

Dekompressions- Erkrankung (DCI)



Arbeit #2 von Lilian Löhri und Yves Berger, Kamala 24. Dezember 2006

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| <u>DEKOMPRESSIONS-ERKRANKUNG (DCI) UND -KRANKHEIT (DCS)</u> | 2 |
| <u>DIE PHYSIKALISCHE GRUNDLAGE</u> | 2 |
| <u>GESCHICHTE DER DEKOMPRESSIONSFORSCHUNG</u> | 3 |
| <u>TYPEN DER DEKOMPRESSIONSKRANKHEIT</u> | 4 |
| TYP I – HAUT-, GELENK- UND GLIEDERDEKOMPRESSIONSKRANKHEIT (BENDS) | 4 |
| TYP II – NEUROLOGISCHE-, ETC. DEKOMPRESSIONSKRANKHEIT | 5 |
| TYP III - LANGZEITSCHÄDEN | 5 |
| LUNGENÜBERDRUCKUNFALL AGE | 6 |
| <u>SYMPTOME</u> | 7 |
| <u>ERSTE HILFE</u> | 8 |
| <u>VORBEUGUNG UND RISIKOFAKTOREN</u> | 9 |
| <u>ATRIUM-SEPTUM-DEFEKT ASD (VORHOFSCHEIDEWANDDEFEKT)</u> | 10 |
| <u>DEHYDRATATION</u> | 12 |
| QUELLENANGABE | 12 |



Dekompressions-Erkrankung (DCI) und -Krankheit (DCS)

Dekompressions-Erkrankung (DCI) und Dekompressions-Krankheit (DCS)

- DCI “Decompression Illness” — Oberbegriff für Dekompressions-Krankheit und Lungenüberdehnungs-Verletzungen
(Erste Hilfe im Notfall ist für beide gleich)
- DCS “Decompression Sickness” — Bezeichnung für die Krankheit, die der Stickstoff beim Verlassen des gelösten Zustands im Körper verursacht

Im deutschen Sprachgebrauch wird oft auch der Begriff Dekokrankheit oder Dekoerkrankung verwendet.

Die physikalische Grundlage

Nach dem Henry-Gesetz steht die Menge eines in Flüssigkeit gelösten Gases in direktem Verhältnis zum Druck des Gases über der Flüssigkeit. Deshalb diffundiert bei einem Tauchgang auf z. B. 30 m Tiefe durch den erhöhten Druck der Atemluft entsprechend mehr Stickstoff durch die Alveolar- und Kapillarmembranen und löst sich im Blut. Das stickstoffreichere Blut wird dann durch die Gefäße zu den verschiedenen Geweben im Körper transportiert, wo sich der Stickstoff ebenfalls vermehrt löst. Die verschiedenen Gewebe werden in Dekompressionsmodellen im allgemeinen als Kompartemente bezeichnet. Die Stickstoffanreicherung in den Geweben (Aufsättigung) wie auch die spätere Abgabe des Stickstoffs beim Auftauchen (Entsättigung) geschieht mit unterschiedlicher Geschwindigkeit, je nach Durchblutung der Gewebe. Das stark durchblutete Gehirn wird als „schnelles“ Gewebe bezeichnet, die weniger versorgten Gelenke und Knochen als „langsames“ Gewebe. Als Halbwertszeit eines Gewebes bezeichnet man die Zeitdauer in Minuten, die dieses in der Tiefe bis zur Hälfte der Aufsättigung beziehungsweise Entsättigung benötigt. Während des Aufstieges entsättigen sich die Gewebe von dem Stickstoff, der über das Blut zur Lunge transportiert und abgeatmet wird. Bei einem zu schnellen Aufstieg an die Oberfläche, unter Missachtung der Dekompressionsregeln, sinkt der mechanische Druck schneller ab, als es zur entsprechenden Entsättigung kommen kann. Blut und Gewebeflüssigkeit weisen dann eine Gasübersättigung auf. Der Stickstoff zusammen mit allen anderen gelösten Gasen bleibt dann nicht vollständig in Lösung, sondern sie bilden Blasen. Dies kann mit dem Aufschäumen beim Öffnen einer Sprudelflasche verglichen werden.

Die entstehenden Gasblasen können im Gewebe zu mechanischen Verletzungen führen und in Blutgefäßen eine Gasembolie bilden und somit eine lokale Unterbrechung der Blutversorgung verursachen.



Geschichte der Dekompressionsforschung

Bereits 1670 hatte Robert Boyle festgestellt, dass sich Gase unter Druck in Flüssigkeit lösen und es bei plötzlicher Druckentlastung zu Gasblasen in der Flüssigkeit kommt. Dies führte den deutschen Felix Hoppe-Seyler 1857 dazu, seine Theorie der Gasblasenembolie als Ursache der Dekompressionskrankheiten aufzustellen, und 1869 veröffentlichte Leroy de Mericourt eine medizinische Abhandlung hierzu („Vom physiologischen Standpunkt her betrachtet, ist der Taucher eine Flasche mit Sodawasser“). Zwar erkannte schon Mericourt den Zusammenhang zwischen Tauchtiefe, Tauchzeit und Geschwindigkeit des Aufstieges, aber leider wurde dies nicht in handhabbare Praxisanweisungen für die Allgemeinheit der Taucher umgesetzt.

Die ersten systematischen Untersuchungen hierzu wurden von Paul Bert, Physiologieprofessor in Paris, durchgeführt. Im seinem 1878 erschienenen Lehrbuch für Taucher wird das Zusammenwirken von Druck, Zeit und Luft dargestellt. Bert war auch der erste, der sich mit den Auswirkungen der verschiedenen Gase auf den Taucher befasste und neben der Rolle des Stickstoffs bei der Dekompressionskrankheit auch die gefährliche Rolle von reinem Sauerstoff unter Druck beschrieb. Bert beschrieb eine Dekompressionszeit von 20 Minuten pro Bar Druckentlastung.

Diese Empfehlungen bildeten für zirka 30 Jahre die Grundlage für Taucherarbeiten (die erste deutschsprachige Dissertation zur „Druckluftlähmung“ erschien 1889). Im Jahr 1905 untersuchte dann John Scott Haldane die Auswirkungen der „schlechten Luft“ in Abwasserkanälen, Eisenbahntunneln und Kohlegruben auf den menschlichen Organismus. Im Zuge seiner Forschungen entdeckte er, dass die Atmung ausschließlich vom Druck des CO₂ auf das Atemzentrum abhängt. Er schlug nunmehr der britischen Admiralität vor, eine Studienkommission zur wissenschaftlichen Erforschung des Tauchens einzusetzen, um über die Druckgasforschung zu sicheren Arbeitsmethoden für Taucher zu kommen.

Haldane ließ als erstes Ziegen zirka 60 m in der Druckkammer „tauchen“. Dabei stellte er fest, dass magere Ziegen weniger anfällig für die Dekokrankheit als fette sind. Dies führte ihn zu der Theorie der unterschiedlichen Gewebeklassen, welche unterschiedlich schnell auf- und absättigen. Grundannahme von Haldane war, dass die Geschwindigkeit ausschließlich vom Durchblutungsgrad der Gewebe abhängt. Auf Basis dieses vereinfachten Modelles des menschlichen Körpers berechnete Haldane seine Dekotabellen, die er 1907 erstmals veröffentlichte. Die Tabellen von Haldane gingen, aufgrund eindeutiger Vorgaben der Auftraggeber (englische Marine), nur bis 58 m.

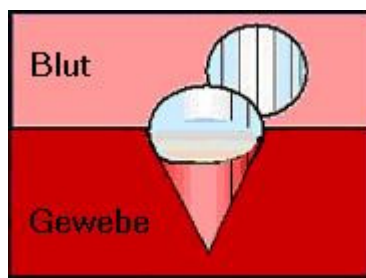
Dieses Modell war wiederum für zirka 25 Jahre die Grundlage aller Forschungen. Ab 1935 erkannte man, dass dieses Modell nur für einen sehr eingeschränkten Tiefen-Zeitbereich gilt und forschte an möglichen Verfeinerungen (konstante Übersättigungsfaktoren durch Hawkins, Schilling und Hansen 1935, variable Übersättigungsfaktoren durch Duyer 1976, Theorie der stillen Blasen durch Hills 1971).

Nach 1945 haben die Tabellen der US Navy (1958) die weiteste Verbreitung gefunden. Diese benutzen 6 Gewebeklassen mit variablen Übersättigungsfaktoren für jede Dekostufe. 1983 erkannte Albert Bühlmann, dass das Modell der parallelen Sättigung nicht mehr haltbar ist, da ja die Gewebe den Stickstoff nur an die umgebenden Gewebe abgeben können. Daraus entwickelte er ein Modell mit 16 Gewebeklassen (ZH-L16), welches aus linearen Differentialgleichungen besteht. Dieses Modell kann numerisch gelöst werden und bildet die Grundlage auch neuerer Dekotabellen (z. B. Deko 2000).



Dieser klassische Ansatz von Bühlmann et al. (Diffusionsmodelle) zeigt aber nach neueren Erkenntnissen Schwächen bspw. hinsichtlich der Mikrogasblasenbildung. Daher versuchten sich verschiedene Tauchmediziner und -physiologen an einem alternativen Ansatz mit den sog. Blasenmodellen. So zum Beispiel D.E. Younts VPM (varying permeability model) oder Bruce R. Wienke mit seinem RGBM (reduced gradient bubble model), welches derzeit in den Tauchcomputern der finnischen Firma Suunto verwendet wird. Nach dem RGBM werden so genannte „deep stops“ favorisiert, von denen schon seit langem postuliert wird, dass sie die Blasenbildung im venösen Blut vermindern können. Die Idee der „deep stops“ ist nicht neu und sie besagt, dass bereits auf größerer Tiefe, kurze Stopps eingelegt werden sollten, um bereits die Entstehung von kleineren Bläschen wirksam zu verhindern.

Weder das Bühlmann-, noch das VP- oder RGB-Modell bieten eine absolute Sicherheit gegenüber Symptomen der Dekompressionskrankheit, da alle Modelle nur empirischer Natur sind und von einer deutlichen Vereinfachung der komplexe Abläufe der Auf- und Entsättigung im Körper ausgehen. Insbesondere die neueren Modelle bedürfen einer weitergehenden Validierung durch medizinische Untersuchungen. Eine Möglichkeit sind Untersuchungen zum Nachweis von Mikrogasblasen im venösen und arteriellen Blutkreislauf durch Doppleruntersuchungen wie sie zur Zeit von DAN (Divers Alert Network) in Rahmen von größeren Studien praktiziert werden.



Aus einem Gassamen, der sich in den „Taschen“ der Wände im Körpergewebe befindet, hat sich eine mikroskopisch kleine Blase gebildet. Diese löst sich schlussendlich vom Gewebe und wandert durch den Blutstrom zur Lunge, von wo sie vom Taucher abgeatmet wird.

Typen der Dekompressionskrankheit

Man unterscheidet zwischen der Dekompressionserkrankung, die **durch Blasenbildung** bei zu schnellem Auftauchen ausgelöst wird und der Arteriellen Gasembolie, als Folge eines **Lungenüberdruckunfalls**.

Typ I – Haut-, Gelenk- und Gliederdekompressionskrankheit (Bends)

Bei einer Dekompressionskrankheit vom Typ I lagern sich die Blasen in der Haut, der Muskulatur, den Knochen oder den Gelenken an. Sie verursachen dort Juckreiz (Taucherflöhe), Druckempfindlichkeit der Muskeln, Gelenkschmerzen und Bewegungseinschränkungen (Bends). Diese Symptome treten in 70 % der Fälle innerhalb der ersten Stunde nach dem Tauchgang auf, teilweise wurden aber auch noch Symptome 24 h nach dem Tauchgang beschrieben.

Am häufigsten treten blaurote Verfärbungen mit leichten Schwellungen der Haut auf, die der Verunfallte als „Taucherflöhe“ mit starkem Juckreiz beschreibt. Die Schwellung (Ödem) ist durch Verschlüsse der Kapillaren und Lymphgefäße der Haut mit Mikroblasen verursacht, welche eine erhöhte Durchlässigkeit für Wasser aufweisen.



In der Muskulatur verursachen die Blasen Druckempfindlichkeit und ziehende Schmerzen. Dies hält einige Stunden an und ähnelt anschließend dem Muskelkater.

Gelenke, Knochen und Bänder zeigen Schmerzen und Bewegungseinschränkungen. Am häufigsten treten diese in den Kniegelenken auf, seltener Ellenbogen und Schulter. Die Bezeichnung Bends für diese Symptome kommt von der gebückten Haltung der unter dieser Berufskrankheit leidenden Caissonarbeiter (engl.: *to bend* beugen).

Sofort nach dem Auftreten sollte reiner Sauerstoff verabreicht werden. Die Beschwerden verschwinden in der Regel auch ohne Druckkammerbehandlung rasch. Da die DCS I oft der Vorläufer der gefährlichen DCS II ist, ist jedoch auch bei Abklingen der Beschwerden eine Druckkammerbehandlung empfehlenswert.

Typ II – Neurologische-, etc. Dekompressionskrankheit

Bei einer Dekompressionskrankheit vom Typ II lagern sich die Blasen im Gehirn, dem Innenohr oder dem Rückenmark ab. Ebenfalls werden Verschlüsse der Blutgefäße durch Gasblasen (Embolien) hier eingeordnet.

Zentrale Embolien verursachen unmittelbar eine Bewusstseinstörung, bisweilen auch Bewusstlosigkeit und Atemlähmung, weil wichtige Gehirnbezirke ausfallen. Manchmal hat der Taucher auch zunächst eine Bewusstseinstörung, die erst später in eine vollständige Bewusstlosigkeit übergeht. Ebenso treten Halbseitenlähmungen und isolierte Ausfälle der Extremitäten auf.

Embolische Verschlüsse im Rückenmark verursachen beidseitige Lähmungen, Empfindungsstörungen oder auch Harn- bzw. Mastdarmstörungen. Diese treten etwas später als zentrale Embolien auf und steigern sich oft von Missempfindungen in den Zehen bis zur vollständigen Lähmung 2 Stunden später.

Innenohrembolien verursachen Brechreiz, Übelkeit, Ohrgeräusche und Schwindel.

Eine Differenzierung zwischen DCS II und AGE ist dem Ersthelfer kaum möglich (AGE tritt unmittelbar auf). Dies ist aber aufgrund gleicher Erste-Hilfe-Maßnahmen ohne negative Folgen.

Typ III - Langzeitschäden

Langzeitschäden bei Tauchern werden unter Typ III zusammengefasst. Als Berufskrankheit anerkannt sind bisher die aseptische Knochennekrose (AON), Hörschädigungen, Netzhautschäden sowie neurologische Folgeschäden nicht behobener DCS Typ II.

Ursache der Skeletterkrankungen und Gelenkveränderungen sind durch die langfristige Aufsättigung dieser Gewebe begründet. Hier reichen die Tauchpausen nicht aus, um diese langsamen Gewebe vollständig entsättigen zu können. Ebenfalls stehen Mikroblasen in Verdacht, die bei Berufstauchern in der Zeit zwischen Auftauchen und Aufsuchen der Dekompressionskammer entstehen. Diese Blasen bleiben durch die Rekompensation „stumm“, führen aber möglicherweise zu Langzeitschäden.

Es sind aber auch Schäden dieser Art bei einmaliger, aber sehr langer Druckexposition berichtet worden (U-Boot-Fahrer eines 1931 gesunkenen U-Bootes, die vor ihrer Rettung sehr lange unter Druck (36,5 m) standen und bei denen 12 Jahre später AON festgestellt wurde).



Lungenüberdruckunfall AGE

Bei einem zentralen Lungenriss gewinnt die Alveolarluft durch die Verletzung des blutreichen Gewebes der Lunge Zugang zum Gefäßsystem. Es kommt zum Übertritt der Atmungsluft in die Lungenvenen. Die Luftblasen rufen dann auf ihrem Weg durch die linke Herzkammer embolische Verschlüsse in den Endarterien des Rückenmarks, des Gehirns oder auch der Herzkranzgefäße hervor. Symptome ansonsten wie bei DCS II.

Die Gefahr eines Lungenüberdruckunfalls besteht schon bei einer Druckdifferenz zwischen 0,07 bis 0,1 Bar, das entspricht einem Aufstieg aus nur einem Meter Wassertiefe. Taucht man auf, ohne die eingeatmete Luft auch wieder abzuatmen, dann dehnt sich die Luft entsprechend dem Gesetz von Boyle-Mariotte aus und schädigt dabei die Lunge, es kann zur Lungenüberdehnung und zum Lungenriss kommen.

Mögliche Auswirkungen einer Lungenüberdehnung

| | |
|--|--|
| Einriss von Lungengewebe mit Luftaustritt in den interstitiellen Raum | <ul style="list-style-type: none">• Mediastinalemphysem (Luftansammlung im Mittelraum des Brustkorbes)• subcutanes Emphysem (Luftansammlung unter der Haut) |
| Einriss von Lungengewebe und Lungenfell mit Luftaustritt in den Pleuralspalt | <ul style="list-style-type: none">• Pneumothorax (Luftansammlung im Brustraum mit Zusammenfallen der entsprechenden Lungenseite)• subcutanes Emphysem (Luftansammlung unter der Haut) |
| Einriss von Lungengewebe und Blutgefäßen | <ul style="list-style-type: none">• Arterielle Gasembolie, (Übertritt von Luft in den Blutkreislauf) |

Die **arterielle Gasembolie** wird durch einen Lungenüberdruckunfall ausgelöst, dabei gelangt Luft in den Lungenkreislauf und wird dann vom Herzen ins Gehirn gepumpt. Im Gehirn können die Bläschen denn verheerende Folgen haben, es kann zu Schwindel, Sehstörungen, zu Schmerzen in der Brust, bis hin zu Bewusstlosigkeit und Lähmungen kommen, außerdem auch Erbrechen, sowie Gefühls- und Sprachstörungen.

Diese Symptome treten in 80% der Fälle innerhalb von 5 Minuten nach dem Aufstieg auf. Bei einer Gasembolie sollte so bald wie möglich in einer Druckkammer rekomprimiert werden.

HINWEIS: Um die Gefahr eines Lungenrisses zu verringern sollte man stets langsam auftauchen, und dabei das Atmen nicht vergessen. Sollte es dennoch zu einem Unfall kommen ist eine Druckkammerbehandlung nötig.



Symptome

Die Symptome der Dekokrankheit sind sehr mannigfaltig in der Ausprägung. Häufig (in 54% der Fälle nach *Edmonds et al.*) kommt es zu Störungen des Muskel- und Skelettsystemes wie z.B. "bends". In 24 bzw 17% findet man Schädigungen des zentralen bzw. peripheren Nervensystems. Hauterscheinungen wie die "Taucherflöhe" treten bei jedem Dritten Dekounfall auf, aber nur sehr selten (4%) sind sie als einziges Symptom vorhanden. Bei 29% der verunfallten Taucher zeigen sich Symptome der Innenohrschädigung. Wichtig zu erwähnen ist auch die Tatsache, daß eine gewisse Müdigkeit nach längerer Exposition erhöhten Druckes regelmäßig auftritt und keine Krankheitsbedeutung hat, jedoch kann eine ausgeprägte Müdigkeit auch das erste Symptom einer Dekoerkrankung sein und weiteren neurologischen Symptomen vorausgehen.

| | |
|---|--|
| Unspezifische Zeichen | - ungewöhnliche Müdigkeit oder Abgeschlagenheit |
| Haut, Muskel, Knochen und Gelenke | - Hautjucken und -rötung, Lymphödem, Muskel- Knochen- und Gelenkschmerzen ("bends") |
| Innenohr | - Schwindel, Übelkeit, Erbrechen sowie Hör- und Gleichgewichtsstörungen, Tinnitus |
| Gehirn, Rückenmark, periphere Nerven | - Seh- bzw. Sprachstörungen, Gefühlsstörungen (Kribbeln, Taubheitsgefühl), Muskelschwäche bis Halbseiten-/ Querschnittslähmung, Kontrollverlust über Ausscheidungsfunktionen, Erektionsschwäche |
| Lungenüberdruck-unfall (AGE) | - Luftnot, stechende Schmerzen mit begleitenden Hustenattacken ("chokes"), Bluthusten, knisternde Luftpolster im Halsbereich (Hautemphysem), Herzschmerzen, Herzrhythmusstörungen, Kollaps, Bewußlosigkeit |

Die Beschwerden treten meist innerhalb weniger Stunden nach dem Auftauchen auf - zu 50% sogar in der ersten Stunde - , wobei lange Latenzzeiten z.B. nach Flügen möglich sind. In der Regel gilt dabei : Je schwerer die Dekoerkrankung, desto eher treten Symptome auf.

HINWEIS: Ein nicht-dekopflichtiger Tauchgang schliesst eine Deko-Erkrankung keinesfalls aus!



Erste Hilfe

- Gabe von reinem Sauerstoff (wichtigste Maßnahme)
- Bei Bewusstlosigkeit die üblichen Maßnahmen (Seitenlage, ständige Beobachtung unter Kontrolle von Puls, Atmung, Blutdruck)
- Herz-Lungen-Wiederbelebung bei Atemstillstand und / oder Herzstillstand. Beatmung unter Verwendung von reinem Sauerstoff
- Kälteschutz
- Seitenlage (Schocklage ist nicht mehr zu empfehlen, da so der bereits erhöhte Hirndruck nochmals steigt)
- Bei Bewusstsein Flüssigkeitszufuhr (durch Arzt Infusionsbehandlung)
- Druckkammerbehandlung mit hyperbaren Sauerstoff (Hyperbare Oxygenierung) oder Behandlung mit komprimierter Luft (veraltet)

PADI® ABLAUFPLAN FÜR DAS MANAGEMENT VON TAUCHUNFÄLLEN

WENN SICH EIN UNFALL EREIGNET HAT:

1. Personalien des Patienten ermitteln und Informationen über die letzten Tauchgänge sammeln.
2. Auf der Rückseite dieser Tafel Informationen wie angegeben eintragen.
3. Ausrüstung des Patienten sicherstellen: spülen und zusammenhalten, NICHT zerlegen!
4. Achte auf fachliche Kompetenz in bezug auf Tauchunfälle bei Helfern, Rettungspersonal und Ärzten, bevor du die Verantwortung abgibst! Arbeite mit diesen zusammen, gib nur Fakten weiter, KEINE Meinungen oder Beurteilungen!
5. Unfallbericht so bald als möglich schreiben, solange die Ereignisse noch frisch im Gedächtnis sind.
6. Diese Tafel und weitere sachdienliche Informationen dem Rettungspersonal mitgeben.

Hat die Person unter Wasser von einem Pressluftgerät geatmet?

JA → **Leichte Symptome**
Müdigkeit Rötung der Haut Jucken

NEIN → **Schwere Symptome**
Ungewöhnliche Schwäche
Schmerzen (bes. in Gelenken, Bauch und untere Rückengegend)
Schwindelgefühl, Seh- oder Sprechschwierigkeiten
Lähmung, Gefühllosigkeit
Atemprobleme
Starker Husten
Blutiger Schaum aus dem Mund
Bewusstseinsstrübung
Bewusstlosigkeit
Krämpfe

1. Sauerstoff verabreichen (100% ideal).
2. Lagerung: linke Körperseite nach unten, Kopf leicht unterstützt.
3. Flüssigkeiten verabreichen (kein Alkohol, (z.B. Fruchtsäfte).
4. Auf schwerwiegendere Symptome achten.
BESSERUNG INNERHALB VON 30 MINUTEN?

JA → Kein Tauchunfall – Patient in das nächstgelegene Krankenhaus bringen.

JA → Patient weiter beobachten und so bald als möglich einen Taucharzt konsultieren.

NEIN → **1. Atemwege freihalten – verhindere das Einatmen von Erbrochenem.**
2. Beginne mit Herz-Lungen-Wiederbelebung falls erforderlich.
3. Falls bei Bewusstsein/selbständig am Atmen, gib Sauerstoff (100 % ideal).
4. Belasse Patient in Position linke Seite nach unten, Kopf unterstützt.
5. Patient anhalten, während Erste-Hilfe-Maßnahmen oder Transport nicht aufzusitzen.
6. Falls Krämpfe auftreten, nicht zurückhalten – unterstütze Kopf/Nacken.
7. Schütze verletzten Taucher vor übermäßiger Hitze, Kälte, Nässe und schädlichen Dämpfen.
8. Falls bei Bewusstsein, verabreiche nichtalkoholische Flüssigkeit, z.B. Fruchtsäfte.
9. Sorge für sofortigen Transport zu geeigneter medizinischer Behandlungseinrichtung.
WICHTIG: DIESE ERSTE-HILFE-MASSNAHMEN AUCH DANN NICHT ABBRECHEN, WENN DER PATIENT ZEICHEN VON BESSERUNG ZEIGT!

NOTFALL-KONTAKT-ADRESSEN:

Notfallrettungsdienst: _____ Taucharzt: _____ Polizei: _____
 Hospital/Krankenhaus: _____ Deko-Kammer: _____ Sonstige: _____
 Rettungsleitstelle: _____ Küstenwache: _____ Funkfrequenz: _____

Produkt-Nummer 1693
© 1991 Int'l PADI Inc./PADI EUROPE



Vorbeugung und Risikofaktoren

Bei allen Tauchgängen sind die Aufstiegsgeschwindigkeiten sowie die Dekompressionsregeln zu beachten. In den Fällen, in denen es trotz Einhaltung dieser Regeln zu akuten DCI-Symptomen kam, lag meist ein oder mehrere der folgenden Risikofaktoren vor:

- Akute Infekte der oberen Luftwege
- Starker Tabakgenuss
- Dehydration (z. B. durch akute Durchfallerkrankungen)
- Fieber
- Alkoholgenuss / Drogen
- Atrium-Septum-Defekt – eine häufig vorkommende, aber oft unbemerkte Herzkrankheit (Vorkommen bei ca. 10-20% der Menschen)
- Diabetes
- höheres Alter
- Fettleibigkeit
- Stress
- Müdigkeit
- Grosse Höhen / Fliegen



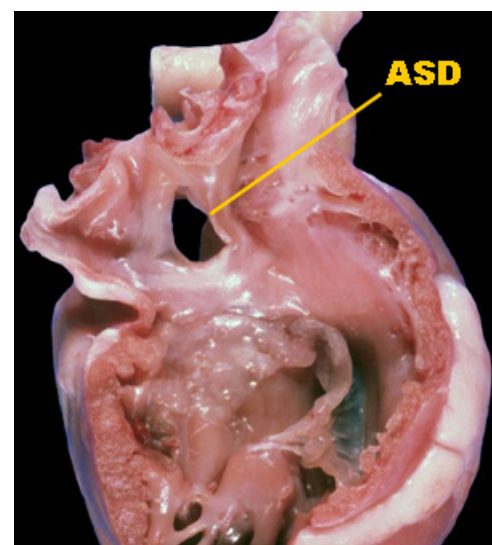
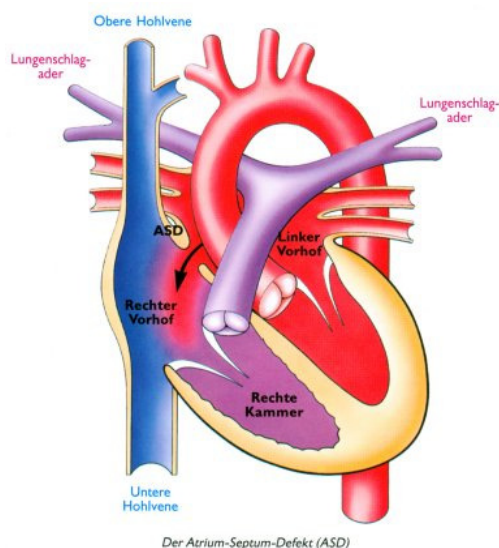
Atrium-Septum-Defekt ASD (Vorhofscheidewanddefekt)

Häufig wird auch der Begriff „PFO“ (patent foramen ovale) verwendet.

Die beiden Vorhöfe des Herzens (Atria) sind von einer membranartigen Scheidewand (Vorhofseptum) getrennt. Manchmal ist diese Wand nicht vollständig, sondern hat ein "Loch". Diese Loch nennt man Atrium Septum Defekt oder Vorhofscheidewanddefekt. ASD's können klein, gross, einfach oder mehrmals vorhanden sein. Das Herz kann ansonsten normal entwickelt sein oder andere zusätzliche Fehlbildungen aufweisen.

In der normalen Herzanatomie ist der Blutfluß in der rechten Herzhälfte (Atrium und Ventrikel) vollständig durch das Septum von der linken Seite getrennt. Wenn diese Wand zwischen den Vorhöfen ein Loch aufweist, kann Blut aus dem linken Atrium in das rechte überwechseln.

Die linke Kammer muss normalerweise mehr Kraft entwickeln, als die rechte Herzkammer, um das Blut durch den Körper zu pumpen, während die rechte Herzkammer das Blut nur durch die Lunge pumpen muss. Deshalb ist auch die Muskulatur des linken Herzens viel dicker als die des rechten Herzens. Da Blut immer den Weg des geringsten Widerstandes geht, fließt es durch den ASD teilweise von dem linken Vorhof in den rechten Vorhof, da der Widerstand des rechten Ventrikels viel geringer ist als der des linken Ventrikels.



Es mag in einem von 1000 Fällen vorkommen, dass sich ein Septumdefekt von selbst schließt. In den allermeisten Fällen wird jedoch ein Eingriff notwendig. Traditionell wird in einer Operation am offenen Herzen das Loch im Septum vernäht. Hierzu benutzt der Chirurg einen Faden aus Polypropylen. Ist der Defekt sehr gross muss ein "Flicken" darüber genäht werden. Hierzu wird körpereigenes Gewebe oder Kunststoff wie Dacron oder Goretex verwendet.

Der Verschluss eines Atrium Septum Defekts gehört heute zu den sichersten Herzoperationen. Die Todesfälle liegen unter einem Prozent. Größere Komplikationen sind selten. Manchmal werden wegen grösserer Blutungen Bluttransfusionen notwendig. Der Krankenhausaufenthalt dauert gewöhnlich 5 Tage bis zwei Wochen.

Ein reparierter ASD gehört zu den wenigen Herzfehlern, die ein ganz normales Leben erlauben. Nach dem Eingriff ist keine medikamentöse Behandlung notwendig. Körperliche Aktivitäten sind uneingeschränkt möglich.

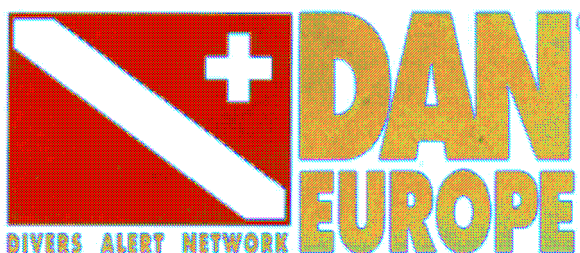


Was könnte nun bei Tauchern mit einem ASD passieren? Zunächst gilt für alle Taucher gleichermassen, dass allein durch das Eintauchen in das Medium Wasser, die waagerechte Schwimmelage und eventuell auch durch einen eng sitzenden Tauchanzug der mechanische Druck auf den Brustraum erhöht ist. Kommen nun noch andere Faktoren hinzu, wie Husten (Wasser im Lungenautomat!) oder Valsalva-Manöver (Druckausgleich!), dann sind mehrere Voraussetzungen erfüllt, den Blutdruck im rechten Vorhof ansteigen zu lassen. Im Falle eines ASD ist nun ein Rechts-Links-Shunt wesentlich wahrscheinlicher.

Man weiss inzwischen, dass sich beim Presslufttauchen bei allen Tauchern auch innerhalb der Nullzeit im venösen Kreislauf Gasbläschen bilden, die aus anderen Geweben eingeschleppt sind, die jedoch normalerweise über die Lunge wieder abgeatmet werden. Im Falle eines durch ein ASD ermöglichten Rechts-Links-Shunts ist es jedoch nicht ausgeschlossen, dass diese Bläschen über das arterielle System bis in die Blutversorgung des Rückenmarks bzw. in die Hirnbasisarterien gelangen, wo sie durch Unterbrechung der Sauerstoffversorgung Gewebeschäden mit schweren bis lebensgefährlichen Folgen verursachen können (Dekompressionskrankheit Typ II).

Zusammenfassend kann man aber sagen, dass die Bedeutung eines ASD für das Auftreten einer DCS nicht eindeutig geklärt ist, obwohl ca. 1/3 aller Taucher über ein ASD verfügen. Es ist daher im Interesse aller Tauchsportfreunde diese Frage im Rahmen einer seriösen Studie zu klären, um auch in Zukunft durch sicheres Tauchen für alle die Freude an dieser wunderbaren Sportart zu erhalten.

DAN bietet in ganz Europa die Teilnahme an einer solchen Studie an und lädt alle aktiven Taucher ein, daran teilzunehmen. So kann ein jeder seinen persönlichen Beitrag zur Tauchsicherheit für alle leisten.



Info-Line: +41 32 322 38 23 (office hours)

Tauchunfall:

Europa +39 06 4211 8685



Dehydratation

Dehydratation bezeichnet den Entzug von Wasser. Es ist die gesteigerte Abnahme der Körperflüssigkeit und ungenügende Flüssigkeitsaufnahme. Der Flüssigkeitsverlust kann über den Magen-Darm-Trakt, die Atemluft, den Urin oder über die Haut erfolgen. Erkrankungen, zum Beispiel der Nieren oder Fieber, beziehungsweise starke körperliche Anstrengungen können zu einem erhöhten Flüssigkeitsverlust und damit zu einem Flüssigkeitsungleichgewicht führen. Es werden drei Arten der Dehydratation unterschieden:

- **Isotone Dehydratation:** Bei dieser Dehydratation ändert sich der osmotische Druck des Extrazellulärraums nicht, da der Verlust von Wasser und Salz (Natrium, NaCl) im gleichen Verhältnis zueinander erfolgt. Vor allem bei unzureichender Wasser- und Natriumzufuhr, aber auch bei Erbrechen oder Durchfall ist dies der Fall.
- **Hypertone Dehydratation:** Sie entsteht beim Verlust von Wasser ohne entsprechenden Salzverlust. Dies kann bei Fieber der Fall sein und führt im Extremfall zum Verdursten.
- **Hypotone Dehydratation:** Wenn im Verhältnis zum Wasserverlust zu viel Salz ausgeschieden wird entsteht eine hypotone Dehydratation. Beispielsweise bei starkem Schwitzen durch hohe körperliche Betätigung spielt diese Art der Dehydratation eine wichtige Rolle.

Dehydratation verringert die Menge des für den Gasaustausch verfügbaren Blutes und verlangsamt die Stickstoffentfernung aus dem Körper. Der Konsum von Harntreibenden Mitteln wie Koffein, übermässiges Schwitzen und selbst trockene Luft in der Pressluftflasche führen dazu, einen Taucher für Dehydratation empfänglicher zu machen. Während des Abbaus von Alkohol braucht der Körper eines Tauchers eine grosse Menge Wasser, daher unterliegt ein Taucher mit Alkoholnachwirkungen wahrscheinlich einer Dehydratation.

Quellenangabe

"Erkrankungen in der ...", Zetüm
PADI Enzycolpedia
Internet Recherche
Tauchen noch sicherer von Dr.med.O.F.Ehm
Thomas Soliman, DAN-PFO Projekt