

Effizienz der Hyperbaren Sauerstofftherapie bei akuten akustischen Traumata durch Feuerwaffen: Eine prospektive Studie*

P Lafère, Th Moons, D Vanhoutte and P Germonpré

Centre for Hyperbaric Oxygen Therapy, Military Hospital 'Queen Astrid'

*Die Wiedergabe geschieht mit freundlicher Genehmigung von Diving and Hyperbaric Medicine.
Übersetzung: JD Schipke

Einleitung

Impulsartiger Lärm von Feuerwaffen ist ein üblicher Grund für akute akustische Traumata (AAT), da er Zellmembranen rupturieren und die cochleäre Durchblutung vermindern kann. Das führt zu einer verminderten Sauerstoffspannung im Innenohr und einer Verminderung von verschiedenen, Sauerstoff-abhängigen zellulären Vorgängen [1]. Einige Tierexperimente zeigen, dass die Hyperbare Sauerstoffbehandlung (HBO) zusammen mit den Kortikoiden die funktionelle und morphologische Erholung verbessern können [2]. Nur die therapeutischen Aktionen, welche die HBO einschließen, zeigen anhaltende therapeutische Effekte bei Lärm-induzierter cochleärer Hypoxie [3].

Etwa 65 % der Patienten mit Hörverlust zeigen eine Hörverbesserung nach einer polipragmatischen Behandlung. Bei den restlichen 35 % der Patienten kommt es unabhängig von den verwendeten Medikamenten zu keiner Hör-Verbesserung. Diese Angaben korrespondieren mit Ergebnissen von Placebo-behandelten Patienten, welche eine etwa gleichartige Verbesserung von 61 % der Fälle und keine Verbesserung bei 39 % der Fälle zeigten.

Nichtsdestoweniger könnten diese 35 bzw. 39 % der Patienten möglicherweise von einer zweiten HBO-Therapie profitieren [4]. Bereits in den frühen 1980er Jahren wurde gezeigt, dass bei einem AAT die HBO-Therapie helfen kann [5,6]. In der jüngeren Vergangenheit wurde darauf hingewiesen, dass eine Minimal-Therapie, welche auch eine spontane Erholung beinhaltet, meistens inkomplett war und einen bleibenden Hörverlust hinterlässt. Häufig geht diese Schädigung mit einem behindernden Tinnitus einher; es darf gefragt werden, ob das die Behandlung der Wahl ist [7].

Da die HBO-Therapie das Hörvermögen zu verbessern scheint, entschieden wir uns für eine prospektive Studie über den therapeutischen Effekt neuer Protokolle, die die HBO in Verbindung mit Methylprednisolon und Piracetam einschloss.

*P Lafère, Th Moons, D Vanhoutte, P Germonpré
Diving and Hyperbaric Medicine 2010;40(2):63-67*

CAISSON 2010;25(3):30-32

Patienten und Methoden

Insgesamt wurden 86 Soldaten in der vorliegenden Studie eingeschlossen. Das mittlere Alter betrug $20,9 \pm 4,6$ Jahre, die mittlere Größe betrug $176,2 \pm 13,4$ cm, und das mittlere Gewicht lag bei $75,2 \pm 6,9$ kg. Alle Patienten waren Soldaten im aktiven Militärdienst. Sechs Patienten wurden wegen eines verspäteten Behandlungsbeginns ausgeschlossen.

Es galten die folgenden Ausschlusskriterien:

- Hörverlust < 25 dB bei wenigstens einer Frequenz
- Hörverlust in einer Frequenz bei einer audiometrischen Kontrolle nach 24 h nicht mehr erkennbar
- Spontane Verbesserung des Hörvermögens um mehr als 20 dB bei einer beliebigen Frequenz innerhalb der ersten 24 h nach AAT und
- Vorhergegangene AAT.

Es verblieben also 39 Patienten mit einer einseitigen AAT, um den therapeutischen Effekt einer primären Hyperbaren Oxigenations-Therapie zu untersuchen. Diese Patienten wurden einer spezifischen Gruppe eines bestimmten therapeutischen Protokolls zugeordnet (Tab. 1).

Bei allen Patienten wurde nach 10 Tagen eine Kontroll-Audiometrie durchgeführt. Die Ergebnisse wurden mit GraftPad-Prism-Software statistisch analysiert. Der Ehe-Wilcoxon-Test wurde für paarige Vergleiche und der Mann-Whitney-Test für unpaarige Vergleiche verwendet.

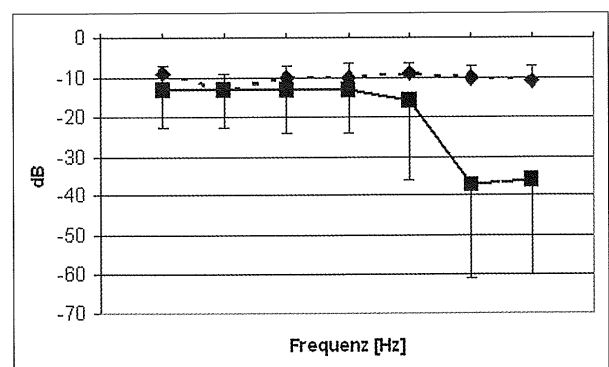


Abb. 1: Ergebnisse der Audiometrie: Eignungstest (gestrichelte Linie) und geschädigtes Ohr (durchgezogene Linie); Mittelwerte \pm Standardabweichung.

Tab. 1: Zuteilung der 39 Patienten zu einer von drei Therapiegruppen in Abhängigkeit von der Zeit zwischen dem Trauma und dem Therapiebeginn.

Gruppe	n	Therapiebeginn	HBO	Medikamente
keine HBO	13	verspätet: > 1 Woche oder medizinische Kontraindikation	keine	p.o. über 8 Tage Methylprednisolon (64 mg; 64 mg; 32 mg; 32 mg; 16 mg; 16 mg; 8 mg; 8 mg) + Piracetam (2.400 mg) 3 x täglich
HBO + i.v.-Medikamente	19	< 36 h	über 3 Tage: 70 min bei 2,5 bar, 2 x täglich über 7 Tage: 70 min bei 2,5 bar, 1 x täglich	i.v. über 5 Tage Methylprednisolon (125 mg; 125 mg; 80 mg; 80 mg; 40 mg + Piracetam (12 g) 1 x täglich p.o. über 5 Tage Methylprednisolon (32 mg; 16 mg; 16 mg; 8 mg; 8 mg) + Piracetam (2.400 mg) 3 x täglich
HBO + p.o.-Medikamente	7	36 h – 43 h	über 10 Tage: 70 min bei 2,5 bar, 1 x täglich	p.o. über 10 Tage Methylprednisolon (64 mg; 64 mg; 32 mg; 32 mg; 16 mg; 16 mg; 8 mg; 8 mg; 8 mg; 8 mg) + Piracetam (2.400 mg) 3 x täglich

Resultate

Es zeigt sich, dass der Schaden infolge des akustischen Traumas im Bereich von Hochfrequenzen (2 kHz – 8kHz) entstand (Abb. 1).

Das linke Ohr war häufiger betroffen als das rechte Ohr, weil die Mehrheit der Patienten rechtshänder waren. Wenn also die Waffe benutzt wird, dann ist lediglich der linke Gehörgang ungeschützt.

Um den anfänglichen Effekt des AAT zwischen den Gruppen vergleichen zu können, wurde der mittlere Hörverlust zwischen 2 kHz und 8 kHz berechnet, denn nur bei diesen Frequenzen gab es statistisch signifikante Unterschiede von den Kontrollwerten. Für jeden einzelnen Patienten wurde der Hörverlust bei diesen drei Frequenzen addiert und durch drei geteilt. Danach wurde für jede einzelne Gruppe der Mittelwert und die Standardabweichung berechnet (Abb. 2). Die Abb. 2 zeigt, dass der initiale Hörverlust in den drei Gruppen nicht unterschiedlich war, da die Unterschiede statistisch nicht signifikant waren.

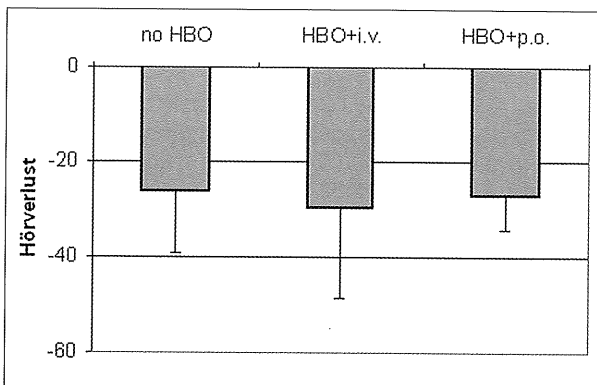


Abb. 2: Vergleich des Hörverlustes. Zwischen den drei Gruppen gab es vor Behandlungsbeginn keine statistisch signifikanten Unterschiede.

Die Mittelwerte der drei Gruppen waren also im Hinblick auf Alter, Geschlecht und den initialen Hörverlust statistisch nicht von einander unterschiedlich.

Um den Effekt der verschiedenen Behandlungsprotokolle miteinander zu vergleichen, wurde der mittlere Hörgewinn und der mittlere restliche Hörverlust zwischen 2 kHz und 8 kHz berechnet. Der restliche Hörverlust wurde dann mit den Werten verglichen, wie sie beim dem Eignungstest ermittelt wurden (Abb. 3).

Die einzige statistisch signifikante Behandlung ergab sich in der Gruppe HBO + i.v. (p = 0,0004). Die beiden HBO-Protokolle lieferten bessere Ergebnisse als das Protokoll ohne HBO. Lediglich das HBO-Protokoll mit i.v.-Gabe von Kortikoiden war allerdings statistisch signifikant besser.

Diskussion

Bei einem akuten akustischen Trauma ist die Sauerstoffversorgung des Corti-Organs vermindert.

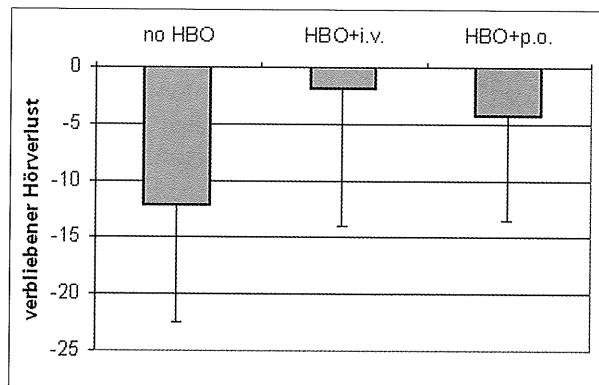


Abb. 3: Der mittlere verbliebene Hörverlust im Vergleich zum Eignungstest (= Kontrolle).

Das liegt vermutlich an der verminderten Durchblutung in Folge von Schädigungen der kapillären Endothelzellen im Corti-Organ oder in Folge von mechanischen Schädigungen in der Stria vaskularis und in der Reissnerschen Membran, wodurch es zu einem Vermischen von Flüssigkeiten im Labyrinth kommt [12]. Die Ruptur der Reissnerschen Membran und Ödeme im Bereich der Stria vaskularis werden üblicherweise in Fällen von akuten akustischen Traumata oberhalb von 150 dB beobachtet. In der Folge ist die Sauerstoffspannung in der Cochlea während der akustischen Stimulation vermindert [13].

Die HBO-Therapie basiert auf der Tatsache, dass die Atmung von reinem Sauerstoff unter erhöhtem Druck zu einer Zunahme des arteriellen pO_2 führt. Damit steigen die möglichen Diffusionsstrecken für den Sauerstoff an. Diese Prinzipien erhöhen die Gewebsoxygenation und werden durch eine Umverteilung der Durchblutung zugunsten der hypoxischen Gebiete vervollständigt [14]. Die HBO-Behandlung erhöht also die Sauerstoffspannung in der Endo- und Perilymphe und könnte dadurch dazu beitragen, dass die hypoxischen Zellen überleben [15]. In der vorliegenden prospektiven Studie wurde ein nachhaltiger therapeutischer Effekt auf Lärm-induzierten Hörverlust nur in den beiden HBO-Gruppen erreicht: 19,7 dB (HBO + i.v.) und 16,0 dB (HBO + p.o.). Diese Ergebnisse bestätigen die Vorstellung, dass die HBO-Therapie nützlich ist, und dass die Minimaltherapie incl. des Wartens auf eine spontane Erholung nicht die Behandlung der Wahl darstellt.

Die HBO-Therapie ergab eine signifikante Verbesserung. Dennoch kam es nicht zu einer vollständigen Erholung. Verglichen mit dem initialen Eingangstest (= Kontrolle) ergab sich bei den HBO-Gruppen ein bleibender Verlust von 1,9 dB (HBO + i.v.) bzw. 4,3 dB (HBO + p.o.). Die beiden unterschiedlichen Ergebnisse lassen sich möglicherweise folgendermaßen erklären: (1) Jede Therapie, die so früh wie möglich beginnt, liefert bessere Ergebnisse. Eine später startende Therapie – nach dem Absterben von Sinneszellen – liefert schlechtere Ergebnisse. (2) In der HBO + i.v.-Gruppe befanden sich lediglich sieben Patienten. Mit diesem niedrigen Gruppenumfang lässt sich nur schwer ein therapeutischer Trend nachweisen.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen einen klaren Nutzen der HBO- und medizinischen Therapie gegenüber der medikamentösen Therapie alleine. Wir können dieses Vorgehen für Patienten mit AAT empfehlen. Wir glauben außerdem, dass die Ergebnisse umso besser sind, je aggressiver in der frühen Phase einer AAT vorgegangen wird. Leider fanden wir keine starke Evidenz dafür, dass eines der beiden HBO-

Protokolle gegenüber dem anderen überlegen ist. Für eine derartige Aussage besteht weiterer Forschungsbedarf.

Lesenswerte Literatur

1. Kuokkanen J, Aarnisalo AA, Yiloski J. Efficiency of hyperbaric oxygen therapy in experimental acute acoustic trauma from firearms. *Acta Otorhinolaryngol Suppl* 2000;543:132-4. 2D'
2. Aldin C, Chemy L, Devriere F, Dancer A. Treatment of acoustic trauma. *Mn N Y Acad Sci* 1999; Nov 28;884:328-44
3. Lamm K, Arnold W. Successful treatment of noise-induced cochlear ischemia, hypoxia and hearing loss. *Mn N Y Acad Sci* 1999; Nov 28;884:233-48
4. Lamm K, Lamm H, Arnold W. Effect of hyperbaric oxygen therapy in comparison to conventional or placebo therapy or no treatment in idiopathic hearing loss, acoustic trauma, noise-induced hearing loss and tinnitus. A literature survey. *Adv Otorhinolaryngol* 1998;54:86-99
5. Demaertelaere L, Van Opstal M. Behandeling van acoustische trauma's met hyperbare zuurstof (HBO). *Acta Otorhinolaryngol Belg* 1981;35(3-4):303-14
6. Pilgramm M, Schumann K. Hyperbaric Oxygen Therapy for acute acoustic trauma. *Arch Otorhinolaryngol* 1985;241(3):247-57
7. Vavrina J, Mullen W. Therapeutic effect of hyperbaric oxygenation in acute acoustic trauma. *Rev Laryngol Otol Rhinol (tbord)* 1995;116(5):377-80
8. Kellerhals B. Acoustic trauma and cochlear microcirculation. *Fortschr Hals Nasen Ohrenheilk* 1972; 18:91-168
9. Axelsson A, Dangerink H. The effect of noise on histological measures of cochlear vasculature and red blood cell: a review. *Hear Res* 1987;31:183-92
10. Ymnane H, Nakai Y, Konishi K, Sakamoto H, Matsuda Y, Iguchi H. Strial circulation impairment due to acoustic trauma. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1991; 111:85-93
11. Kuokkanen J, Virkkala J, Zhai S, Ylikoski J. Effect of hyperbaric Oxygen treatment on Permanent Threshold Shift in Acoustic Trauma Among Rats. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1997;Suppl 529:80-82
12. Bohne BA, Rabbit KD. Holes in the reticular lamina after noise exposure. Implication for continuing damage in the organ of Corti. *Heu Res* 1983;11:611-5
13. Perlman HB, Kimura R. Cochlear blood flow in acoustic trauma. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1962; 54:99-110
14. Mathieu D. Effet de l'oxygénothérapie hyperbare sur le transport de l'oxygène et l'oxygénation tissulaire. In Watteï F, Mathieu D. *Traite de médecine Hyperbare*. Ellipses 2002;50-63
15. Pilgramm M. Clinical and animal experiment studies to optimize the therapy for acute acoustic trauma. *Stand Audiol* 1991;Suppl 34:103-22

Korrespondenzadresse

P Lafère, MD
Centre for Hyperbaric Oxygen Therapy
Military Hospital 'Queen Astrid'
B – 1120 Brussels
doc.lafere@skynet.be