



Leitlinie Tauchunfall*

F. Hartig · W. Förster · W. Hühn · P. Kressl · K. Meyne · V. Warninghoff · W. Welslau

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]) unterscheiden 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.

Erste Hilfe bei Verdacht auf Tauchunfall

Erste Hilfe durch medizinische 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 Tauchgangsplanning angepassten Notfallausrüstung und dem Vorhandensein sicherer Kommunikationsmittel (z.B. Mobiltelefon & Telefonnummern).

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

- 100% Sauerstoffatmung (unabhängig von dem beim Tauchen verwendeten Atemgas),
- Trinken lassen, 0,5-1 Liter/Stunde (keine alkohol- oder koffeinhaltigen Getränke),
- Schutz vor Auskühlung / vor Überhitzung,
- Orientierende klinische und neurologische Untersuchung,
- Keine nasse Rekompression,
- Wenn symptomfrei innerhalb von 30 Minuten: 100% Sauerstoffatmung fortführen, Taucherarzt verständigen, Beobachtung über 24 Stunden,
- Wenn nicht symptomfrei nach 30 Minuten: wie schwere Symptome behandeln.

Bei Auftreten von Symptomen noch unter Wasser oder anderen Symptomen:

- 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/AHA-Empfehlungen,
- Bei Bewusstlosigkeit Seitenlage, sonst Rückenlagerung,
- 100% Sauerstoffatmung (schnellstmöglicher Beginn, unabhängig von dem beim Tauchen verwendeten Atemgas):
 - Bei Eigenatmung über Maske/ Atemregler (Demand-Ventil oder Kreislauf-System mit CO₂-Absorber); falls nicht verfügbar: Konstantdosierung (15-25 l/min, Reservoir und Rückschlagventile),
 - Unzureichende Eigenatmung: Beatmung mit 100% O₂ (Beatmungsbeutel mit Reservoir und Konstantdosierung (15-25 l/min) oder Demand-Ventil oder Kreissystem mit CO₂-Absorber).
 - Sauerstoffatmung ohne Pause bis zum Erreichen der Druckkammer. Auch bei begrenztem Vorrat im-

* erstellt am 20.03.2011 - gültig bis Oktober 2014

Die Langfassung der Leitlinie Tauchunfall einschließlich des Leitlinienreports zu der methodischen Vorgehensweise wurde mit der AWMF-Register-Nr.: 072-001 veröffentlicht (www.awmf.org).

mer höchstmögliche O₂-Konzentration wählen (kein Air-Mix, keine Konstant-Dosierung <15 l/min).

- Flüssigkeit:
 - Bewusstseinsklare Taucher 0,5-1 Liter Flüssigkeit/Stunde trinken lassen (keine alkohol- oder koffeinhaltigen Getränke),
 - Eingetrübte Taucher nicht trinken lassen.
- Rettungsleitstelle alarmieren: „Verdacht auf Tauchunfall“ angeben.

Weitere Maßnahmen

- Orientierende klinische und neurologische Untersuchung,
- Schutz vor Auskühlung / vor Überhitzung; keine aktive Wiedererwärmung bei Unterkühlung,
- Keine nasse Rekompression,
- Transport-Organisation:
 - Rettungsleitstelle alarmieren,
 - Transportmittel: keine Präferenz für bestimmtes Transportmittel, schneller und schonender Transport, keine Einschränkung für einen Helikopter (niedrigste fliegerisch vertretbare Flughöhe),

Taucherärztliche Telefonberatung:

Nationale DAN-Hotline für Deutschland und Österreich:
00800 326 668 783
(00800 DAN NOTRUF)

Nationale DAN-Hotline für die Schweiz (via REGA):
+41 333 333 333
(1414 innerhalb der Schweiz)

VDST-Hotline:
+49-1805-660560

Ansprechstelle des Schiffahrt-medizinischen Instituts der Marine:
+49 431 5409 1441

Taucherhotline von aqua med:
+49-700-34835463

Internationale DAN-Hotline:
+39 06 4211 8685 oder 5685

Jeweils Kennwort „Tauchunfall“ angeben.

Weitere Telefonnummern unter
<http://www.gtuem.org>.

- Transportziel: Nächste Notfallaufnahme, möglichst in Nähe einer Behandlungs-Druckkammer.
- Dokumentation von Tauchgangsdaten, Symptomverlauf und Behandlungsmaßnahmen.
- Tauchpartner in die Beobachtung mit einbeziehen.
- Gerätesicherstellung (z.B. Dekompressions-Computer).
- Taucherärztliche Telefonberatung.

(kein Air-Mix, keine Konstantdosierung <15 l/min).

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

Weitere Maßnahmen

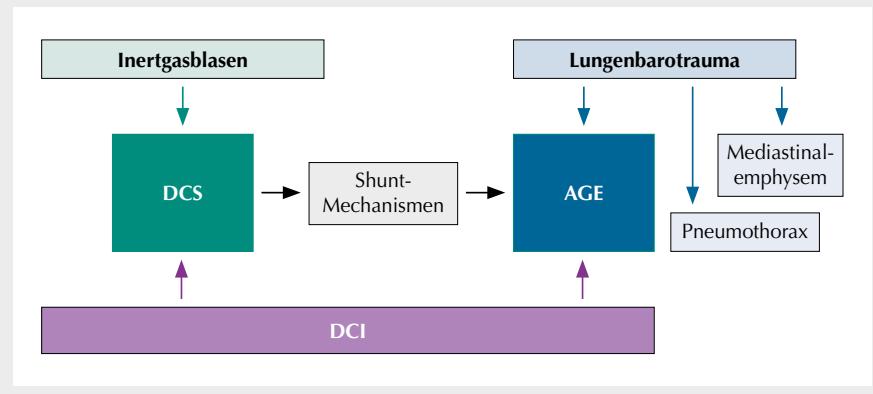
- Überprüfung von Bewusstsein, Bewegungsfähigkeit und Wahrnehmung,
- Orientierende klinische und neurologische Verlaufskontrollen,
- Blasenkatheter (falls erforderlich),
- Pleura-Drainage (falls erforderlich),
- Vor Auskühlung / vor Überhitzung schützen. Bei Unterkühlung aktive Wiedererwärmung nur mit 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 Kasten),
- Monitoring und Dokumentation: Notarztdokumentation, Laien-Dokumentation von Tauchgangsdaten, Symptomverlauf und Behandlungsmaßnahmen, mitgegebene Geräte (z.B. Dekompressions-Computer).

Erste Hilfe durch medizinisches Fachpersonal

Spezifische Erste-Hilfe-Maßnahmen

- Gegebenenfalls Reanimation nach ERC/AHA-Empfehlungen,
- Bei Bewusstlosigkeit Seitenlage, sonst Rückenlagerung,
- 100% Sauerstoff (unabhängig vom beim Tauchen verwendeten Atemgas):
 - Bei intakter Eigenatmung über Maske/Atemregler (Demand-Ventil oder Kreislauf-System mit CO₂-Absorber); falls nicht verfügbar: Konstantdosierung (15-25 l/min, Reservoir und Rückschlagventile),
 - Bei unzureichender Eigenatmung: Beatmung mit O₂ (FiO₂=1,0 anstreben) ohne Pause bis zum Erreichen der Druckkammer (Patient gegebenenfalls intubieren oder die Atemwege anderweitig sichern),
 - Auch bei begrenztem Vorrat immer höchstmögliche O₂-Konzentration

Blockgrafik „Systematik der Tauchunfälle“



Transport zur nächsten Druckkammer (Primärtransport)

Transport mit Hubschrauber (niedrigste fliegerisch vertretbare Flughöhe), bogengebundenem Fahrzeug, Boot oder Flugzeug (Kabinendruck nahe 1 bar). Transport möglichst erschütterungsarm und ohne Druckreduktion. Sauerstoffatmung ($\text{FiO}_2=1$ anstreben) ohne Pause bis zum Erreichen der Druckkammer weiterführen. Eingeleitete Maßnahmen fortführen.

Erste Druckkammer-Behandlung

Therapeutische Druckkammer.

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

Maßnahmen vor Behandlungsbeginn

- Klinischer und neurologischer Status (Dokumentation),
- Bei Verdacht auf Lungenbarotrauma: Thorax-Röntgen / Thorax-CT (wenn zeitlich vertretbar),
- Pleura-Drainage (falls erforderlich),
- Blasenkatheter (falls erforderlich),
- Parazentese (falls erforderlich),
- Bei intubierten Patienten Füllung des jeweiligen Cuffs mit Flüssigkeit oder kontinuierliche Cuff-Druckkontrolle,
- Taucherärztliche Telefonberatung (falls erforderlich).

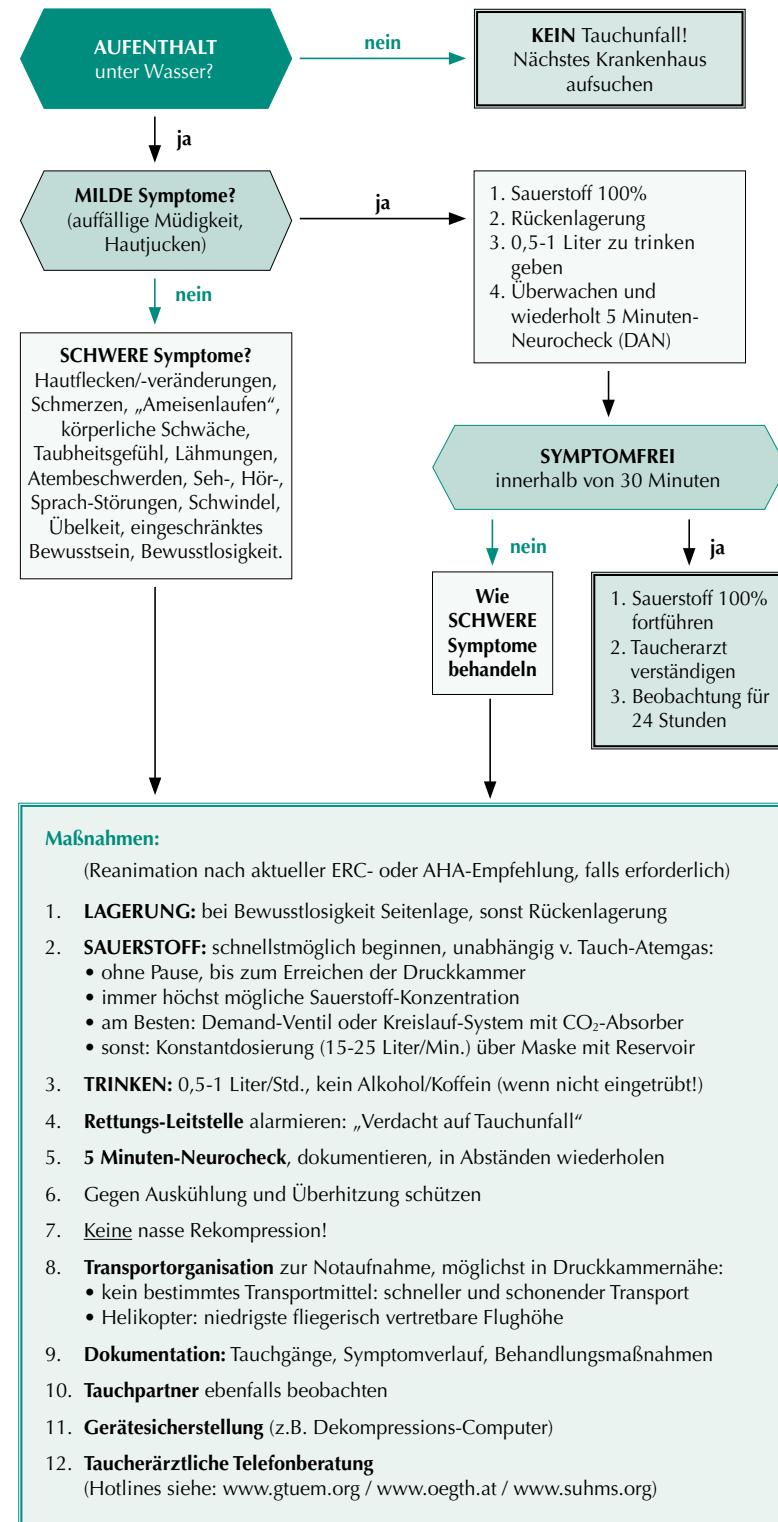
Behandlungstabellen

- 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 (z.B. US Navy Treatment Table 5).

Maßnahmen während der Behandlung

- Wiederholt klinische und neurologische Kontrollen (Dokumentation!),
- Wiederholt Auskultation der Lungen, insbesondere nach Drucksenkungen,
- Regelmäßige Kontrolle aller abgeschlossenen Gasräume (z.B. Tubus-Cuff, Infusion, Tropfammer, Blutdruck-Manschette) jeweils vor Drucksenkungen.

Flussdiagramm „Tauchunfall-Management“



Adjuvante Behandlungsmaßnahmen

- 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 (Sekundärtransport)

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 (z.B. 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:

- Nach notfallmedizinischen/intensivmedizinischen Standards,
- Fortführung eingeleiteter Maßnahmen,
- 100% O₂-Atmung in Abhängigkeit von der Symptomatik,
- Volumenersatz, bei Flug auf Hydrierung achten (intravenös/oral),
- Orientierende klinische und neurologische Verlaufskontrollen,
- Dokumentation (z.B. Notarztprotokoll),

- Medikamente: nach notfallmedizinischen/intensivmedizinischen Standards.

Druckkammer-Folgebehandlungen

Gegebenenfalls zweite Behandlung mit Standard-Behandlungstabelle oder sofort HBO-Behandlungen (z.B. sog. „Problemwunden-Schema“). Höchstens 2 Behandlungen innerhalb von 24 Stunden, Abstand zwischen Behandlungen höchstens 24 Stunden.

Diagnostik

Abhängig von Symptomatik MRT, CT und fachneurologische Konsiliaruntersuchungen (regelmäßig), Lungenfunktionskontrolle, gegebenenfalls weitere fachärztliche Konsiliaruntersuchungen.

Physiotherapie

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 wird die der Symptomatik entsprechende Rehabilitations-Maßnahme unmittelbar an die Druckkammer-Behandlungen 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 Behandlungsergebnisses voraus.

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

Die Langfassung der Leitlinie Tauchunfall finden Sie unter:

http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/072-001l_S2k_Tauchunfall_2011-03.pdf

Korrespondenzadresse



Priv.-Doz. Dr. med.
Björn Jüttner

Leitlinienbeauftragter der GTÜM
Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin (GTÜM e.V.)
Geschäftsstelle
Professor-Küntscher-Straße 8
82418 Murnau am Staffelsee,
Deutschland
E-Mail: b.juettner@gtuem.org

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 Expositionenzeit • Aufsättigung der Körpergewebe mit Inertgas (je nach verwendetem Atemgas) • 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 <ul 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>DCS Typ I</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, druckschmerzhafte Lymphknoten (selten) <p>Sonstiges:</p> <ul style="list-style-type: none"> • auffällige Müdigkeit * <p>DCS Typ II</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 • evtl. Muskel- / Gelenkschmerzen schon während des Auftauchens (Verteilung wie bei Typ I) • sonstige neurologische Symptome | <p>AGE</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 • Pupillenasympmetrie möglich: einseitig weite Pupille • sonstige neurologische Symptome |

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

Differentialdiagnose 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 |
|--|--|---|
| DCI mit Innenohrsymptomen | <ul style="list-style-type: none"> • Barotrauma des Innenohres (Ruptur der Rundfenster-Membran) | <ul style="list-style-type: none"> • Hörverlust • Tinnitus • Vertigo <p>CAVE: die oben genannte klassische Symptomtrias ist oft nur unvollständig vorhanden</p> |
| DCI | <ul style="list-style-type: none"> • zerebraler Insult durch Embolie oder Blutung • vertebrale Diskusprolaps | <ul style="list-style-type: none"> • motorische, sensible oder Hirnnerven-Ausfälle • Querschnitts-Symptomatik |
| DCI | <ul style="list-style-type: none"> • Herzinfarkt | <ul style="list-style-type: none"> • zum Beispiel Schmerzen linke Schulter |
| DCI | <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.) • toxische Gaseffekte bei Mischgastauchen • Hyperkapnie bei inadäquater Atmung (skip breathing) • Hyperventilation bei psychischem Stress • Hypoglykämie • Psychotrope Medikamente | <ul style="list-style-type: none"> • Kopfschmerz • Bewusstseinstrübung • Schwindel |

Flussdiagramm „Erste Druckkammerbehandlung bei Tauchunfall“

