

Notfallmedizin Aktuell

Der nächste Sommer kommt bestimmt

(Moderation: Univ.-Prof. Dr. A. Wasler)

Zusammenfassung des AGN-Jour-fixe 5/04

verfasst von:

Nada Steininger

Markus Gschanes



Notfallmedizin Aktuell

Der nächste Sommer kommt bestimmt

Moderation: Univ.-Prof. Dr. A. Wasler
(Univ.-Klinik für Chirurgie; Medizinische Universität Graz)

1 Der Ertrinkungsunfall

Vortrag: OA Dr. A. Lueger
(Medizinische Univ.-Klinik; Medizinische Universität Graz)

Nach einer Statistik der Österreichischen Wasserrettung versterben österreichweit etwa 120 Personen pro Jahr an einem Ertrinkungsunfall. Geht man davon aus, dass die Zahl der Beinahe Ertrunkenen um ein vielfaches höher liegt, und sich Ertrinkungsunfälle vor allem auf die Sommermonate konzentrieren ist die Wahrscheinlichkeit mit einem solchen Notfall konfrontiert zu werden gar nicht so gering.

Die Häufigkeitsverteilung von Menschen, die Opfer eines Ertrinkungsunfalls werden, zeigt zwei Altersgipfel. Der eine liegt im Kleinkinderalter, der zweite in hohem Alter mit einem starken Anstieg nach dem 75. Lebensjahr.

Bei Erwachsenen ist der Ertrinkungsunfall oft die Folge einer plötzlich auftretenden Begleiterkrankung beim Schwimmen. So kommt es zum Beispiel immer wieder zu Herzinfarkten, Krampfanfällen, oder ähnlichen Notfällen, die es dem Patienten unmöglich machen sich über Wasser zu halten.

Für Kinder hingegen werden oft Gartenteiche, Biotope, Planschbecken, oder sogar Badewannen zur tödlichen Gefahr.

Gerade bei kleinen Kindern muß der Erstversorgende immer auch an die Möglichkeit einer Kindesmisshandlung denken.

Vor allem nach Sprüngen in unbekannte Gewässer kommt es neben dem Ertrinkungsnotfall auch zu schweren Verletzungen. Betroffen ist dabei vor allem die HWS und der Kopf des Patienten. Das Ertrinken ist dann zumeist eine sekundäre Folge des SHT, bedingt durch die dabei auftretende Bewusstlosigkeit.

1.1 Pathophysiologische Vorgänge beim Ertrinkungsunfall

Der Tod durch Ertrinken ist im Prinzip ein Erstickungstod durch das Untertauchen des Kopfes unter die Wasseroberfläche. Zunächst versucht das Opfer noch die Luft anzuhalten. Das gelingt umso länger, je wärmer das Wasser ist. Bei vier Grad kaltem Wasser gelingt das Luft anhalten nicht einmal zehn Sekunden. In dieser Zeit wird

dem Ertrinkenden allerdings seine missliche Lage bewusst: Panik setzt ein. Wird der Drang zu atmen zu groß, erfolgt unweigerlich die Aspiration von Wasser. Durch den Kontakt der Stimmbänder mit Wasser kommt es zum Laryngospasmus. Durch rhythmisches Öffnen und Schließen der Stimmritze kann es zur Schaumbildung kommen, die von vielen Unfallzeugen oft typischerweise beschrieben wird. Der Tod tritt durch die Hypoxie ein, bzw. wenn dieses Problem beseitigt werden kann kommt es zumeist zu einem ARDS und Multiorganversagen, was wiederum den Tod bedeuten kann.

1.1.1 Reaktion des Lungengewebes auf die Aspiration von Wasser

Prinzipiell müssen zwei Arten des Ertrinkens unterschieden werden:

Süßwasserertrinken und Salzwasserertrinken. Es dringt eine wechselnde Menge Wasser in den Alveolarraum ein (feuchtes vs. Trockenes Ertrinken). Die Wasseransammlung im Alveolarraum hat zunächst keine therapeutische Bedeutung. Im Laufe der Zeit kann es aber beim Süßwasserertrinken zu Elektrolytstörungen bzw. Hämolyse infolge der Hypotonie der inhalierten Lösung kommen. Bereits bei geringen Mengen (ab etwa 100ml) aspirierten Wassers kann die Diffusionsstörung zu einer Oxygenierungsstörung führen.

Das Surfactant denaturiert und fördert die Entstehung von Atelektasen. Durch die Zunahme des rechts-links-shunts nimmt die Hypoxie noch zu.

Im Salzwasser führt der osmotische Gradient zum Übertritt von Flüssigkeit aus dem Gefäßbett in den Alveolarraum. Es bildet sich sekundär ein Lungenödem aus (sekundäres Ertrinken).

1.1.2 Auswirkungen auf den Wärmehaushalt

Neben den respiratorischen Problemen kommt es in Abhängigkeit von der Wassertemperatur auch zu einem mehr oder weniger schnellen Auskühlen des Körpers.

Die Wasseransammlung in der Lunge wirkt auch hier schädlich, da das kalte Wasser die Körperwärme direkt im Körperkern aufnimmt und damit die Hypothermieentstehung beschleunigt.

Stadium I

Die Körpertemperatur beträgt zwischen 33°C und 36°C. Der Patient ist bei Bewußtsein, orientiert und versucht durch Kältezittern die Wärmeproduktion des Körpers zu steigern. Therapeutisch sind das Wechseln von nasser Kleidung und verabreichen von Wärmepackungen ausreichend.

Stadium II

Die Körpertemperatur liegt zwischen 30°C und 33°C. Die Vigilanz nimmt ab, die Muskulatur erschlafft. Es treten bradycarde Herzrhythmusstörungen auf.

Therapeutisch steht die Stabilisierung der Vitalfunktionen durch Intubation und Sauerstoffbeatmung im Vordergrund.

Stadium III

Die Körpertemperatur beträgt unter 30°C. Bei Körperkerntemperaturen unter 24°C liegt in den meisten Fällen ein Kreislaufstillstand vor. Schon vorher tritt eine teigige Lähmung der Muskulatur auf, die leicht mit einem Rigor mortis verwechselt werden kann.

1.2 Der Ertrinkungsunfall im Winter

Sind Ertrinkungsunfälle im Sommer zumeist Folge von Badeunfällen, kommen solche Notfälle im Winter durch Einbrechen in zugefrorene Seen, durch Stürze in eiskalte Bäche oder Biotopzustände.

Durch das kalte Wasser ergeben sich nach dem Einbrechen in einen zugefrorenen See auch bei guten Schwimmern große Probleme sich über Wasser zu halten. Bei 0° kaltem Wasser bleiben dem Eingebrochenen fünf Minuten Zeit, in denen er sich adäquat bewegen kann. Danach kommt es zu einer Unterkühlung und Erschlaffung der Muskulatur.

1.3 Präklinische Therapie

Um die Sauerstoffversorgung des Patienten sicherzustellen muß dem Spontanatmenden Sauerstoff über Maske zur Inhalation angeboten werden. Die Indikation zu Intubation und Beatmung soll sehr großzügig gestellt werden. Bei der Beatmung ist vom Notarzt auf einen ausreichenden PEEP (mind, 5 cm H₂O) zu achten.

Um die respiratorische Situation beurteilen zu können empfiehlt sich die Durchführung einer arteriellen Blutgasanalyse.

Ein zweiter Ansatzpunkt in der Versorgung ist die Wärmeerhaltung. Wenn möglich sollte ein Temperaturmonitoring durchgeführt werden.

Werden angewärmte Infusionen verabreicht, nur zum Zweck den Patienten aufzuwärmen, so muß man sich klar sein, dass die Applikation von 1000ml einer 40°C warmen Lösung diesbezüglich eigentlich keinen Effekt hat.

Man muß sich nur eine mit kaltem Wasser halb gefüllte Badewanne vorstellen, der man eine Liter warmes Wasser zugibt....

Andere Maßnahmen der zentralen Wiedererwärmung haben wesentlich höhere Priorität: Ausziehen von nasser Kleidung, zudecken,... Präklinisch nicht durchführbar ist die Beatmung mit erwärmten Atemgasen (40 – 44°C), die eine sehr gute Maßnahme zur Wiedererwärmung darstellt. Im Gegensatz dazu ist die, im angloamerikanischen Raum vielfach propagierte, Magenspülung mit warmem Wasser keine günstige Option. Die Gefahr der Aspiration ist zu groß.

Da, wie bereits ausgeführt, viele Badeunfälle auch zu mechanischen Traumata führen ist eine entsprechende Therapie und Versorgung mit Stifneck® und Vakuummatratze angezeigt.

Vor allem bei kleinen Kindern, aber auch beim Erwachsenen, ist durch die massive Überblähung des Magens oft eine Magensonde indiziert.

Wie bei anderen Unterkühlungen besteht auch hier die Gefahr eines „After Drops“ (=Bergungstod), bei dem sich durch Manipulationen am Patienten kaltes Blut aus der Körperperipherie mit dem (relativ) warmen Blut des Körperkerns vermischt und somit die Körperkerntemperatur noch weiter absinkt. Die Versorgung muß daher mit größtmöglicher Vorsicht und unter Vermeidung großer Lageveränderung des Patienten erfolgen.

Ein Heimlich Manöver, zur Entfernung des aspirierten Wassers aus den Atemwegen ist als obsolet anzusehen.

1.3.1 Therapie von Begleiterkrankungen

Wie eingangs erwähnt ist bei Erwachsenen oft eine plötzlich auftretende Erkrankung schuld am Ertrinkungsunfall. Man muß also auch daran denken, dass eine Herzinfarkt, Krampfanfall oder auch Unterzucker in ursächlichem Zusammenhang mit dem akuten Notfall steht. Die Diagnose und Gleiches gilt für Begleitverletzungen. Therapie dieser Begleiterkrankungen ist unbedingt notwendig.

1.3.2 Transport unter Reanimationsbedingungen

Die Entscheidung zum Transport unter Weiterführung der Wiederbelebungsmaßnahmen sollte aufgrund der vermuteten Ursache des Herz-Kreislaufstillstandes gefällt werden. Massive Begleitverletzungen oder ein sehr hohes Alter sprechen eher gegen einen solchen Transport. Das Transportziel muß auf jeden Fall ein Zentrum mit vorhandener Herz-Lungen-Maschine sein.

1.3.3 Abbruchkriterien der CPR

Wenn der Betroffene mehr als eine Stunde unter der Wasseroberfläche war, bzw. wenn die Körperkerntemperatur auf unter 15°C abgesunken ist, sind Wiederbelebungsmaßnahmen mit Sicherheit frustan und müssen erst gar nicht begonnen werden.

Prognostisch günstig sind eine fehlende Hyperkaliämie, ein Alter von über drei Jahren und eine Verweildauer unter Wasser von weniger als fünf Minuten.

2 Hitzeschäden

Vortrag: OA Dr. P. Kaufmann
(Medizinische Univ.-Klinik; Medizinische Universität Graz)

2.1 Ätiologie und Pathogenese

Hitzeschäden treten infolge einer Überwärmung des Körpers auf. Immer dann, wenn die Wärmeproduktion des Körpers, bzw. durch Wärmezufuhr von außen (z.B: Sonnenstrahlen,...) die Wärmeabgabekapazität des Körpers übersteigt kommt es zu einem gefährlichen Hitzestau innerhalb des Körpers. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Hitzeschäden steigt ab einer Umgebungstemperatur von 30°C rapide an.

Ein wesentlicher Regulationsmechanismus stellt für den Körper die Schweißproduktion und –abgabe dar. Durch die Verdunstung des Schweißes auf der Hautoberfläche wird dem Körper Wärmeenergie entzogen. Dies setzt allerdings voraus, dass die Luftfeuchtigkeit nicht allzu hoch ist. Bei einer relativen Luftfeuchte von über 90% versagt dieser Mechanismus komplett.

Das Ergebnis dieses Missverhältnisses ist ein Anstieg der Körperkerntemperatur. Dadurch wiederum kommt es zu einer Vasodilatation und einer Umverteilung des Blutvolumens.

Der Blutdruck kann nur stabil gehalten werden, wenn der Körper in der Lage ist den oben beschriebenen Mechanismus durch eine gesteigerte Herzfrequenz und eine erhöhte Kontraktionskraft zu kompensieren.

Hitzeschäden durch die natürlichen Umgebungsbedingungen sind in unseren Breiten eher selten. In Thermalbädern, in der Sauna, in Diskotheken, Großküchen,.... herrschen allerdings auch bei uns klimatische Verhältnisse, die Hitzeschäden provozieren.

Ein Flüssigkeitsmangel, wie er durch starkes Schwitzen, begleitende Durchfallerkrankungen oder zu geringe Trinkmengen entstehen kann, ist ein weiterer prädisponierender Faktor für die Entstehung einer solchen Störung.

Außerdem begünstigt inadäquate Kleidung, wie zum Beispiel Soldaten im Kampfanzug bei Truppenübungen, oder Feuerwehrleute in ihrer Schutzkleidung das Entstehen eines Hitzestaus. Besonders betroffen sind vor allem kleine Kinder. Eine besondere Gefahr stellt in diesem Zusammenhang das Auto dar: Immer wieder werden Kinder im Sommer im Auto zurückgelassen, ungeachtet der Tatsache, dass im Fahrzeuginneren Temperaturen um die 65°C entstehen können.

Patienten mit präexistenten Herz-Kreislauf-Erkrankungen können aufgrund ihrer verminderten cardialen Reserve die oben beschriebenen Kompensationsmechanismen nur ungenügend einleiten. Auf der anderen Seite wird durch die verminderte Kreislaufzeit auch der Wärmeabtransport aus dem Körperkern in die Körperperipherie beeinträchtigt. Eine Dauertherapie mit Diuretika, Beta-Blockern oder Antihypertensiva beeinflusst zudem die Temperaturregulation und begünstigt die Entstehung von Hitzeschäden. Alle Medikamente mit anticholinergen Nebenwirkungen (z.B: trizyklische Antidepressiva, Phenothiazine) hemmen die Schweißproduktion und beeinflussen daher auch die Wärmeregulation. Sklerodermie, oder Patienten mit ausgedehnten Narben leiden unter der mangelnden Wärmeabgabe über die Haut.

2.1.1 Epidemiologische Daten

Im Einzugsgebiet der ICU der Medizinischen Universitätsklinik Graz wurden im Jahr 2003 etwa 1.200 Patienten therapiert, fünf von ihnen litten an vital bedrohlichen Hitzeschäden. Lebensbedrohliche Hitzeschäden sind somit insgesamt ein eher seltener Notfall. Zwei dieser fünf Patienten litten unter einem Hitzschlag, weitere zwei Patienten erlitten einen Hitzekollaps und einer litt unter einem Hitzekrampf.

2.2 Einteilung der Hitzeschäden

2.2.1 Hitzeschäden mit intakter Temperaturregulation

Die Symptome sind durch die Vorgänge geprägt, die eine vermehrte Wärmeabgabe ermöglichen herbeiführen (Tachycardie, Schweißabsonderung,...). Die Prognose dieser Patienten ist im allgemeinen gut. Die aufgeführten Symptome und Syndrome kommen nur in wenigen Fällen isoliert vor. Oft sieht man eine Kombination von verschiedenen Notfällen, bzw. ein Aufeinanderfolgen derselben.

Hitzeausschlag

Eine sehr leichte Form einer Hitzeschädigung ist der Hitzeausschlag. Unter Hitzeexposition kommt es an Körperstellen, die durch Kleidung, oder Anderes bedeckt sind zur Ruptur der Schweißdrüsenausführungsgänge in der Epidermis, was zum Auftreten von kleinen, flüssigkeitsgefüllten Knötchen in der Haut führt. Der Hitzeausschlag führt natürlich nicht zur Aktivierung des Notarztsystems, kann dem Notarzt aber beim vorliegen anderer unspezifischer Notfälle, wie Kollaps, Synkope oder Krampfanfällen, einen Hinweis auf die Ursache des Notfalls liefern.

Hitzeerschöpfung oder Hitzekollaps

Er tritt vorwiegend bei älteren Menschen auf und entwickelt sich über mehrere Tage während sommerlicher Hitzeperioden. Die Patienten nehmen zu wenig Flüssigkeit auf. Die Ursache der Hitzeerschöpfung ist also eine Dehydratation, mit einer Verminderung des Volumens vor allem im Extrazellulärraum. In extremen Fällen kann es bis zur Entwicklung eines hypovolämen Schocks kommen. Die Patienten sind im Normalfall wach und klagen über ein Durstgefühl. Die Körperkerntemperatur ist in den meisten Fällen normal, nur in Ausnahmefällen erhöht, liegt aber immer unter 39°C.

Hitzekrampf

Unter Hitzekrampf versteht man Muskelkrämpfe, die manchmal auch nur als Muskelschmerz geäußert werden. Diese Hitzekrämpfe dürfen nicht mit zentral ausgelösten Krampfanfällen verwechselt werden. Gehäuft treten solche Krämpfe nach Hitzeexposition (zB: durch massive Sonneneinstrahlung, bei Hochofenarbeitern, Bergarbeitern,...) mit starker Schweißproduktion auf, wenn der Patient die entstehende Hypovolämie durch exzessiven Konsum reinen Leitungswassers bekämpft (> 2 Liter). Die Aufnahme des Leitungswassers führt zur Hyponatriämie. Diese wiederum führt zu den beschriebenen Myalgien. Charakteristischerweise treten die Krämpfe nicht in der Phase körperlicher Belastung auf, sondern erst wenn die Betroffenen eine Ruhepause einlegen. Die Therapie besteht in der Flüssigkeitssubstitution. Diese kann beim wachen Patienten im Rahmen der Ersten Hilfe oral erfolgen (ein Teelöffel Kochsalz in einem halben Liter Wasser gelöst) bzw. durch Anlage eines venösen Zugangs und Infusion einer Vollelektrolytlösung (Ringer, NaCl,...).

Hitzetetanie

Die Hitzetetanie ist eine Sonderform der Hyperventilationstetanie. Durch die Hitzeexposition kommt es, wie bereits erwähnt, zu einer Steigerung des cardiorespiratorischen Systems. Der Schritt zur Dekompensation durch eine Hyperventilation ist klein. Es treten die bekannten Zeichen der Hyperventilation auf: Tachypnoe, periorales Kribbeln, Fischmaul, Pfötchenstellung der Hände.

Hitzesyndrome

Es kommt im Zuge der Hitzeexposition zu einer Vasomotorenchwäche, und damit zu einer orthostatischen Dysregulation. Es ist, durch das Überwiegen des Vagotonus, die einzige Form eines Hitzeschadens die mit einer Bradycardie einhergeht. Die Synkopen treten vor allem am Beginn einer Hitzeexposition auf, wenn die Patienten noch nicht aklimatisiert sind. Im Unterschied zum Hitzekollaps sind die Patienten tatsächlich synkopiert und waren kurzzeitig bewusstlos. Die Patienten sind eher zentralisiert, die Körperkerntemperatur ist auch hier nicht wesentlich erhöht.

In ganz seltenen Fällen, kann bei massiv erhöhtem Vagotonus die Gabe von Atropin® oder niedrig dosierten Katecholaminen notwendig sein.

Sonnenstich

Als Sonnenstich werden meningeale Reizerscheinungen bedingt durch UV – Strahlen bezeichnet. Vor allem bei alten Menschen und kleinen Kindern kommt es durch die dünne Kopfdecke bei fehlender Kopfbedeckung zum Sonnenstich. Ein Sonnenstich ist gekennzeichnet durch allgemeine Unruhe, starke Kopfschmerzen, Nackensteifigkeit, Übelkeit, Brechreiz. Beim Patienten imponiert außerdem ein hochroter Kopf.

2.2.2 Hitzschlag

Der Hitzschlag ist ein lebensbedrohlicher Zustand der durch ein Ansteigen der Körpertemperatur auf über 40°C, mit einem Versagen der Temperaturregulation des Körpers gekennzeichnet ist. In weiterer Folge kommt es zum Multiorganversagen, mit oft tödlichem Ausgang.

Nahezu jedes Organsystem ist betroffen. So kommt es zum Beispiel im ZNS zu einem Hirnödem und dadurch bedingt zu einem erhöhtem Hirndruck, im zirkulatorischen System kommt es zur Ruptur einzelner Herzmuskelfasern und dadurch zu einem myokardialen Pumpversagen, im Lungengewebe werden die Kapillarmembranen geschädigt, was die Ausbildung eines Lungenödems zur Folge hat. Rhabdomyolyse, Nierenversagen, Leberzellnekrosen sind weitere mögliche Folgen der Temperaturentgleisung.

Wegweisend ist das auftreten von neurologischen Symptomen (Schwindel, Verwirrtheit, Bewusstlosigkeit, Krampfanfälle) bei einer Körperkerntemperatur von über 40°C. Die Haut ist heiß und hochrot verfärbt.

Die Mortalität ist stadienabhängig, liegt aber im besten Fall bei 10%, im schlechtesten Fall bei mehr als 80%.

Der klassische Hitzschlag

Er tritt bei Patienten auf, die sich während der Hitzeexposition nicht außergewöhnlich körperlich anstrengen. Diese Form tritt vorwiegend bei älteren Patienten auf und entwickelt sich über Stunden bis Tage. Das pathophysiologische Korrelat ist beim klassischen Hitzschlag die Dehydratation. Die trockene Haut ist daher auch als Leitsymptom des klassischen Hitzschlags zu sehen.

Hitzschlag bei körperlicher Belastung

Besonders betroffen sind Menschen, die an die Belastung nicht gewöhnt sind. So zum Beispiel untrainierte Sportler, die in praller Hitze ihren Sport ausüben, Sportler die Amphetamine einnehmen und Personen die im Allgemeinen unter Adipositas leiden.

Warnsymptome des Hitzschlags sind Muskelkrämpfe vor allem in der Bauchdeckenmuskulatur, sowie Schwächeanfälle mit Kollapsneigung.

Hitzschlag bei Kleinkindern

Kinder sind besonders gefährdet, da sie durch ein sehr dünne Haut und eine mangelnde Körperbehaarung der Sonneneinstrahlung keinen natürlichen Schutz entgegenstellen können.

Der klassische Hitzschlag im Kindesalter entsteht, wenn das Kind (für vermeintlich kurze Zeit) im Auto zurückgelassen wird.

2.3 Differentialdiagnostische Überlegungen

Die Hitzeschäden infolge Hyperthermie können mit einigen Zustandsbildern verwechselt werden, die ebenso mit neurologischen Störungen, wie Verwirrtheit oder Bewusstlosigkeit einhergehen und von Tachycardien, Hautrötungen und erhöhter Temperatur begleitet sind.

Die wichtigsten Differentialdiagnosen sind eine bestehende Infektion oder Sepsis, eine Thyreotoxikose, Intoxikationen oder ein zentrales anticholinerges Syndrom. Die Hitzeexposition als Leitsymptom des Hitzschlags ist allerdings bei den differentialdiagnostischen Überlegungen sehr hilfreich.

2.4 Therapie der Hitzeschäden

Die kausale Therapie beginnt im Fall der Hitzeschäden bereits bei der Bergung. Der Patient muß an einen kühlen, schattigen Platz verbracht werden um vor weiterer Hitzeexposition geschützt zu werden. Da die Prognose nicht nur von der absoluten Körpertemperatur abhängt, sondern in gleichem Maße auch von der Dauer der Überhitzung, ist eine Kühlung bereits am Notfallort anzustreben. Dazu soll der Patient entkleidet werden, und die Hautoberfläche mit Wasser benetzt werden. Auch die Erzeugung von „Wind“ (zum Beispiel mit einem Ventilator oder durch „wacheln“ mit einem Handtuch).

Die Anlage zumindest eines großlumigen venösen Zugangs ist obligat. Da die Patienten unter einer Dehydratation leiden, soll sofort mit einer aggressiven Volumentherapie begonnen werden. Zumindest 1000 ml einer kristallinen Infusionslösung sollen in den ersten 30 Minuten infundiert werden. Bleibt der Patient trotz massiver Volumentherapie instabil muß auch an ein cardiales Pumpversagen gedacht werden. Dieser einleuchtende Umstand stellt den Notarzt allerdings vor große therapeutische Probleme: laut Literatur ist der Einsatz von vasopressorischen Medikamenten beim Hitzschlag kontraindiziert. Eine Vasokonstriktion drosselt die Hautdurchblutung und unterstützt damit den Wärmestau noch zusätzlich. Die einzige Option aus der Gruppe der Katecholamine bietet Dobutamin in niedriger Dosierung (250/50/2-4).

Bei Bewusstlosigkeit oder respiratorischer Insuffizienz ist die endotracheale Intubation des Patienten anzustreben.

3 Der Tauchunfall

Vortrag: OA Dr. W. Beuster
(UKH Klagenfurt)

Der Tauchunfall ist so etwas wie das Stiefkind der Notfallmedizin in Österreich. Zugegeben ist die Inzidenz in den typischen Tauchsportgebieten der Welt sicherlich weitaus höher, aber gerade die Bergwelt mit vielen wunderschönen Gebirgsseen reizt auch hierzulande die Menschen.

Die Zahl der Tauchunfälle in Österreich lässt sich nicht so einfach erheben, da es keine zentrale Erfassung dieser Notfälle gibt.

Der Versuch einer europaweiten Erfassung sämtlicher Tauchunfälle wird von einer weltweiten Dachorganisation dem „Divers alert network“ (www.daneurope.org) unternommen. Außerdem bietet die Notrufzentrale dieses Netzwerks Unterstützung bei Fragen in Zusammenhang mit dem Tauchsport (+49 4315 40 90). In zehn Monaten des Vorjahres sind bei besagter Hotline 834 Anrufe bezüglich Tauchunfällen eingegangen. Von diesen 834 Notrufen konnten sekundär 208 tatsächliche Tauchunfälle verifiziert werden. Die Dunkelziffer liegt aber sicherlich wesentlich höher. Alles in Allem kann aber Tauchen doch als relativ sicherer Sport eingestuft werden: Auf etwa 280 Taucher bzw. auf 15.000 Tauchgänge kommt ein Tauchunfall. Amerikanischen Statistiken zufolge, die die Unfallwahrscheinlichkeit verschiedener Sportarten miteinander verglichen hat, steht der Tauchsport auf gleicher Stufe mit Bowling.

Diese statistischen Betrachtungen und Beschwichtigungen helfen uns in der Praxis jedoch nicht viel weiter. Der Patient mit einem Tauchunfall, und auch wenn es selten vorkommt – es gibt sie, ist oft in einer akut lebensbedrohlichen Situation, die rasches und richtiges Handeln seitens aller im Rettungswesen tätigen Personen fordert.

3.1 Situation am Einsatzort „Unfall im Wasser“

In den meisten Fällen wird der Tauchunfall als solcher gemeldet, dennoch kann sich hinter jedem „Badeunfall“ auch einmal ein Tauchunfall stecken. Womit muß nun der Notarzt beim Einsatzstichwort „Unfall im Wasser“ rechnen:

Auf der einen Seite kann jede plötzliche Erkrankung, die zufällig zur richtigen Zeit auftritt zu einem Badeunfall führen (siehe auch „Ertinkungsunfall“). Dieser Umstand trifft natürlich auch beim Taucher zu. Hier darf man sich nicht durch eindeutiges Equipment in die Irre leiten lassen: der vermeintliche „Tauchunfall“ ist vielleicht noch vor dem Tauchgang passiert....

Sinnvoll scheint die Unterscheidung eines Notfalls mit Tauchgerät von einem Notfall ohne Tauchgerät.

3.2 Phasen des Tauchgangs

Jeder Tauchgang gliedert sich in drei charakteristische Phasen: Zum einen die sogenannte Abtauchphase, mit einem steigenden Umgebungsdruck (daher auch: Kompressionsphase), der Aufenthaltsphase, bei der sich der Taucher in gleicher Tiefe und damit auf gleichem Druckniveau aufhält (sogenannte Isopressionsphase) und der nachfolgenden Aufstiegsphase, der sogenannten Dekompressionsphase. Die Dekompressionsphase ist der gefährlichste Teil des Tauchgangs.

3.3 Tauchen ohne Atemgerät

Beinahe jeder Badende wird zum Taucher ohne Gerät. Bereits Kinder machen durch „Luft anhalten“ ihre ersten Tauchversuche. Aber das Tauchen ohne Atemgerät ist auch als Sportart sehr beliebt. Man kann grundsätzlich das Streckentauchen vom Tieftauchen und vom Zeittauchen unterscheiden. Bei letzterem geht es darum durch möglichst lange Apnoephasen so lange wie möglich unter Wasser zu bleiben. Damit man eine ungefähre Vorstellung hat welche Leistungen Spitzensportler beim Tauchen ohne Atemgerät erbringen sei der Weltrekord im Tieftauchen erwähnt: dieser liegt bei 172m. Hier wird der Taucher passiv durch ein Gewicht in die Tiefe gezogen, aber auch beim Tieftauchen durch aktive Arbeit ist die 80m – Marke inzwischen überschritten.

Um möglichst lange unter Wasser verbleiben zu können wird von Hobbysportlern wie von Profis vor dem Tauchgang oft Hyperventiliert. Dadurch wird eine Hypokapnie erreicht. Die Möglichkeit dadurch Sauerstoff im Gewebe anzureichern besteht nicht. Durch die Hypokapnie wird allerdings der Atemantrieb gedrosselt und der Taucher kann länger ohne Luft zu holen unter Wasser bleiben. Die Hypoxie wird dadurch allerdings nicht verhindert und so kommt es bei dieser Gratwanderung oft zum „Blackout“: Der Taucher wird ohne Vorzeichen und ohne es im Moment verhindern zu können bewusstlos.

Wird dieser Zustand beobachtet und entsprechend rasch reagiert kann der Sportler den Vorfall schadlos überstehen. Aber oft wird der Unfall nicht beobachtet und der Patient ertrinkt hilflos.

3.3.1 Maßnahmen bei einem Unfall infolge Tauchens ohne Atemgerät

Die Maßnahmen entsprechen denen, die bereits beim Ertrinkungsunfall erläutert wurden. Eine rasche Rettung des Verunfallten aus dem Wasser hat oberste Priorität. Danach gilt es die Vitalfunktionen zu sichern. Bei den meisten Patienten setzt die Spontanatmung wieder ein, da durch die Apnoe auch der CO₂-Spiegel wieder ansteigt und der Atemreiz groß genug wird. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die, inzwischen aufgetretene, Hypoxie nicht zu massiv ist.

Sauerstoffgabe und Monitoring (EKG, SpO₂, RR) sind ebenso zu empfehlen, wie die stationäre Überwachung für zumindest 24 Stunden.

3.4 Tauchen mit Atemgerät

Der Taucher trägt auf dem Rücken ein oder zwei Flaschen mit Atemgas, das über einen Lungenautomaten auf dem Niveau des Umgebungsdruck appliziert wird. Das meistverwendete Atemgas ist nach wie vor komprimierte Luft („Pressluft“). Für spezielle Anforderungen (z.B: extreme Tiefen) werden auch andere Gasgemische verwendet, die der Taucher dann in eigenen Flaschen mitführt.

Unter dem Überbegriff Tauchunfall oder Dekompressionsunfall verbergen sich zwei unterschiedliche Pathomechanismen. Zum einen ist dies die arterielle Gasembolie zum anderen die klassische Dekompressionskrankheit, Mb. Caisson.

3.4.1 Arterielle Embolien

Die physikalische Grundlage der arteriellen Gasembolie infolge einer Überdehnung der Lunge ist das Gesetz von *Boyle – Mariotte* ($p \cdot V = konst.$). Gemeint ist, dass ein definiertes Gasvolumen an der Oberfläche unter 1 bar Druck beim Abtauchen auf eine Tiefe von 10 Metern (Druckänderung von 1 bar pro 10m: jetzt also 2 bar) um die Hälfte abnimmt. In zwanzig Metern Tiefe beträgt es nur mehr ein Drittel des ursprünglichen Volumens.

Mit anderen Worten:

Würde ein Taucher jetzt in einer Tiefe von 40m einen Atemzug aus seinem Tauchgerät nehmen, die Luft anhalten und auftauchen, dann würde das Volumen in der Lunge um das vierfache zunehmen!!!

Der Druckanstieg in den Alveolen führt zu einer Überdehnung derselben. Bei Überschreiten der Dehnbarkeit des Lungengewebes kommt es zu Einrissen in der Alveolo-kapillären Membran. Für solche Rupturen ist ein Druckgradient von etwa 30 mmHg nötig, der bereits bei einer Tauchtiefe von 2m erreicht ist.

Dieser Prozeß verläuft klinisch stumm. In weiterer Folge kommt es zu einer interstitiellen Gasansammlung, die aber wahrscheinlich auch ohne nennenswerte Symptome verläuft. Das Gas wandert intravasal zumeist in den linken Vorhof und über die Aorta nach oben in die zerebralen Gefäße. Eine andere Möglichkeit besteht in der Einschwemmung in die Koronararterien. Ein Verschuß führt eben je nach Gefäß zum Insult oder zum Herzinfarkt mit den jeweils typischen Symptomen. In wie weit auch andere Organe betroffen sind ist derzeit noch nicht letztlich geklärt. Das Gas kann auch entlang der Lungenwurzel im Bereich der Hauptbronchien austreten und im Mediastinum bis ins subkutane Gewebe vordringen. Ein Hauptemphysem ist die Folge. Nur in den seltensten Fällen ist ein Pneumothorax damit verbunden.

Der Grund eines solchen „positiven Barotraumas“ ist also immer die mangelnde Entlüftung der Lunge. Sowohl anatomische Atemwegsstenosen, wie auch funktionelle Einengungen der Atemwege können schuld am Air trapping sein. Funktionelle Stenosen entstehen durch die Überdehnung selbst. Der Überdruck in den Alveolen komprimiert die zuführenden Bronchioli. Dadurch entsteht ein Ventilmechanismus und ein Teufelskreis, der zu einer immer stärkeren Überdehnung des Lungenparenchyms führt.

Ausgelöst werden solche Notfälle auch durch Fehlverhalten mit Panik des Tauchers.

Kein Tauchgerät und doch ein typischer Tauchunfall?

Eine Sonderform des Tauchunfalls kann entstehen, wenn ein Fahrzeug im Rahmen eines Verkehrsunfalls ins Wasser stürzt und sich im Fahrgastraum eine Luftblase bildet. Diese wird auch komprimiert und ähnelt dann der Luft aus dem Atemgerät. Hier muß der Verunfallte beim Auftauchen ausatmen um nicht ein Barotrauma der Lunge zu erleiden. Bereits in diesen vergleichsweise geringen Tiefen ist eine schwere Lungenschädigung möglich.

Symptome

Die Symptome treten nach dem Auftauchen zeitverzögert, aber schlagartig auf. Neurologische Symptome sind die auffälligsten Veränderungen. Typisch sind neben Bewusstseinsstörungen auch Para- oder Teraplegien.

3.4.2 Morbus Caisson

Hier steht weniger die druckbedingte Überdehnung der Lunge im Vordergrund als vielmehr die druckabhängige Löslichkeit eines Gases in einer Flüssigkeit.

Beschrieben wird der Umstand durch das Henry-Gesetz:

Bekannt ist die Grundlage dieses Gesetzes jedem von den Mineralwasserflaschen zu Hause. In der verschlossenen Flasche liegt das CO₂ in physikalisch gelöster Form vor. Öffnet man den Druckbehälter (=Flasche) geht das CO₂ in seinen gasförmigen Zustand über und perlt aus.

Ähnliche Vorgänge bringen auch den Stickstoff der Luft, der ja 78% unserer Atemluft ausmacht, im Blut entsprechend den Druckverhältnissen in Lösung. Vom Blut wird nun der gelöste Stickstoff im Körper verteilt und in den verschiedensten Geweben gelagert.

Im Zuge des Auftauchens muß nun der Stickstoff, der sich im Gewebe angesammelt hat wieder über das Blut zur Lunge abtransportiert werden. Aus manchen Geweben wird der Stickstoff aber nur langsam freigesetzt, was bei zu schnellem auftauchen dazu führt, dass sich noch erhebliche Mengen des Gases im Gewebe befinden. Durch die Änderung der Druckbedingungen (=öffnen der Mineralwasserflasche) beginnt das Gas nun im Gewebe auszuperlen, was sowohl intra- wie auch extravasal zur Bläschenbildung führt. In parenchymatösen Organen führen die Gasbläschen zur direkten Gewebsschädigung, in den Gefäßen treten Verschlüsse und sekundär dadurch wiederum Organschäden auf.

Neuesten Erkenntnissen zufolge treten solche Stickstoffanreicherungen auch bei Apnoe-Tauchern nach mehrmaligen Tauchgängen auf. Die Tatsache ist inzwischen wissenschaftlich belegt, die Hintergründe sind noch nicht restlos geklärt.

Die Manifestation des Morbus Caisson kann auch zeitverzögert auftreten, vor allem dann, wenn durch einen raschen Heimflug der Umgebungsdruck weiter sinkt. In den Kabinen der Flugzeuge herrscht ein Druck von etwa 0,75 bar. Symptome treten dann manchmal auch erst während des Fluges auf.

Hier ist die Diagnose des Morbus Caisson oft schwierig, weil sie von den anamnestischen Angaben des Patienten abhängig ist. Tauchvereinigungen empfehlen daher in den letzten 24 Stunden vor einem Flug keinen Tauchgang mehr zu unternehmen.

Symptome

Wie bereits angesprochen treten die Symptome nicht direkt nach dem auftauchen auf, sondern erst zeitverzögert, bis zu 36 später, auf. Charakteristisch sind

sogenannte „Bends“ der großen Gelenke. Es treten dabei starke Gliederschmerzen auf, die zur typischen Schonhaltung der Gelenke in Mittelstellung derselben führen. Wenn die Symptomatik frühzeitig entwickelt, treten meist die zentralnervösen Symptome in den Vordergrund. Vor allem Hemiplegien bis hin zur kompletten Querschnittssymptomatik können auftreten.

Gemeinsames Problem, sowohl der arteriellen Gasembolien, wie auch des Morbus Caisson sind intravasale Gasbläschen. An die Grenzflächen dieser Gasbläschen lagern sich nun Thrombozyten an, die sich in weiterer Folge durch denaturierte Proteine vernetzen und das ganze Gebilde zu einem relativ stabilen Pfropfen machen.

Neue Einteilungen unterscheiden bei den Symptomen nur mehr milde Anzeichen von schweren Anzeichen. Zu den milden Symptomen zählen nur eine nicht mit der körperlichen Anstrengung korrelierende Müdigkeit, sowie ein Hautjucken, das durch Verschlüsse der kleinen Hautgefäße verursacht wird. Alle anderen Arten von Hauterscheinungen, jede Art von Schmerz, alle Sensibilitätsstörungen und jede Störung einer Vitalfunktionen.

3.4.3 Flüssigkeitsverluste während des Tauchgangs

Im Zentrum der Forschung steht derzeit der Tauchanzug. Ist das Neopren auf der einen Seite zur Vermeidung einer Unterkühlung im Wasser unerlässlich, sorgt es auf der anderen Seite selbst für große Flüssigkeitsverluste.

Schuld ist auf der einen Seite, die durch das Neopren verursachte Schweißabsonderung, auf der anderen Seite die Diurese. Der Schutzanzug des Tauchers wirkt wie ein überdimensionaler Anti – Thrombose – Strumpf. Das Flüssigkeitsangebot an die Niere steigt, eine verstärkte Diurese ist die Folge.

3.5 Maßnahmen beim Tauchunfall

Es sollen hier nur die Maßnahmen beim Morbus Caisson, bzw. bei arteriellen Gasembolien besprochen werden. Die Maßnahmen beim Tauchunfall ohne Atemgerät wurden bereits weiter oben abgehandelt (siehe 3.3.1).

Die Ziele der Therapie sind die Beseitigung des im Körper gefangenen Stickstoffs, und die Elimination der vorhandenen Gasbläschen. Ausgleichen eines eventuell vorhandenen Flüssigkeitsdefizits, minimieren von Wärmeverlusten und die Ödemprophylaxe sind flankierende Maßnahmen.

Der Patient ist, so nicht schon geschehen zunächst von seinem Tauchgerät zu befreien und zumindest soweit zu entkleiden, dass der Oberkörper frei zugänglich ist. Der Taucher ist grundsätzlich flach zu lagern.

3.5.1 Milde Symptome

Wichtigste Maßnahme ist die Applikation von Sauerstoff. Bei milden Symptomen reicht eventuell die Inhalation über Maske (15 Liter/min.). Flüssigkeit in Form einer intravenös zugeführten Vollelektrolytlösung ist sinnvoll. Allerdings wird weltweit auch die orale Flüssigkeitsgabe beim bewusstseinsklaren Patienten durch den Ersthelfer empfohlen (1 Liter Wasser schluckweise in einer Stunde).

Bei vollständiger Rückbildung der Symptome ist eine weitere Observanz über 24 Stunden ausreichend.

Bilden sich die Symptome nicht innerhalb von 30 Minuten vollständig zurück, so ist gleich vorzugehen, wie beim vorliegen schwerer Symptome.

3.5.2 Schwere Symptome

Die Versorgung unterscheidet sich nicht wesentlich von der bei geringen Symptomen: Sauerstoffgabe, ggf. Intubation, Thoraxdrainage (wenn nötig) ebenso Medikamente bei Bedarf.

Wesentlicher Punkt ist der Transport an ein Zentrum mit Druckkammer. Die Hyperbare Oxygenierung bietet die einzige kausale Therapie der Taucherkrankheit. Noch vom Unfallort aus soll mit diesem Zentrum Kontakt aufgenommen werden zur Absprache des weiteren Vorgehens. Wird der Patient luftgebunden mit dem Hubschrauber verlegt, so soll die Flughöhe möglichst gering gewählt werden, um eine weitere Verschlechterung der Krankheit zu verhindern.

Für das aufnehmende Zentrum ist eine lückenlose Dokumentation des Tauchganges wesentlich: Wie tief war der Patient, wie viele Tauchgänge hat er unternommen,... Viele Taucher verwenden heutzutage einen Tauchcomputer, der diese Daten aufzeichnet. Dieser sollte wenn möglich mitgenommen werden.

Nicht vergessen werden darf der Tauchpartner, der im Zuge des Notfalls beim Verunfallten seine Dekompressionsstufen möglicherweise auch nicht eingehalten hat.

Die entscheidende Frage bei der Diagnose des möglichen Tauchunfalls ist: Hat der Patient unter Wasser aus seinem Tauchgerät geatmet?

Hat der Patient keinen Atemzug aus seinem Lungenautomaten genommen bevor sich der Unfall ereignet hat, ist es ein Badeunfall wie jeder andere, hat er aus seinem Atemgerät geatmet, so muß mit dem Auftreten eines Tauchunfalls gerechnet werden, unabhängig von der Tauchtiefe!!