

Druckkammerbehandlung nach Tauchunfällen – Wann? Wo? Wie?

Thorsten Janisch

Bei der Behandlung von Tauchunfällen muss differenziert werden, ob es sich um einen Tauchunfall im engeren Sinne, also eine Dekompressionserkrankung, oder um einen Unfall bzw. ein medizinisches Ereignis beim Tauchen handelt. Letzteres sind alle Ereignisse, die auch ohne Tauchen aufgetreten sein können, d.h. alle Ereignisse aus innerer Ursache, wie z.B. der arteriosklerotisch bedingte Herzinfarkt, eine Unterzuckerung beim Diabetiker, der Schlaganfall, aber auch das primäre Ertrinken oder Beinahe-Ertrinken. Zu Bedenken ist aber, dass medizinische Ereignisse unter Wasser eine Dekompressionserkrankung nach sich ziehen können, z.B. durch einen Aufstieg in Panik.

Als Dekompressionserkrankung (DCI) sind das Dekompressionssyndrom (DCS) und die arterielle Gasembolie (AGE), aber auch Barotraumen luftgefüllter Hohlräume wie die Nasennebenhöhlen, des Trommelfells oder der Pneumothorax (Zusammenfall der Lunge) zu sehen. Das Dekompressionssyndrom und die arterielle Gasembolie sind die beiden Krankheitsbilder, die mittels Hyperbarer Sauerstofftherapie (HBO) behandelt werden.

Beim Tauchen, insbesondere beim SCUBA-Tauchen, werden während der Kompression und der Isopression vermehrt die Gase der Atemluft in flüssigkeitshaltigen Geweben gelöst. Die Menge der gelösten Gase folgt dem Gesetz von Henry und dem Gesetz von Dalton. Das Gesetz von Henry besagt, dass die Menge des in der Flüssigkeit, also im Blut und in den flüssigkeitshaltigen Geweben, gelösten Gases vom Druck, also von der Tauchtiefe abhängt. Das Gesetz von Dalton beschreibt das Verhältnis der Zusammensetzung des geatmeten Gases zur gelösten Gasmenge (zur vereinfachten Darstellung wird das Verhalten idealer Gase ohne

Berücksichtigung des Wasserdampfdruckes und des Sauerstoffens (angenommen). Während der Dekompression sinkt nach dem Gesetz von Henry die Fähigkeit der Flüssigkeit (des Blutes bzw. des flüssigkeitshaltigen Gewebes), Gas in Lösung zu halten. So wird bei der Lungenpassage des Blutes inertes (nicht verstoffwechselbares) Gas wieder abgeatmet. Findet der Druckabfall zu schnell statt, d.h. ist die Aufstiegs geschwindigkeit zu hoch, bilden sich Gasblasen in Blut und Gewebe. Diese Gasblasen können Blutgefäße verstopfen, verdrängen Gewebe und lösen eine Blutgerinnungs- und Entzündungsreaktion aus. Es kommt zum Dekompressionssyndrom (DCS). Bei der arteriellen Gasembolie (AGE) kommt es in der Lunge durch eine Überdehnung zu einer Verletzung von Gefäßen, wodurch Gas in die Blutgefäße eindringen und von dort weitertransportiert werden kann. Der Effekt ist analog zum oben beschriebenen DCS. Ursache dieser Überdehnung ist die Ausdehnung von Gas nach dem Gesetz von Boyle-Mariotte bei einem Abfall des Außendruckes. Die Symptomatik reicht von Müdigkeit und mildem Hautjucken (DCS I) bis zu Hautflecken, Schmerzen, Ameisenlaufen, Lähmungen, Taubheitsgefühl, Bewusstseinsstörungen, Seh-, Sprach-, Hörstörungen, Inkontinenz, Atemstörungen oder Herzkreislaufstillstand (DCS II/ AGE). Klinisch sind DCS und AGE schwer zu unterscheiden.

HBO-Therapie:

Die Indikation zur HBO Therapie besteht bei allen DCS II Symptomen und bei DCS I Symptomatik, welche nach 30 Minuten Sauerstoffatmung nicht verschwindet, falls zuvor ein Tauchgang vorgenommen wurde. Eine differenzierte Betrachtung anderer Ursachen der Symptomatik muss immer vorgenommen werden, um diese auszuschließen. Die HBO-Therapie hat so schnell wie möglich zu erfolgen. Jede Verzögerung erhöht das Risiko bleibender Schäden.

Während einer HBO-Therapie befindet sich der Patient in einer Druckkammer, in welcher der Luftdruck bis auf das gewünschte Maß erhöht wird (Rekompression). Dieser Druck wird über eine vorgegebene Zeit gehalten und dann schrittweise reduziert, bis der Außendruck wieder erreicht ist. Während der Zeit in der Druckkammer atmet der Patient 100 % Sauerstoff. Die aktuellen Empfehlungen sehen bei einer DCI eine Behandlung nach der modifizierten US-Navy-Tabelle 6 vor. Bei diesem Schema wird der Patient 60 Minuten bei 100% Sauerstoffatmung einem Druck von 1,8 ata über Außendruck ausgesetzt. Sollte die Symptomatik anhalten oder ist der Patient beatmet, wird der Druck bis zu 40 Minuten länger beibehalten. Danach wird der Druck auf 0,9 ata über Außendruck reduziert. Nach 120 Minuten wird der Druck schrittweise auf den Außendruck reduziert bzw. bei Beschwerdepersistenz bis zu 240 Minuten beibehalten. Sollten nach der ersten HBO-Behandlung weiterhin Beschwerden vorhanden sein, ist es ratsam weitere Behandlungen innerhalb von 24 Stunden durchzuführen. Bei bestehender neurologischer Symptomatik sollte ab der dritten Fahrt physiotherapeutische Behandlung erfolgen. Die HBO-Behandlungen sollten fortgeführt werden, bis nach drei Fahrten in Folge keine Verbesserung der Symptomatik mehr zu verzeichnen ist. Vor einer HBO-Fahrt muss ein Riss der Lunge (z.B. im Rahmen einer AGE) immer ausgeschlossen oder mittels Drainage therapiert werden. Bei einem schweren Verstoß gegen eine Dekompressionsverpflichtung ohne Symptomatik sollte eine kürzere HBO-Fahrt, z.B. nach US-Navy-Tabelle 5 oder dem Problemwundenschema erwogen werden, um einer DCS vorzubeugen. Welche Tauchtiefe erreicht und welches Gas während des Tauchgangs geatmet wurde, hat keine Relevanz für die Therapie mit den beiden beschriebenen Therapietabellen. Es existieren weitere Therapieschemata, welche aber keine große Relevanz haben oder speziellen Indikationen vorbehalten sind.

Der Effekt der HBO-Therapie ist nur zu einem geringen Maße die physikalische Verkleinerung der Gasblasen. Die relevanten Effekte treten durch die Atmung von 100% Sauerstoff unter erhöhten Umgebungsdruck auf. Es wird in der Lunge ein Gradient geschaffen, der zu einer vermehrten Abatmung des inerten Gases führt. Im Blut wird Sauerstoff um das 20-fache vermehrt physikalisch gelöst als unter Normaldruck, dies führt zu einem Gradienten an der Grenze Blut-Gasblase, der zu einem Austausch Inertgas-Sauerstoff in der Blase führt. Durch die Luxusversorgung mit Sauerstoff ist die Diffusionsweite des Sauerstoffs im Gewebe erhöht. Hierdurch wird Gewebe mit Sauerstoff versorgt, das wegen der Verstopfung des Blutgefäßes sonst hypoxisch würde. Es kommt zu einer Verringerung der Gewebeswellung, welche durch die Hypoxie verursacht wird.

Zusammenfassung:

Eine Dekompressionserkrankung oder eine arterielle Gasembolie sollte mittels einer Hyperbaren Sauerstofftherapie (HBO) behandelt werden, um bleibende Schäden, insbesondere neurologischer Natur, zu verhindern. Die HBO Behandlung muss so schnell wie möglich erfolgen. Ist eine zeitnahe Behandlung nicht möglich, sollte auch eine verspätete Behandlung versucht werden. Intensivmedizinische Therapiepflichtigkeit darf eine HBO-Behandlung nicht verhindern. Bei einem schweren Verstoß gegen eine Dekompressionsverpflichtung sollte auch ohne Auftreten von Symptomen eine HBO-Behandlung erwogen werden.

Literatur:

Leitlinie Tauchunfall:

<http://www.gtuem.org/wcms/ftp//g/gtuem.org/uploads/leitlinietauchunfall2011awmftemplateleitlinienreport.pdf>

Klingmann/ Tetzlaff: Moderne Tauchmedizin, 2.Auflage, Gentner Verlag 2012

Bennett/ Elliott: Physiology and Medicine of Diving, 5th edition, Saunders 2002

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Thorsten Janisch

Klinik für Operative Intensivmedizin und Intermediate Care

Uniklinik RWTH Aachen

Pauwelsstr. 30, 52074 Aachen

Email: tjanisch@ukaachen.de