagte die Methode.

Lamm H., L. Klimpel: Hyperbare Sauerstofftherapie bei Innenohr- und Vestibularisstörungen. HNO (Berlin) 19 (1971) 363 - 365

Retrospektive Fallauswertung; Hörstürze, n = 15; 7 gebessert, 7 geheilt.

Miyake H, N Yanagita: Therapy of sudden deafness. Acta Otolaryngol (Stockh.) Suppl. 456 (1988) 27 - 30

Darstellung der unterschiedlichen Therapieformen beim Hörsturz.

...” Wir empfehlen die HBO-Behandlung. ...Wenn die Verabreichung der o.g. Medikamente nicht zu einer zufriedenstellenden Erholung geführt hat

oder damit keine weitere Besserung zu erwarten ist, zeigt die HBO manchmal bemerkenswerte Wirksamkeit.”

Monin P., J.F. Amoros, J.P. Pugniere: Sudden deafness and hyperbaric oxygenotherapy our experience concerning 1100 cases. Bull Medsubhyp 5 (1995) 59 - 64

Fälle von 1975 – 1995. 73% mit Tinnitus, 16% mit Schwindel. 64% vor Ablauf einer Woche behandelt. 220 kPa 90 Min tgl gleichzeitig Vasodilatoren Kortison und Procain. Mehr als 60% Rückgang des initialen Verlustes bei 60,5% der Patienten. Bei Behandlungsbeginn vor Ablauf des 4. Tages erreichen 77% der Patienten dieses Ergebnis – 90% der Patienten erreichen dann 50% Rückgang des initialen Verlustes. 50% Therapieversager gab es bei Behandlungsbeginn nach dem 15. Tag und 70% Versager bei Beginn nach dem 30. Tag.

Nakashima T, S. Fukuta, N. Yanagita: Hyperbaric Oxygenation Therapy for Sudden deafness. In Yanagita N, T. Nakashima (Hrsg.) Hyperbaric Oxygen Therapy in Otorhinolaryngology Karger 1998, S. 100 - 118

1614 Patienten aus den Jahren 1972 bis 1995 mit Hörstürzen nicht älter als 14 Tage wurden in die Untersuchung eingeschlossen. 546 davon erhielten HBO nach erfolgloser Basistherapie (Vit. B-Komplex, Vasodilatoren, metabolische Aktivatoren (ATP, Idebenone u.a.). Die Kontrollgruppe hatte generell geringere Hörverluste. Die Ergebnisauswertung erfolgte bei einem Teilkontingent auch in 4 Gruppen nach unterschiedlicher Symptomendauer bis zum Beginn der HBO: 1. Gruppe: HBO Beginn in der 1. Erkrankungswoche (n=62), 2. Gruppe: HBO in der 2. Woche (n=87), 3. Gruppe: HBO in der 3. Woche (n=38) 4. Gruppe : HBO in

der 4. Woche (n=14). Bis zur 3. Woche konnte unter HBO ein signifikanter Hörgewinn unter HBO induziert werden. Ab der 4. Woche war der Hörgewinn nicht signifikant.

Schumann K., K. Lamm, M. Hettich: Zur Wirkung und Wirksamkeit der hyperbaren Sauerstofftherapie bei alten Hörstörungen. HNO 38 (1990) 408 -411

557 Fälle mit Hörstürzen unterschiedlicher Ursache wurden nach frustrierender 10 tägiger Infusionstherapie mit HBO behandelt. Die Anamnese dauerte bis zu > 10 Jahren. Der Tinnitus besserte sich in 62,2% um mehr als 10 dB. 8,2% davon erlitten ein Rezidiv, 9,8% waren transitorisch schlechter. Das Hören verbesserte sich in 27,8%.

Schumann K., B. Fischer: Zur Behandlung von Innenohrerkrankungen. Ärztezeitschr.prakt. Ther.Naturmed. 5 (1992) 366 - 385

1017 Knalltraumata, 812 Hörstürze, 132 Ménière-Patienten.

HBO 250 kPa; Hörvermögen bei 81,8% der Pat. und Tinnitus bei 85,1% der Pat. gebessert bei Therapie innerhalb von 4 Wochen; n = 122;

Hörvermögen besser bei 38,2% der Pat. und Tinnitus bei 62,2% der Pat. bei Therapiebeginn bis zu 2 Jahre nach dem Hörsturz; n = 557.

Hörvermögen besser 31% der Pat. und Tinnitus bei 39% der Pat. bei Therapiebeginn bis zu 2 Jahre nach Hörsturz; n = 814.

Stawinski S, A Kleszcz, W Spaltenstein : Oxygen hypertension in the treatment of receptive auditory Disorders of cochlear type and unknown etiology. HBO Review 1 (1980) 88

Bei 40 Hörsturzpatienten mit Vorgeschichte bis über 2 Jahre wurde in 31,2% eine Hörverbesserung von mindestens 15 dB erzielt.

Takahashi H., K. Sakakibara, K Murahashi, N Yanagita: HBO for sudden deafness – a statistical survey over 907 ears. In: Bakker DJ, Schmutz J (eds): Hyperbaric Medicine. Proceedings of the Joint Meeting 2nd Swiss Symposium and 2nd European Conference on Hyperbaric Medicine. Basel, Switzerland, Sep 1988. Foundation for Hyperbaric Medicine, Basel, 1990 (ISBN : 3-908229-01-4) : 249 - 258

Kontrollierte retrospektive Auswertung. "Schlußfolgerung: Von 900 Fällen (907 befallene Ohren) mit Hörsturz, die unsere Klinik in den ersten 2 Wochen nach Krankheitsbeginn aufsuchten, wurden 316 erkrankte Ohren mit HBO behandelt und die Ergebnisse aufgearbeitet.

Es fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen der HBO- und den Kontrollgruppen, bei Behandlung in der ersten Erkrankungswoche.

Nach 2 Wochen wurde, besonders bei den schweren Fällen, ein günstigeres Ergebnis in der HBO - Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe erreicht."

"Die in der HNO-Abteilung des Universitätsklinikums von Nagoya gebräuchlichen Behandlungsprotokolle für Hörstürze sind folgende:

In der ersten Woche wird der Hörgewinn sorgfältig kontrolliert um Spontanheilungen auszuschließen. Bei leichten Fällen werden einfache Behandlungen (Vasodilatoren, metabolische Aktivatoren, Antikoagulantien, Steroide, Amidotrizoate, Stellatumblockade)

durchgeführt. Bei schweren Fällen mit Besserungstendenz in der ersten Woche wird auch in der zweiten Woche so verfahren. Alle Fälle mit fehlender oder ungenügender Besserung

werden jedoch der HBO als Hauptbehandlungsmaßnahme zugeführt. Bei schwer geschädigten Fällen wird HBO sofort angewendet.

Wilmes E., W Lesoine: Die hyperbare Oxygenation als Therapie der Innenohrschwerhörigkeiten. Wehrmed. Mschr. 11 (1975) 332 - 335

... "Wie schon beim akuten Knalltrauma scheint auch hier (beim Hörsturz) der Zeitpunkt des Therapiebeginns ausschlaggebend zu sein. ... Die ersten Ergebnisse zeigen jedoch, daß auch in diesen Fällen ein signifikanter Erfolg erzielt werden kann." ...

Xiao ZX: Comparative analysis of the therapeutic effect of HBO and HBO combined with vasodilator agents in 200 cases of deafness. J Hyperbaric Med (Bethesda) 1 (1986) 192 - 93

Retrospektive Fallauswertung von 2 Gruppen mit je 100 Hörsturzpatienten, die entweder nur mit HBO oder mit HBO und Vasodilatoren behandelt wurden. Bei neural bedingten Hörstörungen war die Gruppe mit Vasodilatoren der anderen Gruppe überlegen (83,4% / 70,7% der Fälle gebessert). Sonst fanden sich keine Unterschiede zwischen den 2 Gruppen sowohl bei Behandlungsbeginn innerhalb eines Monats (93,5% der Fälle gebessert) oder bei Behandlung in den ersten 3 Monaten (93% der Fälle gebessert) und bei Behandlung nach 6 Monaten (74,3% gebessert). Die i.v. Gabe der Vasodilatoren sollte vor der HBO Anwendung erfolgen.

Yamagita N, T Nakashima, H Ueda: Treatment of sudden deafness. Auris Nasus Larynx (Tokyo) Suppl I, 19 (1992) 45 - 53

..... Die Prognose für die Hörerholung von 1386 Hörsturzpatienten, die die

Nagoya Universitätsklinik in den ersten 2 Wochen nach Erkrankungsbeginn aufsuchten, wurde ausgewertet und die Fälle bis zur Stabilisierung des Hörvermögens beobachtet.

Bei fast allen Patienten wurde eine Basisbehandlung bestehend aus Vitamin B-Komplex, metabolischen Aktivatoren und Vasodilatoren verwendet. Sobald erforderlich, wurde die Behandlung mit Prednisolon und HBO zusätzlich eingeleitet, insbesondere bei gravierenden Hörverlusten. Retrospektive kontrollierte Studie mit 444 Patienten in der HBO-Gruppe.

Yanagita N, Niwa H, Sakakibara B, Miyake H 1973: The effect of hyperbaric oxygen in treatment of spontaneous deafness. Otolaryngology (Tokyo) 45 (1973) 539 - 551. (Japanisch, engl. Summary)

Die retrospektive Fallauswertung von 25 Hörstürzen erwies sich bei Behandlungsbeginn in der ersten Woche als sehr effektiv. Die Ergebnisse bei Behandlungsbeginn später als eine Woche nach Erkrankungsbeginn waren ebenso sehr zufriedenstellend.

Zennaro O., R. Dauman, A. Poisot, D. Esteben, JY. Duclose, B. Bertrand, AM. Cros, M. Milacic, JP. Bebear 1993: Intérêt de l'association hémodilution normovolémique-oxygénothérapie hyperbare dans le traitement des surdités brusques à partir d'une étude retrospective. Ann Oto-Laryng. (Paris) 110 (1993) 162 - 169

Die vorgestellten Ergebnisse und die Literaturübersicht sagen uns, daß die normovolämische Hämodilution in Verbindung mit HBO mit anschließender oraler Behandlung mit Vasodilatoren unseren Patienten bessere Chancen der Erholung von schweren Hörstürzen mit

Hörverlusten von 70 bis 90 dB bieten. Auf die Bedeutung eines möglichst raschen Therapiebeginnes und auf die Korrelation der Tinnitusverbesserung mit der audiometrischen Hörverbesserung wird hingewiesen. Die täglich zweimal verabreichte HBO kann den stationären Aufenthalt verkürzen.....

Die retrospektive Auswertung von 87 Hörsturzpatienten ergibt bei 60% der Patienten gute Ergebnisse mit Hörverbesserung von 20 bis 50% auch bei hochgradigen Hörschwellenabfällen.

Die folgenden Tabellen zeigen einen Überblick über die Ergebnisse der bisher gefundenen retrospektiven Studien. Trotz der Unsicherheit bei der Beurteilung einer Therapie mit retrospektiven Fallauswertungen und bei der Inhomogenität der Auswertungskriterien sowie des Patientengutes zeigt sich insgesamt eine deutliche Tendenz zugunsten der HBO, die in den meisten Studien erst nach Versagen der herkömmlichen Therapieformen angewendet wurde.

Hörsturz mit/ohne Tinnitus

Tabelle 1: Besserung des Hörverlustes unter HBO, retrospektive Studien

Besserung:	1. Mon	< 3 Mon 10 dB	< 3 Mon 20 dB	< 3 Mon Vollrem.	< 6 Mon	> 6 Mon	Fallzahl
Autor:							
Almeling 96			27%	20,9%	22,5%	18,1%	650
Efuni 80			80%				10
Hoffmann 95		25%	11%				197
Holub 71	gut						37
Klimpel 73		gut			schlecht		67
Kozyro 81			59,1%		schlecht		274
Lamm H. 95			54,3%	11%			2338
Lamm H. 95						34-36%	1539
Lamm H. 95					0 %		45
Lamm H. 80			82%				30
Lamm H. 74			90 %	40 %			45
Lamm 71			46,7%	46,7%			15
Monin	bis 90%		30%				1100*
Ritter 85							78
Stawinski 78						31% 15 dB	40
Schumann 90						38%	557
Schumann 92						31%	814
Schumann 92	81,8%						122
Miyake 88	empfehlen						
Zennaro 93	bis 50%						87
Yanagita 73	gut						25
Xiao 86	93%					74%	200
Wilmes 75	gut						?

* mit Zusatztherapie

Tabelle 2: Verbesserung des Tinnitus unter HBO

Besserung:	1. Mon bis 50%	< 3 Mon bis 50%	< 3 Mon weg	< 6 Mon bis 50%	> 6 Mon bis 50%	schlechter transitorisch	Fallzahl
Autor:							
Almeling 96		29,8%		25,6%	20,5%		650
Efuni 80	pos						10
Hoffmann 95		64%					197
Hoffmann 96	88%	70%	64%	36%		1%	125
Höing 96	75%	38%	10%	35%		5%	439*
Höing 97	81%			29%			845*
Kögl 88	69% weg						745
Kohler 97		50%		50%		1	69
Kozyro 81		100%?			100%		274
Lamm H. 95		81,3%	4%				1223
Lamm H. 95					37%		202
Lamm H. 95					50,7%	8,1%	1371
Lamm H. 95					33,4%	6,4%	45
Ritter 85	65% weg						78
Schumann 92	85%					1,3%	122
Schumann 92					39%	6,5%	814*
Schumann 90					62%	9,8%	557

* mit Zusatztherapie

Unseres Erachtens sind die folgenden Quellen in Evidenzklasse III (Meinung anerkannter Autoritäten aufgrund von klinischer Erfahrung, Berichte von Expertenkomitees) einzuordnen:

U. Ganzer: Resümee des Rundtischgespräches: "Hyperbare Sauerstofftherapie bei cochleären Funktionsstörungen". 69 Jahrestagung der Dtsch. Ges. HNO- Heilkunde Kopf- u. Halschirurgie, Hannover 23.5.98.

Es deutet sich aber meines Erachtens doch an und jetzt eben auf der Basis

prospektiver Untersuchungen ..., daß ..., wenn ein konventionell erfolglos vorbehandelter Hörsturz oder ein Tinnitus nicht älter als 3 Monate ist, meines Erachtens, und da muß ich Herrn Mann zustimmen... eine hyperbare Sauerstofftherapie erwogen werden sollte.

W. Mann: Resümee des Rundtischgespräches: "Hyperbare Sauerstofftherapie bei cochleären Funktionsstörungen". 69 Jahrestagung der Dtsch. Ges. HNO- Heilkunde Kopf- u. Halschirurgie, Hannover 23.5.98.

Für mich gilt beim akuten Hörsturz: Infusionstherapie mit Hämodilution zur Verbesserung der Mikrozirkulation. Wenn keine Besserung innerhalb weniger Tage und massiver Hörverlust, dann Gabe von Cortison, wenn dies nach 12 – 15 Tagen maximal, es kommt auf den Hörverlust an, erfolglos ist und es hängt auch von der individuellen Situation ab, vom Leidensdruck und dem individuellen Hörverlust, kann es sein, das wenn ich sehe, daß sich nichts tut, daß ich mit der HBO-Therapie am Tag 9 bis 10 anfangen. Es hängt natürlich von der Logistik ab, ich muß unsere Anästhesistin bitten, einen HBO-Platz zur Verfügung zu stellen.

AWMF u. Deutsche Gesellschaft für HNO- Krankheiten, Kopf- und Halschirurgie:

In den Leitlinien und Algorithmen der Gesellschaft für die Maßnahmen im Fachgebiet der HNO Heilkunde (1996) ist die Hyperbare Oxygenierung als Behandlungsoption für Hörsturz, akustisches Trauma, Ototoxizität, Tinnitus und Morbus Ménière aufgenommen. Internet: <http://www.hno.org/leitl.htm>

Morgenstern: Hörsturz. In: Naumann et al. (Hrsg): Oto Rhino Laryngologie in Klinik und Praxis Thieme, 1994, Handbuch der HNO-Heilkunde.

Morgenstern erwähnt die HBO als Therapieform im Rahmen der "Polypragmasie", die die Behandlung dieses Symptoms kennzeichnet.

Lamm K., H. Lamm, W. Arnold: Effect of Hyperbaric Oxygen Therapy in Comparison to Conventional or Placebo Therapy or No Treatment in Idiopathic Sudden hearing Loss, Acoustic Trauma, Nois-Indiced Hearing Loss and Tinnitus. In: Yanagita N, T Na-

kashima (Hrsg.): Hyperbaric Oxygen Therapy in Otorhinolaryngology, Karger, 1998, S. 86 - 99

Metaanalyse der Literatur, Inhalt siehe S. 146-147 unter Zusammenfassung.

Perret, C. (Ed.): 1st european consensus conference on hyperbaric medicine. recommendations of the jury. European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM), Lille (F), 19.-21.09.1994.

Die Jury der "1st European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine" (ECHM) erklärt am 21. September 1994 unter recommended indications: sudden deafness.

Welslau W, Tirpitz D. Anerkannte HBO-Indikationen: HBO-Indikationsliste der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V.. Caisson, Mitteilungen der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V.. 11 (1997):23-24

In der aktuellen Liste der empfohlenen Indikationen für die HBO-Therapie wird unter Punkt 11 ausgeführt "akute hypoxische cochleäre Funktionsstörungen"

Aktuell laufende Studien

(Stand 01.09.1998)

- **Universität Düsseldorf, HNO-Klinik:**
HBO Anwendung nach erfolgloser Vorbehandlung (Prospektive Verlaufskontrolle)
- **Techn. Universität München, HNO-Klinik**
HBO-Anwendung nach erfolgloser Vorbehandlung (Prospektive Verlaufskontrolle)

- **Universität Hannover, HNO-Klinik**
(Randomisierter prospektiver Vergleich primärer Behandlung mit Infusionen oder HBO)
- **Universität Kiel (Physiologie), HNO-Praxisklinik Kiel**
(PD Dr. med. Godbersen) und **Schiffahrtsmedizinisches Institut der Marine**
Randomisierte Gruppen mit Hörsturz, Lärmtrauma, Tinnitus behandelt mit HBO, kontrolliert gegen konservative Behandlung und gegen hyperbare Luft.

Aktuell in Vorbereitung befindliche, noch nicht begonnene Studien (Stand 01.09.1998)

- **Universität Hannover, HNO-Klinik**
(Randomisierte Untersuchung primärer Behandlung mit HBO, primärer konservativer Infusionsbehandlung und Placebo / Nulltherapie)
- **Universitäten Homburg u. Freiburg, HNO-Kliniken**
(Randomisiert: haemorheologische und antiinflammatorische Infusionsbehandlung getestet gegen die Kombination dieser Therapie mit zusätzlich HBO)

Praktischer Einsatz der HBO

Ist die HBO alternativ oder additiv anzuwenden?

Die HBO Behandlung von Innenohrfunktionsstörungen erfolgt heute auch entsprechend der Vorgaben der Deutschen Gesellschaft für Hals- Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie (Leitlinien der AWMF, Rundtischgespräch 1998 auf Jahreskongress), wie in den meisten diesbezüglichen prospektiven und retrospektiven Publikationen, in der Regel nach erfolgloser Infusionsbehandlung.

Randomisierte prospektive Untersuchungen zur Klärung der Indikation für die primäre Behandlung von Hörstürzen mit HBO laufen derzeit, sind aber noch nicht abgeschlossen. Trotz möglicher Vorteile für die HBO ergeben sich bei der primä-

ren HBO-Anwendung aber Vorbehalte bezüglich der Wirtschaftlichkeit.

Die gleichzeitige Behandlung, HBO und Infusionen, ist möglich, und nach Lamm K. et al. 1989 auch zur Gegensteuerung einer sauerstoffbedingten Vasokonstriktion einsetzbar.

Werden andere Methoden hierdurch überflüssig?

Ambulante Behandlungsformen mit Rheologika oder ambulanter Infusionstherapie wurden nie kontrollierten Untersuchungen unterzogen. Die Ergebnisse der stationären Infusionsbehandlungen können auf sie nicht übertragen werden. Es ist nachgewiesen, daß die Steigerung der cochleären Durchblutung unter rheologisch aktiven Infusionen mit dem Infu-

Hörsturz mit/ohne Tinnitus

sionsende aufhört (Lamm K et al. 1989). Keinesfalls kann daher die kurzdauernde ambulante Infusionsbehandlung mehr Wirkung entfalten als die stationäre. Der Vergleich der HBO Behandlung müßte also mit stationären Verfahren getroffen werden.

Welches Therapieschema muß in welchem Stadium eines akuten Hörsturzes eingehalten werden und wie ist dieses belegt?

In Risiko-Nutzenabwägung von gewünschten, maximalen Erhöhungen des Sauerstoffpartialdruckes und den mit dessen Erzielung verbundenen Risiken wurde das sogenannte Innenohr-Therapieschema (TS 250/60) entwickelt und von der deutschen Gesellschaft für Tauch und Überdruckmedizin (GTÜM e.V.) in Abstimmung mit dem weltweit überwiegend Üblichen als Standard defi-

niert (Almeling et al. 1995). Es gibt Veröffentlichungen (Desloovere, Hoffmann) die mangels ausreichender Technik mit geringeren Behandlungsdrücken therapierten. Die Ergebnisse waren teils ebenbürtig, teils schlechter. Aufgrund der geringen Fallzahlen dieser Arbeitsgruppe ergibt sich derzeit kein Anlaß von dem GTÜM-Standard abzuweichen.

Ist die Behandlung eines akuten Hörsturzes mittels HBO stationär durchzuführen oder kann sie auch ambulant erfolgen (in welchem Stadium)?

Die HBO-Behandlung von Innenohrfunktionsstörungen wie auch dem Hörsturz kann grundsätzlich ambulant erfolgen. Bei weiten Anfahrwegen zum nächstgelegenen Druckkammerzentrum ist die Unterbringung in der örtlichen Hotellerie oder in Pensionen sinnvoll.

Wirtschaftlichkeit

Wie hoch ist die Prävalenz / Inzidenz des akuten Hörsturzes in Deutschland?

Nach Michel 1994 ist im Bundesgebiet mit 15.000 Neuerkrankungen im Jahr zu rechnen. (10-20 Fälle auf 100.000 Einwohner (Byl 1977, Klemm et al. 1989). Steigerungsraten in den letzten 10 Jahren werden diskutiert und beobachtet, sind aber nicht belegt: Die Rezidivrate liegt bei 7-9%. Kinder unter 14 Jahren erkranken fast nie. Der Altersdurchschnitt liegt bei 46 Jahren.

Wie hoch sind die Kosten der Behandlung eines Patienten mit der HBO, ggf. in Abhängigkeit von der apparativen Ausstattung und Auslastung der Druckkammer (je Anwendung / je Therapiezyklus / je Kalenderjahr)?

Die Behandlung von Hörstürzen mit hyperbarem Sauerstoff verlangt in der Regel 10 Behandlungssitzungen nach dem sogenannten Innenohrbehandlungsschema für die in den deutschen Druckkammerzentren durchschnittlich ca. 3000,- DM aufzubringen sind. 10 Behandlungen werden daher bei einem ersten Kostenübernahmeantrag an die Kostenträger vorgeschlagen.

Nach Welslau et al. 1997 tritt der Behandlungseffekt bei 18,2% der Patienten nach anfänglich unzureichender Besserung erst bis zur 15. Behandlung ein. Bei während der ersten 10 Behandlungen erkennbarer Wirksamkeit kann daher die fallbezogene Therapieerlängerung auf

15 Behandlungen indiziert sein (Kosten dann zusammen 4500,- DM)

Die derzeitigen Kostensätze decken die Kosten der Druckkammern bei der im allgemeinen geringen Auslastung der Behandlungszentren zumeist nicht. Eine neue Preiskalkulation könnte möglich werden, wenn infolge Aufhebung des negativen NUB Beschlusses von Jan 1995 die infrage kommenden Patienten auch zugewiesen werden sollten. Der angegebene Preisrahmen gilt deutschlandweit.

Wie sind die Kosten der HBO im Vergleich zu etablierten Methoden?

In Deutschland sind bisher aufgrund datenschutzrechtlicher Vorschriften Gesamtkosten für einzelne Patienten und / oder Diagnosen nicht zu ermitteln (Arztkosten, Medikamente, Lohnfortzahlung, stationäre Kosten, Kuren, Hilfsmittel etc.). Eine tragfähige Wirtschaftlichkeitsanalyse für Behandlungsarten ist daher derzeit nicht möglich. Grundsätzlich sind jedoch wirksame Methoden eher wirtschaftlich, weil sie Folgekosten für die Behandlung chronifizierter Leiden vermeiden.

Durch HBO sind gute Hörerholungen und Tinnitusreduzierungen nach Ausschöpfung der Standardbehandlungsverfahren und weitgehendem Abschluß der Spontan-remissionsphase in der Akutphase (< 3 Mon.) belegt, durch die eine Invalidisierung (Hörgerät) und ggf. die Entwicklung eines chronischen, komplexen Tinnitus mit der Notwendigkeit weiterer, aufwendiger und langwieriger Therapieverfahren (Tinnitus-Retraining-

Therapie) verhindert werden kann (Lamm K. et al. 1998, Biesinger et al. 1998).

Die bisher publizierten Untersuchungen zur Wirksamkeit von Infusionsbehandlungen wurden ausnahmslos stationär durchgeführt. Ambulante Behandlungsformen mit Rheologika oder ambulanter Infusionstherapie wurden nie kontrollierten Untersuchungen unterzogen. Die Ergebnisse der stationären Behandlungen können auf sie nicht übertragen werden. Es ist nachgewiesen, daß die Steigerung der cochleären Durchblutung unter rheologisch aktiven Infusionen mit dem Infusionsende aufhört (Lamm K et al. 1989). Keinesfalls kann daher die kurzdauernde ambulante Infusionsbehandlung mehr Wirkung entfalten als die stationäre.

Der Kostenvergleich muß sich daher an der Kostenstruktur stationärer Behandlungen orientieren. Bei stationären Behandlungstagesätzen von ca. 200,- bis 700,- DM ist bei den üblicher Weise zehntägigen Infusionsbehandlungen mit durchschnittlich mindestens 4000,- DM pro Fall zu rechnen.

Welche Kosten könnten durch den alternativen Einsatz der HBO vermieden werden?

Wird die HBO-Behandlung (auch in Kombination mit Infusionstherapie) zur primären Behandlung zugelassen, ergeben sich erhebliche Einsparungspotentiale bei gut 60 % der Betroffenen mit Tinnitus und 50% der Betroffenen mit Hörverlust, weil die sonst primäre Therapie entfällt (Behandlungskosten für Infusionen, stationäre Kosten etc.).

Literatur

1. Almeling, M., W. Welslau, F. Böhm, U. Brinkmann, M. Lerch: HBO-treatment of negative selected patients with sudden deafness and Tinnitus – a prospective multicenter study. Proceedings of the international joint meeting on hyperbaric and underwater medicine, Milano, European Underwater and Baromedical Society (1996):651-656.
2. Almeling, M., Welslau, W. (Hrsg.): Hyperbare Sauerstofftherapie – Qualitätsstandards, Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin (GTÜM) e.V.. Archimedes, Kiel, 2. Aufl., 1996.
3. Arnold et al.: Leitlinie Hörsturz der Dtsch Ges. HNO-Heilkunde, Kopf- u. Halschirurgie, awmf@uni-duesseldorf.de 1998,
4. Arzneimitteltelegramm Aug. 1997 S. 83
5. AWMF u. Deutsche Gesellschaft für HNO- Krankheiten, Kopf- und Halschirurgie: Leitlinien und Algorithmen der Gesellschaft für die Maßnahmen im Fachgebiet der HNO Heilkunde (1996) Internet: <http://www.hno.org/leitl.htm>
6. Axelsson et al. 1987: The effect of noise on histological measures of cochlear vasculature and red cell: A review. *Hear Res.* 31, 183-92
7. Beck 1984: Anatomie der Innenohrschwerhörigkeiten. *Arch Otolaryngol Suppl I*: 1-57
8. Beck et al. 1957: Morphologische Veränderungen an der Schnecke des Meerschweinchens bei Sauerstoffmangel und Lärmbelastung. *Arch. Otolaryngol.* 172, 238-45
9. Bert, P.: La pression barometrique; recherche de physiologie experimental. Libraire de l'academie de Medicine, Paris, 1878.
10. Biesinger, E. et al.: Strategien in der ambulanten Behandlung des Tinnitus. *HNO* 46 (1998):157-169.
11. Byl 1977: Seventy-six cases of presumed sudden hearing loss occuring 1973; prognosis and incidence. *Laryngoscope* 87, 817-825
12. Camporesi, E. M. (Hrsg.): Hyperbaric oxygen therapy: A committee report. Maryland: UHMS, 65-66, 1996.
13. Clark, J. M.: Oxygen toxicity. In: Kindwall, E.P. (Hrsg.): Hyperbaric medicine practice. Best publishing company, 33-43, 1994.
14. Clark, J. M., Fischer, A.B.: Oxygen toxicity and extension of tolerance in oxygen therapy. In: Davis, J. C., Hunt, T. K. (eds.): Hyperbaric oxygen therapy. UHMS, Bethesda MD, 1977.
15. Clark, J. M.: Oxygen toxicity. In: Bennett, P.B., D.H. Elliot: The physiology and medicine of diving. 4th ed., London: Ballière, Tindall & Cox, 121-170, 1993.
16. Dauman, R., D. Poisot, A. M. Cros, O. Zennaro, B. Bertrand, J. Y. Duclos, D. Esteben, M. Milacic, C. Boudey, J. P. Bebear: Surdités brusques: etude comparative randomisee de deux modes d'administration de l'oxygenotherapie hyperbare associee au Naftidrofuryl. *Rev Laryngol Otol Rhinol Bord* 114 (1993) 53-58
17. Dauman, R, Poisot, D., Cros, A. M., Mehzen, M.: Hemodilution, oxygenotherapie hyperbare et vasodilatateurs dans les surdités brusques. *J Fr Otorhinolaryng (Lyon)* 14 (1985) 93 – 96
18. Daumann, R., A. M. Cros, D. Poisot: Treatment of sudden deafness: first results of a comparative Study. *J. otolaryngol (Toronto)* 14 (1985) 49 – 56

19. Davis, J. C., J. M. Dunn, R. D. Heimbach: Hyperbaric medicine: Patient selection, treatment procedures and side effects. In Davis, J.C., Hunt, T.K.: Problem wounds: The role of oxygen. New York: Elsevier, 225-235, 1988.
20. De Martino, G., Luchetti, M., De Rosa, R. C.: Toxic effects of oxygen. In: Oriani, G., Marroni, A., Wattel, F. (Hrsg.): Handbook on hyperbaric medicine. Springer, 59-74, 1996.
21. Dedi, D., Prager, T., Jacob, R., Chan, A., Fife, C.: Visual acuity changes in patients undergoing hyperbaric oxygen therapy. *Undersea and Hyperbaric Medicine*, 25 (Suppl.):34, 1998.
22. Desloovere, C., E. Meyer-Breitling, C. v. Ilberg 1988: Randomisierte Doppelblindstudie zur Hörsturztherapie: Erste Ergebnisse. *HNO* 36 (1988) 417 –422
23. Desloovere, C., R. Knecht, B. Rosemann, R.S chmidt, D. Böhmer, G. Hoffmann, B. Böckler: Hyperbare Sauerstofftherapie bei therapieresistenten Hörstürzen. *Eur. Arch Otolaryngol Suppl II* (1992) 195 - 197
24. Desloovere, C., R. Knecht: Infusionstherapie bei Hörsturz, Reduktion des Juckkreisrisikos nach Hydroxyäthylstärke (HES) unter Erhalt des Therapieerfolges - eine prospektive randomisierte Studie. *Laryngo-Rhino-Otol* 74 (1995) 468 – 472
25. Efuni, S. N., A. S. Levashova, G. I. Lyskin: Hyperbaric oxygenation in the treatment of the cochleovestibular syndrome in dyscirculatory disturbances in the vertebrobasilar system. *Sov Med* 5 (1980) 45 –49 (engl. Summary)
26. Fisch et al.: 1976: Measurement of oxygen tension in human perilymph. *Acta Otolaryngol* 81 (1976) 278 – 282
27. Ganzer, U., Arnold, W. (1996): Leitlinie “Hörsturz” der Dtsch. Ges. HNO-Heilkunde, Kopf- u. Hals-Chirurgie, awmf@ Uni-Düsseldorf, de
28. Ganzer, U., Arnold, W. (1996): Leitlinie “Schwindel” der Dtsch. Ges. HNO-Heilkunde, Kopf- u. Hals-Chirurgie, awmf@ Uni-Düsseldorf.de
29. Ganzer, U.: Resümee des Rundtischgesprächs: ” Hyperbare Sauerstofftherapie bei cochleären Funktionsstörungen”. 69 Jahrestagung der Dtsch. Ges. HNO- Heilkunde Kopf- u. Halschirurgie, Hannover 23.5.98.
30. Gorlina, A. A., O. D. Kuzminov, L. V. Chupyi: Hyperbaric oxygen in multiple modality treatment of neurosensory amblyacusia of vascular genesis. *Vestn Otorinolaryngol* 5 (1980) 12 – 14 (engl. Summary)
31. Goto, F., Fujita, T., Kitani, Y., Kanno, M., Kamei, T., Ishii, H.: Hyperbaric oxygen and stellate ganglion blocks for idiopathic sudden hearing loss. *Acta Otolaryngol (Stockh.)* 88 (1979):335-342.
32. Guseinov, N. M., Konstantinova, N. P., Lukicn, V. L., Melnikova, L. N., Vermekin, E. B. 1989: Hyperbaric oxygenation treatment of acute neurosensory hypoacusis of vascular origin. *Vestn Otorinolaringol (Moskva)* 4 (1989) 76-79
33. Hart, G. B. et al.: 6th International congress on hyperbaric medicine, 1966.
34. Hawkins 1973: Comparative otopathology: aging, noise and ototoxic drugs. *Adv.Oto-Rhino-Laryng* 20, 124 – 141
35. Hesch 1982: Therapeutische Überlegungen zu vaskulären Innenohrerkrankungen. *HNO* 30, 365
36. Hoffmann, G., D. Böhmer, C. Desloovere 1995. Hyperbaric oxygenation as a treatment for sudden deafness and acute Tinnitus. *Proc 11. Int Kongr Hyperb Med, Best Publ. Comp* (1995) 146 – 152

37. Höing, R et al.: Effekt der hyperbaren Sauerstofftherapie auf den akuten und chronischen Tinnitus. HNO Informationen 4 (1996) 167
38. Höing, R., C. Heiden, E. Biesinger: Früh- und Spätergebnisse der Tinnitusbehandlung mit Hilfe der hyperbaren Sauerstofftherapie. Vortrag. 68. Jahresvers. Dtsch Ges HNO Heilkunde, Kopf- u. Halschir. Nürnberg Mai 1997
39. Holub, M., J. Svacinka 1971: Results of the hyperbaric oxygen therapy in lesions of the Corti's organ. Cls Otolaryng 20 (1971) 108 –111 (engl. Summary)
40. Kau, R. J., K. Sendter-Gress, U. Ganzer, W. Arnold : Effectiveness of hyperbaric oxygen therapy in patients with acute and chronic cochlear disorders. ORL 59 (1997):79-83.
41. Kindwall, E. P., R. W. Goldmann: Oxygen toxicity. In: Kindwall EP, RW Goldmann: Hyperbaric medical procedures, St. Luke's Medical Center, Milwaukee, Wisconsin, 8th rev. ed., 118-126, 1995.
42. Kindwall, E. P.: Contraindications and side effects to hyperbaric oxygen treatment, in: Kindwall EP: Hyperbaric medicine practice, Best Publishing Co., Flagstaff, 1994.
43. Klemm et al. 1989: Epidemiologische Erhebungen zu Hörsturz, Vestibularisstörungen und Morbus Ménière. HNO-Prax. 14, 295-9
44. Klimpel, L., Lamm, H., Haupt, D. 1973: Eine neue Indikation der hyperbaren Oxygenation. Zeitschr f Ärztl Fortb (Jena) 67: 1084 - 1089
45. Kohler, B., W. Mann: Hyperbare Sauerstofftherapie bei therapieresistenten Fällen. (Hörsturz). HNO Heute 2 (1997) 102 – 104
46. Kozyro, V. I., Matskevich, M. V. 1981: Clinical aspects of using hyperbaric oxygenation in the treatment of different forms of neurosensory hypoacusis. Hyperbaric Oxygen Rev (New York) 3 (1981) 86
47. Lamm, C., Walliser, U., Schumann, K., Lamm, K.: Sauerstoffpartialdruck-Messungen in der Perilymphe der Scala tympani unter normo- und hyperbaren Bedingungen. Eine tierexperimentelle Studie. HNO (Berlin) 36 (1988) 363 – 366
48. Lamm, H., Gerstmann, W.: Erste Erfahrungen mit der hyperbaren Oxygenation in der Otologie. Monatsschr Ohrenheilk (Wien) 168 (1974) 6 – 11
49. Lamm, H.: Der Einfluß der hyperbaren Sauerstofftherapie auf den Tinnitus und den Hörverlust bei akuten und chronischen Innenohrschäden. Otolaryngol Nova 5 (1995) 161 – 169
50. Lamm, H., D. Dahl, W. Gerstmann: Die Wirkung von hyperbarem Sauerstoff auf die hypoxisch geschädigte Cochlea des Meerschweinchens. Arch.Otol-Rhino-Laryng. 217 (1977) 415 - 421
51. Lamm, H., L. Klimpel : Hyperbare Sauerstofftherapie bei Innenohr- und Vestibularisstörungen. HNO (Berlin) 19 (1971) 363 – 365
52. Lamm, H.: Hyperbarer Sauerstoff - Therapeutische Anwendung in der Otologie. Fortschr Med 98 (1980) 1771 – 1772
53. Lamm, K., C. Lamm, H. Lamm, A. Heinrich: Simultane Laser-Doppler-Flowmetry zur Bestimmung des cochleären Blutflusses, Sauerstoffpartialdruckmessungen und Elektrocochleographie während Hämodilution. Arch Otolaryngol Suppl II, (1989) 82 – 83
54. Lamm, K., Lamm, C., Lamm, H., Schumann, K.: Simultane Sauerstoffpartialdruck-Bestimmung in der Scala tympani, Elektrocochleographie und Blutdruckmessungen nach Knalltraumata bei Meerschweinchen. HNO 37 (1989) 48 - 55
55. Lamm, K. 1995: Rationale Grundlagen einer Innenohrtherapie. Otolaryngol Nova, 5, 153-60

56. Lamm, K., H. Lamm, W. Arnold: Effect of Hyperbaric Oxygen Therapy in Comparison to Conventional or Placebo Therapy or No Treatment in Idiopathic Sudden hearing Loss, Acoustic Trauma, Noise-Induced Hearing Loss and Tinnitus. In Yanagita N, T. Nakashima (Hrsg.) Hyperbaric Oxygen Therapy in Otorhinolaryngology Karger 1998 S. 86 – 99
57. Lenarz, T. (1998) Leitlinie: "Tinnitus" der Dtsch. Ges. HNO-Heilkunde, Kopf- u. Hals- Chirurgie, awmf@Uni-Düsseldorf, de
58. Lenarz, T. et al. 1998: Zwischenergebnisse einer prospektiven randomisierten Studie zur primären Hörsturzbehandlung im frühen Stadium entweder mit HBO oder mit Haes / Pentoxifyllininfusionen. Rundtischgespräch 69 Jahrestagung der Dtsch. Ges. HNO-Heilkunde Kopf- u. Halschirurgie, Hannover 23.5.98. Studienabschluß: voraussichtlich Oktober 1998.
59. Lyne, A. J.: Ocular effects of hyperbaric oxygen. Trans. Ophthal. Soc. U.K. 98: 66-68, 1978.
60. Mann, W.: Resümee des Rundtischgesprächs: "Hyperbare Sauerstofftherapie bei cochleären Funktionsstörungen". 69 Jahrestagung der Dtsch. Ges. HNO- Heilkunde Kopf- u. Halschirurgie, Hannover 23.5.98.
61. Mathias, R., Hamann, K. F.: Vorläufige Ergebnisse der Sachverständigenkommission für Transparenz des Arzneimittelmarktes zum Gebiet der Innenohrfunktionsstörungen. Arch Otolaryngol 1990 (Suppl II): 121 6
62. Mattox et al. 1977: Natural history of sudden hearing loss. Ann. Otol. 86, 463-80
63. Meier et al. 1993: Ergebnisse einer prospektiven offenen Studie zur Therapie des Hörsturzes mit Flunarizin. Laryngo Rhino Otol 72, 291-4
64. Michel, O. 1994: Der Hörsturz. Thieme Stuttgart New York
65. Michel, O., R. Matthias: Placebokontrollierte Doppelblindstudie zur Hörsturzbehandlung mit einem stabilen Prostacyclinanalog. Laryngo Rhino Otol. 70 (1991) 255 – 259
66. Miyake, H., N. Yanagita: Therapy of sudden deafness. Acta Otolaryngol (Stockh.) Suppl. 456 (1988) 27 - 30
67. Monin, P., J. F. Amoros, J. P. Pugniere: Sudden deafness and hyperbaric oxygenotherapy our experience concerning 1100 cases. Bull Medsubhyp 5 (1995) 59 - 64
68. Morgenstern: Hörsturz. in Naumann et al. (Hrsg) Oto Rhino Laryngologie in Klinik und Praxis Thieme 1994 Handbuch der HNO- Heilkunde.
69. Nakashima, T., S. Fukuta, N. Yanagita: Hyperbaric Oxygenation Therapy for Sudden deafness. In Yanagita, N., T. Nakashima (Hrsg.) Hyperbaric Oxygen Therapy in Otorhinolaryngology Karger 1998 S. 100 – 118
70. Palmquist, B.-M., Philipson, B., Barr, P.-O.: Nuclear cataract and myopia during hyperbaric oxygen therapy. British Journal of Ophthalmology, 68:113-117, 1984.
71. Perret, C. (Ed.): 1st european consensus conference on hyperbaric medicine. recommendations of the jury. European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM), Lille (F), 19.-21.09.1994.
72. Pilgramm, M. et al. : Die hyperbare Sauerstofftherapie beim akuten Knalltrauma des Soldaten Wehrmed. Monatsschr. 28 (1984) 479 - 92
73. Pilgramm, M., Lamm, H., Schumann, K.: Zur Hyperbaren Sauerstofftherapie beim Hörsturz. Laryng Rhinol Otol 64 (1985) 351 - 354.
74. Plafki, C. et al.: Komplikationen der HBO-Therapie bei elektiven Indikationen. Caisson, Mitteilungen der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V., 12:116-122, 1997.
75. Ritter, M.: Die Behandlung des Hörsturzes durch die Anwendung von Hyperbarem Sauerstoff. Med. Dissertation, Universität Ulm (1985)

76. Schmidt, R. 1995: Hyperbare Sauerstofftherapie bei therapieresistentem Hörsturz. Dissertation, Universität Frankfurt
77. Schuknecht 1993: Pathology of the ear. Lea&Febiger, Philadelphia 524 - 529
78. Schumann, K., B. Fischer: Zur Behandlung von Innenohrerkrankungen. *Ärztzeitschr.prakt.Ther.Naturmed.* 5 (1992) 366 - 385
79. Schumann, K., K. Lamm, M. Hettich: Zur Wirkung und Wirksamkeit der hyperbaren Sauerstofftherapie bei alten Hörstörungen. *HNO* 38 (1990) 408 -411
80. Sheffield, P. J.; Desautels, D. A.: hyperbaric and hypobaric chamber fires. a 73-year analysis. *Undersea Hyperb Med* 24 (1997): 153 – 164.
81. Smith, J. L.: The pathological effects due to increase of oxygen tension in air breathed. *J. Physiol.* 24:19-35, 1899.
82. Stawinski, S., A. Kleszcz, W. Spaltenstein: Oxygen hypertension in the treatment of receptive auditory Disorders of cochlear type and unknown etiology. *HBO Review* 1 (1980) 88
83. Stone, J. A., H. Loar, F. W. Rudge: An eleven year review of hyperbaric oxygenation in a military clinical setting. *Undersea Biomed. Res.* 18 (supp.): 80, 199, 1991.
84. Takahashi, H., K. Sakakibara, K. Murahashi, N. Yanagita: HBO for sudden deafness – a statistical survey over 907 ears. In: Bakker, D. J., Schmutz, J. (eds): *Hyperbaric Medicine. Proceedings of the Joint Meeting 2nd Swiss Symposium and 2nd European Conference on Hyperbaric Medicine.* Basel, Switzerland, Sep 1988. Foundation for Hyperbaric Medicine, Basel, 1990 (ISBN: 3-908229-01-4) : 249 - 258
85. Tonndorf: Acute cochlear disorder: The combination of hearing loss, recruitment, poor speech discrimination and tinnitus. *Ann Otol* 89 (1980) 353-8
86. Tschopp et al. 1993: Medizinische Aspekte und Therapie von Hörsturz und Knalltrauma. *Arch Otorhinolaryng Suppl I* 235-6
87. Weinaug 1984: Die Spontanremission beim Hörsturz. *HNO* 32, 346-51
88. Welslau, W., Tirpitz, D.: Anerkannte HBO-Indikationen: HBO-Indikationsliste der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V.. *Caisson, Mitteilungen der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V.* 11 (1997):23-24
89. Welslau, W., Almeling, M.: Toxicity of hyperbaric oxygen (HBO) – incidence of major CNS-intoxications. *Strahlenther. Onkol.* 172 (Suppl. II):10-12, 1996.
90. Welslau, W., M. Almeling, A. Lammerding, R. Busch, G. Trombitas, G. Hesse: How many HBO treatments are necessary for the therapy of sudden deafness and acute tinnitus? *Proceedings of the 23rd annual scientific meeting of the European Underwater and Baromedical Society, Bled, Slovenia, 1997*
91. Wilhelm, T., S. Ruh, K. Bock, T. Lenarz: Standardisierung der Qualitätssicherung am Beispiel Tinnitus. *Laryng Rhinol Otol* 74 (1995) 300-306
92. Wilmes, E., W. Lesoine: Die hyperbare Oxygenation als Therapie der Innenohrschwerhörigkeiten. *Wehrmed. Mschr.* 11 (1975) 332 - 335
93. Wood, J. D.: GABA and oxygen toxicity: a review. *Brain Res. Bull.* 5:777-780, 1980.
94. Xiao, Z. X.: Comparative analysis of the therapeutic effect of HBO and HBO combined with vasodilator agents in 200 cases of deafness. *J Hyperbaric Med (Bethesda)* 1 (1986) 192 - 93
95. Yagi, N., U. Fisch : Vasoaktive Substanzen und Sauerstoffgehalt der Perilymphe. *HNO* 26 (1978) 90 – 93

96. Yamagita, N., T. Nakashima, H. Ueda: Treatment of sudden deafness. *Auris Nasus Larynx (Tokyo) Suppl I*, 19 (1992) 45 - 53
97. Yamane et al. 1991: Strial circulation impairment due to acoustic trauma. *Acta Otolaryngol.* 111, 85-93
98. Yanagita, N., Niwa, H., Sakakibara, B., Miyake, H. 1973: The effect of hyperbaric oxygen in treatment of spontaneous deafness. *Otolaryngology (Tokyo)* 45 (1973) 539 - 551.(Japanisch, engl. Zus.)
99. Zennaro, O., R. Dauman, A. Poisot, D. Esteben, J. Y. Duclose, B. Bertrand, A. M. Cros, M. Milacic, J. P. Bebear. 1993: Intérêt de l'association hémodilution normovolémique-oxygénothérapie hyperbare dans le traitement des surdités brusques à partir d'une étude retrospective. *Ann Oto-Laryng. (Paris)* 110 (1993) 162 - 169