

Leitlinie Tauchunfall der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V.*¹

– Kurzfassung –

Definition

Der Tauchunfall im Sinne dieser Leitlinie wird auch als „Dekompressions-Unfall“, „Decompression Illness“, „Decompression Incident“, „Decompression Injury“ oder „DCI“ bezeichnet. Er wird hervorgerufen durch Abfall des Umgebungsdruckes und ist gekennzeichnet durch die Bildung freier Gasblasen in Blut und Geweben. Abhängig vom Entstehungsmechanismus können „Dekompressionskrankheit“ („Decompression Sickness“ [DCS]) und „arterielle Gasembolie“ („Arterial Gas Embolism“ [AGE]) unterschieden werden. Klinisch sind DCS und AGE oft nicht differenzierbar. Wichtige Differentialdiagnosen sind das Barotrauma des Innenohres (Ruptur der Rundfenster-Membran), zerebraler Insult durch Embolie oder Blutung und vertebraler Diskusprolaps, sowie Herzinfarkt, Hypoglykämie und Epilepsie (Anlage 1 - 3).

Erste Hilfe bei Verdacht auf Tauchunfall (Anlage 4)

Erste Hilfe durch Laien

Ersthelfer sind in der Regel die Tauchpartner. Der Erfolg der Ersten Hilfe und der weiteren Behandlung hängt ab von einer entsprechenden Ausbildung der Taucher, einer auf die Tauchgangsplanung angepassten Notfallausrüstung und sicheren Kommunikationsmitteln (zum Beispiel Mobiltelefon & Telefonnummern).

Bei milden Symptomen (auffällige Müdigkeit, Hautjucken „Taucherflöhe“):

- 100 % Sauerstoffatmung (unabhängig von dem beim Tauchen verwendeten Atemgas),
- Trinken lassen, 0,5-1 Liter (keine alkohol- oder koffeinhaltigen Getränke),
- Sowohl vor Auskühlung als auch vor Überhitzung schützen,
- Orientierende neurologische Untersuchung,
- Keine nasse Rekompensation,
- Wenn symptomfrei innerhalb 30 Minuten: 100 % Sauerstoffatmung fortführen, Taucherarzt verständigen, 24 Stunden beobachten,
- Wenn noch Symptome nach 30 Minuten: wie schwere Symptome behandeln.

Bei Auftreten von Symptomen noch unter Wasser oder anderen Symptomen wie:

- Hautflecken und -veränderungen,
- Schmerzen,
- Ameisenlaufen,
- Körperliche Schwäche,
- Taubheitsgefühl,
- Lähmungen,
- Atembeschwerden,
- Seh-, Hör-, Sprachstörungen,
- Schwindel,
- Übelkeit,
- Eingeschränktes Bewusstsein,
- Bewusstlosigkeit,

sind folgende Maßnahmen zu treffen:

Spezifische Erste Hilfe

- Gegebenenfalls Reanimation nach ERC-Richtlinien,
- Bei Bewusstlosigkeit stabile Seitenlage, sonst Rückenlagerung,
- 100 % Sauerstoffatmung (schnellstmöglicher Beginn, unabhängig von dem beim Tauchen verwendeten Atemgas):
 - a) Bei Eigenatmung über Maske (Demand-Ventil oder Kreislauf-System mit CO₂-Absorber), wenn nicht verfügbar: Konstantdosierung (15-25 Liter/Minute, Reservoir und Rückschlagventile),
 - b) Unzureichende Eigenatmung: Beatmung mit 100 % O₂ (Beatmungsbeutel mit Reservoir und Konstantdosierung (15-25 Liter/Minute) oder Demand-Ventil oder Kreissystem mit CO₂-Absorber.
Sauerstoffatmung ohne Pause bis Erreichen der Druckkammer. Auch bei begrenztem Vorrat immer höchst mögliche O₂-Konzentration, kein Air-Mix oder Konstant-Dosierung unter 15 Liter/Minute.
- Flüssigkeit:
 - a) Bewusstseinsklare Taucher 0,5-1 Liter Flüssigkeit/Stunde trinken lassen (keine alkohol- oder koffeinhaltigen Getränke),
 - b) Eingetrübte Taucher nicht trinken lassen.
- Rettungsleitstelle alarmieren, „Verdacht auf Tauchunfall“ angeben.

* Rechte vorbehalten

¹ Erstellt am 20.04.2008; gültig bis Oktober 2011.

Die Vollversion dieser Leitlinie ist unter www.gtuem.org einsehbar. ▶

► Weitere Maßnahmen

- Orientierende neurologische Untersuchungen,
- Sowohl vor Auskühlung als auch vor Überhitzung schützen. Bei Unterkühlung keine aktive Wiedererwärmung,
- Keine nasse Rekompensation,
- Transport-Organisation:
 - a) Rettungsleitstelle alarmieren,
 - b) Transportmittel: keine Präferenz für bestimmtes Transportmittel, schneller und schonender Transport, keine Einschränkung für einen Helikopter (niedrigste fliegerisch vertretbare Flughöhe),
 - c) Transportziel: Nächste Notfallaufnahme, möglichst in Nähe einer Behandlungs-Druckkammer.
- Dokumentation von Tauchgangsdaten, Symptomverlauf und Behandlungsmaßnahmen.
- Tauchpartner in die Beobachtung mit einbeziehen.
- Gerätesicherstellung (zum Beispiel Dekompressions-Computer).
- Taucherärztliche Telefonberatung:
 - Nationale DAN-Hotline für Deutschland und Österreich: 00800 326 668 783 (00800 DAN NOTRUF)
 - Nationale DAN-Hotline für die Schweiz: +41 333 333 333 (oder 1414 für Anrufe innerhalb der Schweiz)
 - VDST-Hotline: +49-1805-660560
 - Ansprechstelle des Schiffahrtmedizinischen Instituts der Marine: +49-431-54091441
 - Taucherhotline von aqua med: +49-700-34835463
 - Internationale DAN-Hotline: +39-0396057858

Jeweils Kennwort „Tauchunfall“ angeben,
Weitere Telefonnummern unter
<http://www.gtuem.org>.

Erste Hilfe durch medizinisches Personal

Spezifische Erste-Hilfe-Maßnahmen:

- Gegebenenfalls Reanimation nach ERC-Richtlinien,
- Bei Bewusstlosigkeit stabile Seitenlage, sonst Rückenlagerung,
- 100 % Sauerstoff (unabhängig vom beim Tauchen verwendeten Atemgas):
- Bei intakter Eigenatmung: siehe oben,
- Bei unzureichender Eigenatmung: Beatmung mit O₂ (FiO₂ = 1,0 anstreben) gegebenenfalls über Tubus, ohne Pause bis zum Erreichen der Druckkammer,
- Auch bei begrenztem Vorrat immer höchst mögliche O₂-Konzentration, kein Air-Mix oder Konstantdosierung unter 15 Liter/Minute.

- Flüssigkeitsersatz: 0,5 – 1 Liter/Stunde intravenös (keine ausschließlich glukosehaltigen Lösungen),
- Medikamente:
Grundsätzlich nach notfallmedizinischen Standards. Für die Behandlung von Tauchunfällen ist bisher kein Medikament als spezifisch sicher wirksam belegt.

Weitere Maßnahmen

- Orientierende neurologische Verlaufskontrollen,
- Blasenkatheter, gegebenenfalls,
- Pleura-Drainage, gegebenenfalls,
- Sowohl vor Auskühlung als auch vor Überhitzung schützen. Bei Unterkühlung aktive Wiedererwärmung nur mit intensivstationären Interventionsmöglichkeiten,
- Druckkammer-Behandlung in Therapiedruckkammer schnellstmöglich nach Indikationsstellung, gegebenenfalls nach taucherärztlicher Telefonberatung. Eine Druckkammer-Behandlung ist sehr oft auch bei verzögertem Beginn erforderlich,
- taucherärztliche Telefonberatung (siehe oben),
- Monitoring und Dokumentation, Notarztprotokoll, Laien-Dokumentation von Tauchgangsdaten, Symptomverlauf und Behandlungsmaßnahmen, mitgegebene Geräte (zum Beispiel Dekompressions-Computer).

Transport zur nächsten Druckkammer

Transport mit Hubschrauber (niedrigste fliegerisch vertretbare Flughöhe), Boden gebundenem Fahrzeug, Boot oder Flugzeug (Kabinendruck nahe 1 bar). Transport möglichst erschütterungsarm und ohne Druckreduktion. Sauerstoffatmung (FiO₂ = 1 anstreben) ohne Pause bis zum Erreichen der Druckkammer weiterführen. Eingeleitete Maßnahmen fortführen.

Erste Druckkammer-Behandlung

(Anlage 5)

Druckkammer

Behandlungs-Druckkammer, Arbeitsdruck mind. 280 kPa (2,8 bar absolut/18 Meter Wassertiefe), in Europa Bau und Ausrüstung nach DIN EN 14931, Notarztkoffer nach DIN 13232.

Maßnahmen vor Behandlungsbeginn

- Neurologischer Status (Dokumentation!),
- Bei Verdacht auf Lungenbarotrauma: Thorax-Röntgen in 2 Ebenen/Thorax-CT, wenn zeitlich vertretbar,
- Pleura-Drainage, wenn erforderlich,
- Blasenkatheter, wenn erforderlich, ►

- ▶ Parazentese, wenn erforderlich,
- Bei intubierten Patienten Cuff-Füllung mit Flüssigkeit oder kontinuierliche Cuff-Druckkontrolle,
- Taucherärztliche Telefonberatung, wenn erforderlich (siehe oben).

Behandlungstabellen

- Standard-Behandlungstabelle ist US Navy Treatment Table 6 oder Modifizierungen dieser Tabelle für alle Unfälle unabhängig vom Atemgas des verunfallten Tauchers.
- Bei ungenügender Dekompression ohne Symptomatik sind kürzere Tabellen möglich (zum Beispiel US Navy Treatment Table 5).

Maßnahmen während der Behandlung

- Wiederholt neurologische Kontrolluntersuchungen (Dokumentation!),
- Wiederholt Auskultation der Lungen, immer vor Drucksenkungen,
- Regelmäßige Kontrolle aller abgeschlossenen Gasräume (zum Beispiel Tubus-Cuff, Infusion, Tropfkammer, Blutdruck-Manschette), immer vor Drucksenkungen.

Adjuvante Behandlungsmaßnahmen

- Grundsätzlich nach notfallmedizinischen / intensivmedizinischen Standards,
- Bei wachen Patienten zur Vermeidung von Unsicherheiten und Ängsten besondere Zuwendung,
- Flüssigkeitsbilanzierung, abhängig von Symptomatik,
- Für die Behandlung von Tauchunfällen ist bisher kein Medikament als spezifisch sicher wirksam belegt,
- Dokumentation der durchgeführten Maßnahmen für den weiterbehandelnden Arzt.

Weitertransport zum Behandlungszentrum

Wenn nach der ersten Druckkammer-Behandlung noch Symptome vorhanden sind, müssen innerhalb von 24 Stunden gegebenenfalls weitere Behandlungen folgen. Wenn zwischen den Druckkammer-Behandlungen keine stationäre medizinische Betreuung möglich ist, muss der Transport in ein entsprechendes Behandlungszentrum erfolgen. Nach Druckkammer-Behandlung ist ein Flug mit üblichem Kabinendruck (zum Beispiel 0,8 bar absolut) prinzipiell möglich. Grundsätzlich muss 100 % O₂-Atmung möglich sein. Die Transport-Entscheidung ist im Einzelfall mit erfahrenen Taucherärzten in Abhängigkeit von Krankheitsverlauf und noch bestehenden Symptomen abzustimmen.

Betreuung während Transport

- Grundsätzlich nach notfallmedizinischen/intensivmedizinischen Standards,
- Eingeleitete Maßnahmen fortführen,
- 100 % O₂-Atmung in Abhängigkeit von der Symptomatik,
- Volumenersatz, bei Flug auf Hydrierung achten (intravenös/oral),
- Orientierende neurologische Verlaufskontrollen,
- Dokumentation, zum Beispiel Notarztprotokoll,
- Medikamente: grundsätzlich nach notfallmedizinischen/intensivmedizinischen Standards.

Druckkammer-Folgebehandlungen

- Gegebenenfalls zweite Behandlung mit Standard-Behandlungstabelle oder sofort HBO-Behandlungen, zum Beispiel sog. „Problemwunden-Schema“. Höchstens 2 Behandlungen innerhalb 24 Stunden, Abstand zwischen Behandlungen höchstens 24 Stunden.
- Diagnostik: abhängig von Symptomatik MRT, CT und fachneurologische Konsiliaruntersuchungen (regelmäßig), Lungenfunktionskontrolle, weitere fachärztliche Konsiliaruntersuchungen nach klinischer Symptomatik.
- Krankengymnastik/Physiotherapie zwischen den Druckkammerbehandlungen je nach klinischer Symptomatik, Beginn spätestens 3 Tage nach Tauchunfall. Krankengymnastik/Physiotherapie während der Druckkammerbehandlungen ist möglich, ein Vorteil gegenüber der alleinigen Durchführung zwischen den Druckkammerbehandlungen ist nicht erwiesen.
- Medikamentöse und weitere Therapie entsprechend der klinischen Symptomatik nach Maßgabe der beteiligten medizinischen Fachgebiete.
- Entscheidung über Beendigung der Druckkammerbehandlungen: Nach vollständiger und anhaltender Symptomfreiheit können die Druckkammerbehandlungen beendet werden. Kommt es bei laufenden Behandlungen nach initialer Besserung während 3-5 Tagen zu keiner weiteren Besserung der Symptomatik, so wird die Druckkammer-Therapie abgebrochen und die für das neurologische Krankheitsbild empfohlene Rehabilitations-Maßnahme fortgeführt.
- Dokumentation
- Rehabilitation: Bei fortbestehenden neurologischen Ausfällen nach Ende der Druckkammer-Behandlungen wird die der Symptomatik entsprechende Rehabilitations-Maßnahme unmittelbar an die Druckkammerbehandlungen angeschlossen.

► Tauchtauglichkeit nach Tauchunfall

Grundsätzlich sollte die Beurteilung der Tauchtauglichkeit für Sporttaucher nach Tauchunfall gemäß den Empfehlungen der nationalen und internationalen Fachgesellschaften für Tauchmedizin erfolgen. Für gewerbliche Taucher gelten die gesetzlichen Vorschriften.

Die Erwägung einer erneuten Tauchtauglichkeit setzt die Beendigung der Tauchunfall-Therapie und die Stabilität des Behandlungs-Ergebnisses voraus.

Die Tauglichkeitsuntersuchung sollte erfahrenen Taucherärzten mit Mindest-Qualifikation entsprechend "Diving Medicine Physician EDTC" und praktischer Erfahrung in der Tauchunfall-Behandlung vorbehalten sein.

Wichtige Weblinks

1. DGUV - Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung: www.dguv.de
Bei Tauchunfällen von Berufstauchern sind die gesetzlichen Verfahrenswege maßgeblich (Meldepflicht, Berufskrankheitenverfahren etc.). Hier finden Sie Hinweise zu diesem Gesamtkomplex.
2. ERC - European Resuscitation Council: www.erc.edu
Hier finden Sie die aktuellen Empfehlungen zur Herz-Lungen-Wiederbelebung.

3. GTÜM - Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V.: www.gtuem.org

4. ÖGTH - Österreichische Gesellschaft für Tauch- und Hyperbarmedizin: www.oegth.at

5. SUHMS - Schweizerische Gesellschaft für Tauch- und Hyperbarmedizin: www.suhms.org

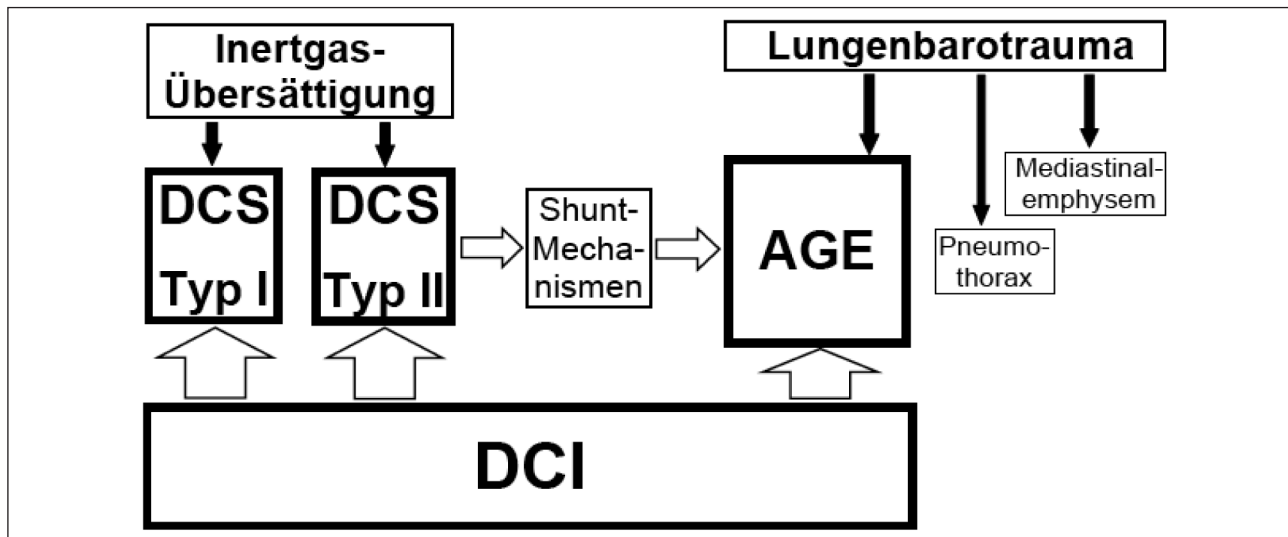
Erarbeitet unter maßgeblicher Mitwirkung von:

P. H.J. Müller (Vorsitz), Speyer (D) | W. Beuster, Klagenfurt (A) | W. Hühn, Wetzlar (D) | P. Knessl, Itingen (CH) | H. J. Roggenbach, Essen (D) | V. Warninghoff, Kiel (D) | W. Welslau, Wien (A) | J. Wendling, Biel (CH).

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Peter H.J. Müller
Sekretär der GTÜM e.V.
c/o Geschäftsstelle der GTÜM e.V.
BG-Unfallklinik Murnau
Prof.-Küntscher-Straße 8
82418 Murnau
Deutschland
E-Mail: p.mueller@gtuem.org

Anlage 1: Systematik der Tauchunfälle.



Anlage 2:

| Pathogenese und Symptomatik von Tauchunfällen | | |
|--|---|--|
| | Dekompressionskrankheit (DCS) (Decompression Sickness) | Arterielle Gasembolie (AGE) |
| Pathogenetische Faktoren | Größere Tauchtiefe / hohe Umgebungsdrücke <ul style="list-style-type: none"> • lange Expositionszeit • Aufsättigung der Körpergewebe mit Inertgas (je nach verwendetem Atemgas, in der Regel Stickstoff (Abkürzung „N₂“)) • zu rasches Auftauchen nach längeren und/oder tiefen Tauchgängen mit hoher Aufsättigung | Übertritt von Gasblasen in die arterielle Strombahn beim Tauchen durch: <ul style="list-style-type: none"> • pulmonales Barotrauma mit Überblähung der Lunge • paradoxe Embolie bei DCS durch <ol style="list-style-type: none"> a) Übertritt von venös entstandenen Gasblasen über die Lungengefäße b) Übertritt von venös entstandenen Gasblasen über ein persistierendes Foramen ovale (PFO) |
| Zeit bis zum Auftreten von Symptomen | Minuten bis Stunden, maximal 24 Stunden nach Tauchgangsende (bei besonderer Konstellation max. 48 Std.) | Minuten nach Tauchgangsende, eventuell bereits während des Auftauchens |
| Symptome | <p><u>DCS Typ I</u></p> <p>Hautsymptome („Taucherflöhe“)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Juckreiz • punktförmige Rötung • Schwellung • Marmorierung der Haut * <p>Muskel- und Gelenkschmerzen („Bends“):</p> <ul style="list-style-type: none"> • große und mittelgroße Gelenke (auch belastungsabhängig) • Skelettmuskulatur. • selten: Hand- und Fußgelenke <p>Lymphsystem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • geschwollene, druckschmerzhaft Lymphknoten (selten) <p>Sonstiges:</p> <ul style="list-style-type: none"> • auffällige Müdigkeit * <p><u>DCS Typ II</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Apathie / Bewusstlosigkeit • Schwindel / Erbrechen • Sensibilitätsstörungen, Paresen, Paraplegie • Blasen- und Mastdarmschwäche • gestörte Muskelkoordination • Hör / Seh / Sprachstörungen • akute Dyspnoe („Chokes“) mit Brustschmerz, Husten, Erstickungsgefühl • zusätzlich gegebenenfalls Muskel- / Gelenkschmerzen schon während des Auftauchens (Verteilung wie bei Typ I) • sonstige neurologische Symptome | <p><u>AGE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Apathie / Bewusstlosigkeit • Schwindel / Erbrechen • Verwirrtheit, Desorientiertheit • Sprach- und/oder Sehstörungen • Nervenausfälle unterschiedlicher Ausprägung: von leichten Sensibilitätsstörungen bis zur kompletten Lähmung • bei Mitbeteiligung des Atemzentrums: Blutdruckabfall, Atemstörungen, Herzstillstand • Pupillenasymmetrie möglich: einseitig weite Pupille • sonstige neurologische Symptome |

*) Diese Symptome können auch Zeichen von DCS Typ II oder AGE sein !

Anlage 3:

Differentialdiagnosen von Tauchunfällen

Häufig ist die sichere Unterscheidung zwischen DCS und AGE am Unfallort schwierig. Mischformen sind häufig. Hinweis: Die Behandlung ist gleich.

| | Differential-Diagnose | Klinische Symptome |
|--|--|--|
| DCS Typ II mit Innenohr-symptomen | <ul style="list-style-type: none"> • Barotrauma des Innenohres (Ruptur der Rundfenster-Membran) | <ul style="list-style-type: none"> • Hörverlust • Tinnitus • Vertigo CAVE: die oben genannte klassische Symptomtrias ist oft nur unvollständig vorhanden |
| DCS Typ II mit neurologischen Symptomen | <ul style="list-style-type: none"> • zerebraler Insult durch Embolie oder Blutung • vertebraler Diskusprolaps | <ul style="list-style-type: none"> • motorische, sensible oder Hirnnerven-Ausfälle • Querschnitts-Symptomatik |
| DCS Typ I | <ul style="list-style-type: none"> • Herzinfarkt | <ul style="list-style-type: none"> • zum Beispiel Schmerzen linke Schulter |
| DCI (AGE) | <ul style="list-style-type: none"> • Hypoglykämie | <ul style="list-style-type: none"> • zum Beispiel Bewusstlosigkeit |
| DCI (AGE) | <ul style="list-style-type: none"> • Epilepsie | <ul style="list-style-type: none"> • zum Beispiel Krampfanfall |
| Verdacht auf DCI Unsichere Symptome | <ul style="list-style-type: none"> • Atemgaskontamination (CO u.a.m.) • toxische Gaseffekte bei Mischgastauchen • Hypercapnie bei inadäquater Atmung (skip breathing) • Hyperventilation bei psychischem Stress • Hypoglykämie • Psychotrope Medikamente | <ul style="list-style-type: none"> • Kopfschmerz • Bewusstseinstörung • Schwindel |

► **Literatur:**

1. **Acott CJ:** Flying after recompression treatment for decompression illness: why wait four weeks? *South Pacific Underwater Medicine Society Journal* 2004; 34 (4): 203-208.
2. **Annane D, Troche G, Delisle F, Devauchelle P, Paraire F, Raphael JC, Gajdos P:** Effects of mechanical ventilation with normobaric oxygen therapy on the rate of air removal from cerebral arteries. *Crit Care Med.* 1994; 22 (5): 851-7
3. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF): W. Lorenz, W. Müller: Methodische Grundlagen der Leitlinienerstellung - Leitlinie für Leitlinien, Februar 2000
4. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) und Ärztliche Zentralstelle für Qualitätssicherung (ÄZQ): Das Leitlinien-Manual. Zeitschrift für ärztliche Fortbildung und Qualitätssicherung (ZaeFQ). 95 (2001): Suppl. I. Urban&Fischer, ISSN 1431-7621
5. Ärztliche Zentralstelle Qualitätssicherung (ÄZQ): Checkliste Methodische Qualität von Leitlinien. 2. Version (8/1999), gültig bis 2/2003
6. **Ball R:** Effect of severity, time to recompression with oxygen, and re-treatment on outcome in forty-nine cases of spinal cord decompression sickness. *Undersea Hyperb Med.* 1993; 20: 133-45
7. Bennett and Elliott's "The Physiology and Medicine of Diving" (fifth edition). Brubakk AO and Neuman TS (Eds); Saunders 2003
8. Berufgenossenschaftliche Information BGI 690 „Merkblatt für die Behandlung von Erkrankungen durch Arbeiten in Überdruck (Arbeiten in Druckluft, Taucherarbeiten)“, Hauptverband der gewerblichen Berufgenossenschaften, Fachausschuss „Arbeitsmedizin“, Oktober 1996
9. Berufgenossenschaftliche Vorschrift BGV C23 Unfallverhütungsvorschrift „Taucherarbeiten“
10. Berufgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, G 31. 4. Auflage, Gentner Verlag, Stuttgart 2007: 415-424,
11. **Boussuges A, Blanc P, Molenat F, et al.:** Haemoconcentration in neurological decompression illness. *Int J Sports Med* 1996; 17: 351-355
12. **Bracken MB, Holford TR:** Effects of timing of methylprednisolone or naloxone administration on recovery of segmental and long-tract neurological function in NASCIS 2. *J Neurosurg* 1993; 79: 500-507
13. **Bracken MB, Shepard MJ, Collins WF, et al.:** A randomized, controlled trial of methylprednisolone or naloxone in the treatment of acute spinal-cord injury. Results of the Second National Acute Spinal Cord Injury Study. *New Engl J Med* 1990; 322: 1405-1411
14. **Bracken MB, Shepard MJ, Collins WF, Jr, et al.:** Methylprednisolone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1-year follow-up data. Results of the second National Acute Spinal Cord Injury Study. *J Neurosurg* 1992; 76: 23-31
15. **Bracken MB, Shepard MJ, Holford TR, et al.:** Administration of methylprednisolone for 24 or 48 hours or tirilazad mesylate for 48 hours in the treatment of acute spinal cord injury. Results of the Third National Acute Spinal Cord Injury Randomized Controlled Trial. *National Acute Spinal Cord Injury Study. JAMA* 1997; 277: 1597-1604
16. **Bracken MB, Shepard MJ, Holford TR, et al.:** Methylprednisolone or tirilazad mesylate administration after acute spinal cord injury: 1-year follow up. Results of the third National Acute Spinal Cord Injury randomized controlled trial. *J Neurosurg* 1998; 89: 699-706
17. **Bruno A, Biller J, Adams HP, Jr, et al.:** Acute blood glucose level and outcome from ischemic stroke. *Neurology* 1999; 52: 280-284
18. **Bühlmann AA:** Dekompressionskrankheit des Rückenmarks. Resultate der Früh- und Spätbehandlung. *Schweiz. Med. Wschr.* 1985; 115: 796-800
19. Comex Medical Book, revised edition, 1986. Louis Lartigot, Aubagne (F), 1986
20. **Dovenbarger J, Uguccioni D (Eds.):** Report on Decompression Illness and Diving Fatalities: 1998 Edition, Divers Alert Network
21. **Dovenbarger J, Uguccioni DM, Sullivan K, Freiberger JJ, Dear, GD, Moon RE:** A review of paralysis in 69 recreational SCUBA injuries. *Undersea & Hyperbaric Medicine. Suppl.* 2000
22. **Dromsky DM, Toner CB, Fahiman A, et al.:** Prophylactic treatment of severe decompression sickness with methylprednisolone. *Undersea Hyperbaric Med* 1999; 26 (Suppl): 15
23. **Edmonds C, Lowry CH, Pennefather J, Walker R:** Diving and Subaquatic Medicine, 4th Ed., Arnold Publishers, London, 2002
24. **Ehm OF, Hahn M†, Hoffmann U, Wenzel J:** Tauchen noch sicherer. Tauchmedizin für Freizeittaucher, Berufstaucher und Ärzte. 10. völlig neubearbeitete, erweiterte und revidierte Auflage, Müller-Rüschlikon Verlags AG, Cham 2007.
25. **Feldmeier JJ et al.:** Hyperbaric Oxygen 2003. Indications and results. The hyperbaric oxygen therapy committee report. *Undersea and Hyperbaric Medical Society* 2003, ISBN 0-930406-23-0
26. **Flynn ET:** Decompression Sickness. In: *Hyperbaric Oxygen Therapy: A Critical Review.* Eds: Camporesi EM, Barker AC, Undersea and Hyperbaric Medical Society, Bethesda MD, 1991
27. **Freiberger JJ, Denoble PJ, Vann RD, Pieper CF, Uguccioni DM, Pollock NW, Wachholtz C, Moon RE:** The association of presenting symptoms of DCI with residual neurological abnormalities after treatment. *Undersea & Hyperbaric Med, Suppl.* 2001
28. **Geerts WH, Heit JA, Clagett GP, et al.:** Prevention of venous thromboembolism. Sixth ACCP Consensus Conference on Antithrombotic Therapy. *Chest* 2001; 119: 132S-175S
29. Gemeinsamer Bundesausschuß: Abschlußbericht des Ausschusses Krankenhaus nach §137c SGB V. Methode: Hyperbare Sauerstofftherapie (HBO), Indikation: Dekompressionskrankheit. <http://www.g-ba.de>
30. Gemeinsamer Bundesausschuß: Abschlußbericht des Ausschusses Krankenhaus nach §137c SGB V. Methode: Hyperbare Sauerstofftherapie (HBO), Indikation: Arterielle Gasembolie. <http://www.g-ba.de>
31. **Green JW, Tichenor J, Curley MD:** Treatment of type I decompression sickness using the U.S. Navy treatment algorithm. *Undersea Biomed Res* 1989; 16 (6): 465-470
32. **Hamilton RW:** Meeting Report: DAN and UHMS Workshop on management of mild decompression sickness in remote locations. *Europ J Underwater Hyperbaric Med* 2004, 5(2): 26-28
33. **Hampson NB (Ed.):** Hyperbaric Oxygen Therapy: A Committee Report. Undersea and Hyperbaric Medical Society, 10531 Metropolitan Avenue, Kensington MD 20805-2627, USA. Revised 1999
34. **Hopson ASM:** Adjuncts to the treatment of decompression illness: an audit of practice in British Hyperbaric Association hyperbaric units and review of the evidence. *Europ J Underwater Hyperbaric Med* 2007, 8(4): 65-70
35. **Hurlbert RJ:** The role of steroids in acute spinal cord injury: an evidence-based analysis. *Spine* 2001; 26 (24 Suppl): S39-S46
36. **Hyldegaard O, Kerem D, Melamed Y:** Effect of combined recompression and air, oxygen, or heliox breathing on air bubbles in rat tissues. *J Appl Physiol.* 2001;90:1639-47
37. **Hyldegaard O, Moller M, Madsen J:** Effect of He-O₂, O₂, and N₂O-O₂ breathing on injected bubbles in spinal white matter. *Undersea Biomed Res* 1991; 18: 361-371
38. **Mathieu D:** 7th European Consensus Conference on Hyperbaric Medicine, Lille, 3rd - 4th December 2004. *Europ J Underwater Hyperbaric Med* 2005; 6 (2): 29-38
39. **Melamed Y, Shupak A, Bitterman H:** Medical problems associated with underwater diving. *N Engl J Med* 1992 Jan 2; 326 (1): 30-35
40. **Mitchell SJ:** Lidocaine in the treatment of decompression illness: a review of the literature. *Undersea Hyper Med* 2001; 28 (3): 165-174
41. **Mitchell SJ:** Treatment of decompression illness in the 21st century: a brief overview. *Diving and Hyperbaric Medicine* 2007; 37: 73-75
42. **Moon R:** Adjunctive therapy in decompression illness: present and future. *SPUMS Journal* 2000; 30: 99-110
43. **Moon RE, Dear GL, Stolp BW:** Treatment of decompression illness and iatrogenic gas embolism. *Respir Clin N Am* 1999; 5: 93-135
44. **Moon RE, Sheffield PJ:** Guidelines for treatment of decompression illness. *Aviat Space Environ Med.* 1997 Mar; 68 (3): 234-243

- 45. Moon RE:** Classification of the decompression disorders: time to accept reality. *Undersea Hyperb Med.* 1997; 24 (1): 2-4
- 46. Moon RE:** Treatment of diving emergencies. *Crit Care Clin.* 1999; 15: 429-456
- 47. Muth CM, Shank ES, Larsen B:** Der schwere Tauchunfall: Pathophysiologie - Symptomatik - Therapie. *Anaesthesist* 2000; 49 (4): 302-316
- 48. Muth CM, Shank ES:** Gas embolism. *N Engl J Med.* 2000; 342 (7): 476-482
- 49. Mutzbauer TS, Ermisch J, Tetzlaff K, Frey G, Lampl LA:** Low dose lidocaine as adjunct for treatment of decompression illness (DCI). *Undersea Hyperbaric Med* 1999; 26 (supp): A20
- 50. Myers RA, Bray P (1985)** Delayed treatment of serious decompression sickness. *Ann Emerg Med* 14; 254-257
- 51. NOAA Diving Manual, Diving for Science and Technology** 1991; 20-8 - 20-9
- 52. Pelaia P:** 2nd European Consensus Conference on Treatment of Decompression Accidents in Recreational Diving. Recommendations of the Jury. European Committee of Hyperbaric Medicine, Marseille (F), 9-11 May 1996. <http://www.oxynet.org>
- 53. Perret C:** 1st European consensus conference on hyperbaric medicine: Recommendations of the jury. European Committee of Hyperbaric Medicine, Lille (F), 19-21 Sept. 1994. <http://www.oxynet.org>
- 54. Pointillart V, Petitjean ME, Wiart L, et al.:** Pharmacological therapy of spinal cord injury during the acute phase. *Spinal Cord* 2000; 38: 71-76
- 55. Radermacher P, Warninghoff V, Nürnberg JH, Flechsig F, van Laak U:** Erfolgreiche Langzeitbehandlung mit hyperbarem Sauerstoff nach schwerer zerebroarterieller Gasembolie, Anästhesiol. Intensivmed. Notfallmed. Schmerzther. 1994; 29: 59-61
- 56. Schlotterbeck K, Tanzer H, Alber G, Mueller P:** Zerebrale Luftembolie nach zentralem Venenkatheter. *Anaesth Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1997; 32: 458-462
- 57. Shank ES, Muth CM:** Decompression illness, iatrogenic gas embolism, and carbon monoxide poisoning: the role of hyperbaric oxygen therapy. *Int Anesthesiol Clin.* 2000; 38: 111-138
- 58. Shupak A, Melamed Y, Ramon Y, Bentur Y, Abramovich A, Kol S:** Helium and oxygen treatment of severe air-diving-induced neurologic decompression sickness. *Arch Neurol.* 1997; 54: 305-311
- 59. Spiess BD, Cochran RP, Kunzelman K, et.al.:** Cerebral protection from massive air embolism with a perfluorocarbon emulsion prime addition for cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology*, 1994; 81: A692
- 60. St Leger Dowse M, Barnes R, Smerdon G, Bryson P:** Time to fly after hyperbaric chamber treatment for decompression illness: current recommendations. *SPUMS J.* 2005; 35: 67-70
- 61. Strauss MB, Borer RC Jr:** Diving medicine: contemporary topics and their controversies. *Am J Emerg Med.* 2001 May; 19 (3): 232-238
- 62. Thalmann ED:** Principles of U.S. Navy Recompression Treatments for Decompression Sickness. In: Moon RE and Sheffield PJ (eds.): Treatment of Decompression Illness, Proceedings of the Forty-fifth Workshop of the Undersea and Hyperbaric Medical Society. UHMS, Kensington MD 1996
- 63. US Navy Diving Manual.** Naval Sea Systems Command Publication 0910-LP-100-3199. Revision 4, March 2001
- 64. Vann R, Denoble P, Ugucioni D, Freiburger J, Perkins R, Reed W, Dovenbarger J, Caruso J:** Report on Decompression Illness, Diving Fatalities and Project Dive Exploration: 2002 Edition, Divers Alert Network
- 65. Vann RD, Gerth WA:** Physiology of decompression sickness. In Pilmanis AA, Editor. Proceedings of the 1990 Hypobaric Decompression Sickness Workshop, p. 35-51. Brooks Air Force Base, Armstrong Laboratory, 1990
- 66. Wass CT, Lanier WL, Hofer RE, et al.:** Temperature changes of 1°C alter functional neurological outcome and histopathology in a canine model of complete cerebral ischemia. *Anesthesiology* 1995; 83: 325-335
- 67. Wattel F:** 7st European consensus conference on hyperbaric medicine: Recommendations of the jury. European Committee of Hyperbaric Medicine, Lille (F), 3-4 Dec. 2004. CAISSON 2005 (3)
- 68. Wendling J, Ehm O, Ehram R, Knessl P, Nussberger P (eds.):** GTÜM / ÖGTH / SUHMS Manual Tauchtauglichkeit. 2nd ed., Sept. 2001
- 69. Wendling, J:** Epidemiology, Clinical Manifestation and Treatment Results of Recreational Diving Accidents. In: European Committee for Hyperbaric Medicine: Proceedings of the 2nd European Consensus Conference on Treatment of Decompression Accidents in Recreational Diving. Recommendations of the Jury. Hrsg.: F. Wattel, D. Mathieu, Marseille, 1996: 37-57
- 70. Welslau W et al.:** Leitlinie Tauchunfall der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V. *Anästhesiologie & Intensivmedizin* 2003; 44: 372-376
- 71. Young Y, Menon DK, Tisavipat N, Matta BF, Jones JG:** Propofol neuroprotection in a rat model of ischaemia reperfusion injury. *Eur J Anaesthesiol* 1997; 14: 320-326
- 72. Guidelines for Occupational Medical Examinations.** G31 Hyperbaric Pressure, 295-303, Gentner Verlag, Stuttgart, 2007. ■