

ZERTIFIZIERTE FORTBILDUNG

www.skverlag.de/zf



Notfälle im nassen Element: Der Ertrinkungsunfall

Teilnahme online: 1. bis 31. Juli 2021

äkn ärztekammer
niedersachsen

Zertifiziert von der Ärztekammer Niedersachsen mit 2 Punkten und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.



Anerkannt und zertifiziert vom Bildungsinstitut des DRK-Landesverbandes Rheinland-Pfalz.

Kostenloses E-Learning für alle Abonnenten

Alle RETTUNGSDIENST-Abonnenten haben mit der Zertifizierten Fortbildung die Möglichkeit, einen Teil ihrer vorgeschriebenen jährlichen 30-Stunden-Fortbildung online zu absolvieren. Alles, was Sie dafür tun müssen: den folgenden Fortbildungsartikel lesen, auf www.skverlag.de/zf einloggen und die 10 Multiple-Choice-Fragen zum Artikel beantworten. Das Zertifikat über die erfolgreiche Teilnahme können Sie sich gleich anschließend herunterladen und der anerkennenden Stelle vorlegen. Am Jahresende stellen wir Ihnen dann noch ein vollständiges Jahreszertifikat zur Verfügung.

Teilnahme per Smartphone oder Tablet!

Die App dafür kann über den Google Play Store oder den iTunes App Store kostenlos heruntergeladen werden. Die Links zu den Apps finden Sie unter www.skverlag.de/zf

Die Zertifizierte Fortbildung wird anerkannt von:



AGBF Niedersachsen





Abb. 1: Rettung einer ertrunkenen Person aus dem Wasser

Notfälle im nassen Element: Der Ertrinkungsunfall

„Mindestens 417 Menschen ertrunken“, so lautete die Überschrift der Statistikseite der DLRG für das Jahr 2019 – davon 362 (87 %) in Binnengewässern (Flüssen, Seen und Kanälen). Diese stellen nach wie vor die größte Gefahr dar. Vergleichsweise wenige davon werden von Rettungsschwimmern überwacht. Daraus resultiert ein erheblich höheres Risiko für lebensbedrohliche Badeunfälle im Vergleich zu Schwimmbädern und überwachten Küstengebieten. Positiv hervorheben lässt sich für das Jahr 2019, dass die Zahl der Todesfälle um 17,3 % gesunken ist, obwohl es ein sehr warmer Sommer war. Genau dieser Sommer spiegelt sich auch in der Verteilung der Unfälle wider: 237 tödliche Badeunfälle wurden zwischen Juni und August verzeichnet, also in den drei wärmsten Monaten. Die übrigen 180 akzidentiell Verstorbenen verteilen sich auf den Rest des Jahres.

An den Küsten Deutschlands ist die Zahl der Ertrinkungsopfer in den vergangenen Jahren leicht zurückgegangen. Im Jahr 2019 verunglückten hier 23 Menschen, davon fünf an der Nordsee und 18 an der Ostsee. Als Ursache sind in der Statistik neben Badeunfällen auch Segel- und Angelunfälle erfasst. Frei-, Hallen- und Naturbäder sind als Gefahr zwar keineswegs auszuschließen, dennoch spricht der erneute Rückgang auf 11 Todesfälle (von 29 im Jahr 2018) für zunehmende Sicherheit. Außerdem sind deutschlandweit zwei Menschen in privaten Swimmingpools zu Tode gekommen (1).

Wer ist gefährdet?

Es liegt auf der Hand, dass Kinder, besonders die kleinsten, eine vulnerable Gruppe darstellen. Begründet ist dies vor allem in der Unfähigkeit, sich im Wasser zurechtzufinden, also nicht „unterzugehen“, geschweige denn sich fortzubewegen. Im Jahr 2019 starben 17 Kinder im Vorschulalter – das sind zwei mehr als im Vorjahr. Im Grundschulalter hat die Zahl von 11 (im Jahr 2018) abgenommen auf 8 Todesfälle.

Ein Grund, warum auch Grundschul Kinder heutzutage noch tödlich verunglücken, sieht die DLRG

Autoren:

Philipp Rocker, B.A.
Medizinpädagoge,
Notfallsanitäter,
Praxisanleiter
philipp.rocker@
johanniter.de

Daniel Spellerberg, B.A.
freier Dozent
Notfallsanitäter, Praxis-
anleiter
d.spellerberg@gmx.de

in der steigenden Zahl geschlossener Schwimmbadstandorte. Es wird immer schwieriger, Schwimmausbildungen deutschlandweit anzubieten. 20–25 % der Grundschulen bieten so bereits jetzt keinen Schwimmunterricht mehr an, da kein Schwimmbad in naher Umgebung zur Verfügung steht. Folglich können bis zu 50 % der Grundschulabsolventen nicht oder nicht gut bzw. richtig schwimmen. Als Antwort auf schließende Bäder und mangelnde Ausbildungsmöglichkeiten gibt es die Aufklärungskampagne „Sicheres Schwimmen“ der DLRG sowie die Aktion „Rettet die Bäder“ (2).

Eine weitere Gruppe, die potenziell gefährdet ist, sind Menschen mit dem Status Asylsuchende. 27 Geflüchtete kamen 2019 im Wasser ums Leben. Ursächlich ist hier die Tatsache, dass es sich meist um Nichtschwimmer handelt. Als präventives Werkzeug finden sich die Baderegeln daher nicht nur in deutscher Schriftform, sondern in 25 Sprachen übersetzt und mit Piktogrammen zum Download bei der größten deutschen Wasserrettungsorganisation (DLRG) (3). Die Fähigkeit zu schwimmen sollte insbesondere Kindern aller Kulturgruppen zugänglich gemacht werden.

Ertrinkungsunfälle und Tauchmedizin

Bei den Unfällen im und am Wasser unterscheiden wir grundsätzlich zwei Bereiche. Unfälle, die sich isoliert im Rahmen des Schwimmens oder Badens ereignen, und Notfälle sowie Erkrankungen, die sich mit dem Gerätetauchen assoziieren lassen. Die letztgenannte Gruppe der Gerätetaucher stellt eine besondere Herausforderung für den Rettungsdienst und die Notfallmedizin dar. Neben den „normalen“ physiologischen und pathophysiologischen Vorgängen im Bereich des Ertrinkungsnotfalls kommen hier weitere Pathomechanismen sowie physikalische Gesetze hinzu, die nicht nur grundlegend bekannt sein müssen, sondern die Diagnostik und Versorgung komplex gestalten können.

Im Folgenden werden wir zuerst auf die verschiedenen Formen der Ertrinkungsunfälle in Verbindung mit den pathophysiologischen Vorgängen während dieser Ereignisse und auf verschiedene Begriffsdefinitionen eingehen. In Teil 2 dieses Beitrags in der nächsten RETTUNGSDIENST werden wir uns mit den

Grundlagen der Tauchmedizin, den entsprechenden physikalischen Gesetzen als Grundvoraussetzung und den eigentlichen tauchmedizinischen Notfällen sowie deren Versorgung nach aktuellen Standards befassen.

Das Gesetz von Dalton

Zuerst unternehmen wir einen kleinen Exkurs in die Atemphysiologie und zu dem Gesetz von John Dalton aus dem Jahr 1805. Das „arterialisierte“ Blut aus der Pulmonalvene beinhaltet sauerstoffreiches Blut, das in Richtung linkes Atrium geführt wird, um dort über die Aorta dem Körperkreislauf zur Verfügung gestellt zu werden. Der Sauerstoffpartialdruck (pO_2) beträgt hier im Normalfall 13,3 kPa oder anders ausgedrückt 100 mmHg. Der pCO_2 , also der Kohlendioxidpartialdruck, beträgt im Regelfall 40 mmHg im alveolären Gasgemisch (4). Partialdrücke beschreiben den Anteil eines Gases, eine sogenannte Fraktion, innerhalb eines Gasgemisches – also Teildrücke innerhalb eines Gasgemisches. Zu der genauen Bedeutung beim Tauchen und der Verteilung anderer Gase der regulären Inspirationsluft kommen wir später.

Das Gesetz von Dalton besagt, dass die Summe aller Partialdrücke gleich dem Gesamtdruck eines Gasgemisches ist. Wenn wir also über Wasser in unserer normalen Umgebung ungefähr einem Bar atmosphärischen Umgebungsdrucks auf Meereshöhe unterliegen, kann man die Anteile der Luft nicht nur in Prozent angeben (N: 79 %, O_2 : 20,9 %, CO_2 : 0,03 %, der Wasser- und Edelgasanteil ist hier zu vernachlässigen), sondern eben auch in Partialdrücken. So ist der Druck unserer Inspirationsluft in unserer Umgebung auf Meereshöhe 1 bar oder in medizinischer Messgröße ausgedrückt ca. 760 mmHg. Der prozentuale Anteil der Gase innerhalb des Gasgemisches (hier Umgebungsluft) bleibt, egal bei welchem Umgebungsdruck (!), immer gleich. Es ändern sich bei Druckveränderungen also nur die Partialdrücke. Diese teilen sich bei 1 bar Umgebungsdruck auf Meereshöhe wie folgt auf: N 600 mmHg, O_2 159 mmHg, CO_2 0,2 mmHg. Zum Verständnis: Besteigt man z. B. einen hohen Berg, reduziert sich der Luftdruck deutlich. Die prozentualen Anteile der Umgebungsluft verändern sich nicht. Aufgrund des geringeren Umgebungsdrucks reduziert sich aber der Partialdruck



Wir sind auch nach dem Kauf für Sie da!
Wartung, Reparatur, Service
entsprechend MPG und MPBetreibV und BG.

FERNO®
 Transportgeräte

FERNO Transportgeräte GmbH, Gewerbering 16, 08451 Crimmitschau, Telefon: 03762/7047-0, Fax: 03762/704716, service@ferno.de, www.ferno.de



Abb. 2: Rettung nach Ertrinkungsunfall

eines jeden Einzelgases, also einer jeden Fraktion, innerhalb des Gasgemisches. So sind in großer Höhe beim Bergsteigen weniger Sauerstoffteilchen (Partialdruck) zum Einatmen vorhanden als auf Meereshöhe, die Luft wird buchstäblich „dünn“.

Warum verringert sich aber nun der Sauerstoffpartialdruck im arteriellen Blut auf 100 mmHg, wobei in der Inspirationsluft doch ca. 159 mmHg anliegen? Beim Einatmen wird die Luft nicht nur angewärmt, sondern sie wird auch mit Wasser angefeuchtet. Diese Flüssigkeit „verdrängt“ den Sauerstoff im alveolären Gasgemisch (folglich mittelbar im sauerstoffreichen Blut) und der pO_2 , den wir in der BGA messen, reduziert sich entsprechend. Zu beachten ist auch, dass in der Blutgasanalyse (BGA) nur der Sauerstoff gemessen werden kann, der nicht ans Hämoglobin gebunden ist.

Das Schwimmbad-Blackout

Soviel zu der Zusammensetzung der Atemgase und den druckbedingten Veränderungen sowie zu den Auswirkungen auf die Blutgase, die im Folgenden eine Rolle spielen. Aber nun zum ersten Notfall im Wasser: dem Schwimmbad-Blackout. Viele haben bereits während ihrer rettungsdienstlichen Ausbildung davon gehört und es vielleicht noch unter dem nicht mehr aktuellen Begriff der sogenannten Flachwasser-Ohnmacht im Hinterkopf. Das Schwimmbad-Blackout bezeichnet eine Bewusstlosigkeit, die während des Streckentauchens (möglichst weite Strecke mit nur einem Atemzug zurücklegen) ohne Warnsymptome durch plötzlichen O_2 -Mangel des zentralen Nervensystems (ZNS) auftritt (5). Aber was bedeutet das? Und wie kann es dazu kommen? Was haben Partialdrücke und das Gesetz von Dalton nun mit einer plötzlichen Bewusstlosigkeit beim Apnoetauchen zu tun?

Dazu müssen wir unseren Blick etwas vom Sauerstoff abwenden und uns dem Kohlendioxid zuwenden. Letzterer ist für die Auslösung des Atemreizes verantwortlich. Der Atemreiz ist ab einer Schwelle von ca. 60 mmHg pCO_2 nicht mehr zu unterdrücken, und der Taucher beendet das Streckentauchen bewusst, steigt auf und atmet. Es besteht zu diesem Zeitpunkt noch keine Gefahr eines kritischen Sauerstoffmangels.

Anders verhält es sich, wenn der Taucher vor dem Luftanhalten und dem Streckentauchen (Apnoetauchen) hyperventiliert, um den Atemreiz hinauszuzögern und länger unter Wasser bleiben zu können. So ist es möglich, den pCO_2 auf einen Ausgangswert von ca. 15 mmHg (ursprünglich 40 mmHg pCO_2) zu senken. Der pO_2 bleibt unbeeinflusst, das CO_2 wird allerdings vor dem Tauchen abgeatmet. Es dauert nun deutlich länger, bis der während des Tauchens ansteigende pCO_2 die Schwelle von ca. 60 mmHg pCO_2 für den Atemreiz erreicht hat. Der Sauerstoff ist zu fortgeschrittener Zeit (ungefähr > 40 sec) während des längeren Tauchens allerdings weiter verbraucht worden und sinkt unter die kritische „Blackout-Schwelle“ von ca. 30 mmHg pO_2 . Der Taucher wird unter Wasser bewusstlos. Die mögliche Folge ist das Ertrinken. Steigt der pCO_2 nun unter Wasser während der Bewusstlosigkeit wieder an, kommt es zu einem unwillkürlichen Atemzug unter Wasser mit entsprechender Aspiration von Wasser. Ohne vorherige Hyperventilation würde die Blackout-Schwelle nicht unterschritten, da der pO_2 zum Zeitpunkt des größten Atemreizes bei ca. 60 mmHg pO_2 liegen würde und eben nicht bei bereits ca. 30 mmHg pO_2 .

Fachterminologie und Pathophysiologie

Ertrinken ist nicht nur die mögliche Folge eines Schwimmbad-Blackouts, sondern es können dem Ereignis mannigfaltige Ursachen vorausgehen. Wie in der Einleitung bereits erwähnt, bilden insbesondere Kinder unter 4 Jahren, Jugendliche zwischen 15 und 19 Jahren und Epileptiker (4 – 5-fach erhöhtes Risiko) eine vulnerable Population. Ertrinken ist die mit Abstand häufigste unnatürliche Todesursache von Menschen mit Epilepsien, die nicht im Zusammenhang mit einem Krampfgeschehen gestorben sind, meistens bedingt durch unzureichende Aufsicht (6). „Ertrinken ist der Tod durch Ersticken infolge Untertauchens (des Kopfes) in einer Flüssigkeit. Der Tod durch Ertrinken ist definiert als Ertrinken mit tödlichem Ausgang innerhalb (von) 24 Stunden nach dem Ereignis.“ (7)

Stirbt eine Person also infolge der Submersion/Immersion binnen 24 Stunden, unabhängig davon, ob die Person initial gerettet wurde und sich zum Todesein-

tritt evtl. sogar im Krankenhaus befindet, so ist sie per Definition ertrunken. Als Submersion wird bezeichnet, wenn das Gesicht unter Wasser oder mit Wasser bedeckt ist. Als Immersion bezeichnet man, wenn der Kopf über Wasser bleibt. Hier spielen Spritzwasser und ggf. die Hypothermie eine größere Rolle (8).

„Das Beinahe-Ertrinken wiederum beschreibt die Fälle, in denen die Asphyxie mind. 24 Stunden überlebt wird oder die Rettung des Unfallopfers vor dem Eintritt des Herz-Kreislauf-Stillstandes erfolgen kann.“ (7) Wird das Ereignis für mindestens 24 Stunden überlebt, deutet man dies als Beinahe-Ertrinken. Stirbt eine Person nach dem Ablauf von 24 Stunden an den Folgen des Ereignisses, so spricht man vom sekundären Ertrinken.

Das International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) definiert Ertrinken als einen Prozess, der in einer primären respiratorischen Verschlechterung durch Submersion/Immersion in einem flüssigen Medium resultiert. „Voraussetzung für die Definition ist eine Flüssigkeits-/Luft-Grenzfläche am Eingang der Atemwege des Unfallopfers, welche ein Luftholen verhindert. Nach diesem Ereignis kann das Unfallopfer überleben oder versterben, hat aber, unabhängig vom Outcome, einen Ertrinkungsunfall erlitten.“ (9) Dieser ist dann entweder tödlich ausgegangen oder wurde eben überlebt. Die ERC-Leitlinien formulieren im Kapitel des Kreislaufstillstandes unter besonderen Umständen sogar den Appell, Begriffe wie sekundäres oder Beinahe-Ertrinken zu vermeiden (8). Ebenso sollte man auf die Begriffe des „trockenen“ und des „nassen Ertrinkens“ verzichten. Diese spielen in der präklinischen Versorgung keine Rolle und unterscheiden sich nur in dem vorhandenen Laryngospasmus, der sich teilweise reflektorisch beim Eindringen von Wasser im Bereich des Larynx ausbildet und die As-

piration von Wasser verhindert. Der Laryngospasmus wird in der Literatur als vorübergehend beschrieben und findet hier nur an dieser Stelle Erwähnung, um zu beschreiben, dass es nicht zwingend zu einem direkten Eindringen von Wasser in die Lunge kommen muss.

Ebenso sind die präklinischen Therapien von Süß- und Salzwasserertrinken identisch. Es besteht lediglich ein passagerer, pathophysiologischer Unterschied. Es folgt keine therapeutische oder klinische Relevanz. „Pathophysiologisch führend ist die therapiepflichtige Hypoxie“. (10) Klinisch relevante Symptome nach Wasserrespiration zeigen sich bereits ab einer aspirierten Flüssigkeitsmenge von ca. 2 ml/kgKG.

Hintergrund

In den folgenden Abschnitten werden wir uns diesen Einflussfaktoren und weiteren pathophysiologischen Vorgängen in Assoziation mit dem Ertrinkungsunfall widmen. Wir beginnen mit den pulmonalen Veränderungen: Eine wichtige Rolle spielt das Surfactant. Zur Wiederholung: Es handelt sich um einen Überzug des Alveolarepithels, der die Oberflächenspannung der 300 – 400 Mio. Alveolen senkt, die Compliance erhöht und dafür verantwortlich ist, dass unsere Alveolen nicht kollabieren.

Das Surfactant oder auch der Anti-Atelektase-Faktor erfüllt eine zentrale Rolle beim Gasaustausch. Wassermoleküle üben aufeinander eine hohe Anziehungskraft aus und sind bestrebt, sich zusammenzuziehen. Dies ist auch im Bereich des Alveolarepithels der Fall. Insbesondere nach der Expiration ist der Durchmesser der Alveole sehr klein (ca. 0,1 mm) und die Anziehungskräfte der alveolären Flüssigkeit können entsprechend stark wirken. Ohne Surfactant, das die Oberflächenspannung deutlich verringert, würden

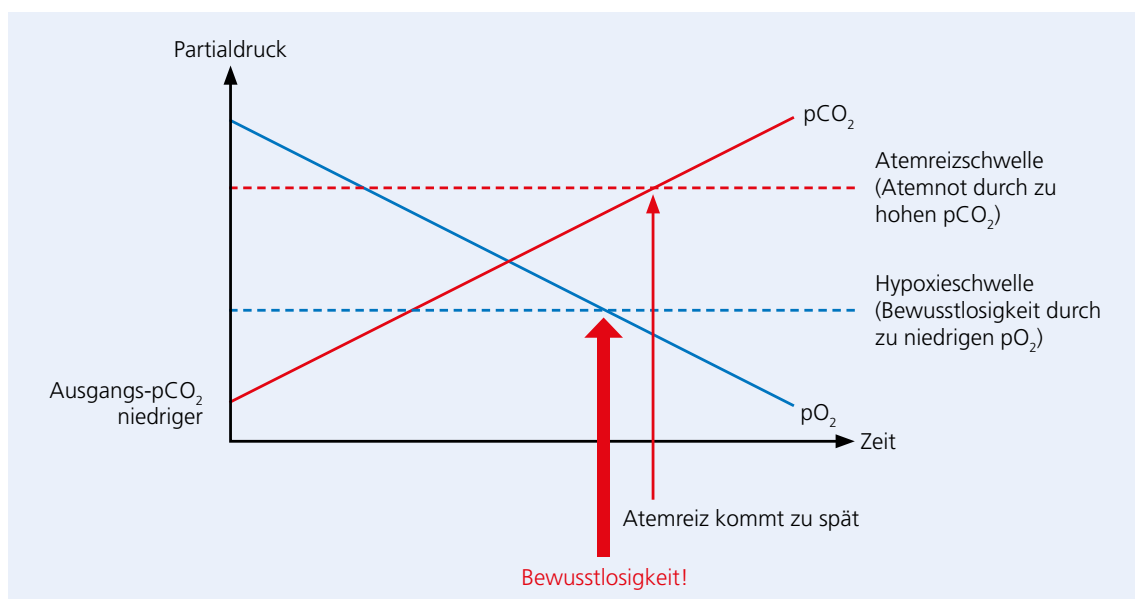


Abb. 3: Sauerstoff- und Kohlendioxid-Partialdruck im Verhältnis zur Zeit



Abb. 4: Rettungsschwimmer mit Wasserrettungsgerät im Einsatz

die Alveolen kollabieren und es würden sich Atelektasen (luftleere Alveolarabschnitte ohne suffiziente Ventilation) bilden, an denen kein Gasaustausch stattfinden kann. Darüber hinaus verhindert das Surfactant – neben einer Rolle im Bereich der Immunabwehr – beim Gesunden die Entstehung eines interstitiellen Lungenödems.

Während der Expiration kommt es zur Verkleinerung der Alveolen, die untereinander mit den sogenannten Tight Junctions (Zell-Zell-Verbindungen aus Membranproteinen) verbunden sind. Das Senken der Oberflächenspannung sorgt dafür, dass die Zugkraft auf die benachbarten Alveolen verringert wird, damit keine intravasale Flüssigkeit über die Druckveränderungen (Sogdruck) ins Interstitium gelangt, wo selbige zu einem pulmonalen, interstitiellen Ödem führen würde (11, 12). Die Flüssigkeitsaspiration und die damit verbundene Auswaschung von Surfactant stellen deswegen ein nachhaltiges Problem des Ertrinkungsunfalls dar. Alveolarabschnitte kollabieren, es bilden sich Atelektasen, und der Gasaustausch bleibt in diesen Abschnitten aus. Es folgt u. a. eine ausgeprägte und pathophysiologisch führende Hypoxie (10).

Durch die Aspiration von Wasser, egal ob Süß- oder Salzwasser, kommt es zum Eindringen von Flüssigkeit in die Lunge. Dieses aspirierte Wasser führt entweder zu einer Volumenzunahme im Blutgefäß- und Kapillarsystem (Deplasmolyse) oder zu der Ausbildung eines alveolären Lungenödems (Plasmolyse). Beim Süßwasserertrinken führt das hypotone, aspirierte Wasser via Osmose zu einer Flüssigkeitsverschiebung in Richtung intravasal. Dabei wird weiteres Surfactant ausgeschwemmt, was mittelbar zu der weiteren Ausprägung des oben beschriebenen interstitiellen Ödems führt. Nach der Aspiration von Salzwasser ist die direkte Auswirkung auf das Surfactant geringer, es kommt aber aufgrund des hypertonen Salzwassers

zu einer Flüssigkeitsverschiebung in Richtung des Alveolarraums und der Ausbildung eines alveolären Lungenödems sowie einer Vergrößerung des Rechts-Links-Shunts.

Die größten Probleme nach der Aspiration von Flüssigkeit sind die Ausschwemmung des Surfactants mit der folgenden Hypoxie und der zunehmende Verlust der Gasaustauschfläche aufgrund verschiedener beschriebener Ursachen. Weiterhin stellen das Lungenödem und das folgende ARDS (Acute Respiratory Distress Syndrome) auch ein großes klinisches Problem dar (13).

Nun kurz zum bereits erwähnten pathogenen Faktor der Vergrößerung des Rechts-Links-Shunts. Ein Shunt ist in der Medizin bekannterweise eine Art Kurzschluss oder Umgehung. Werden Alveolarabschnitte durchblutet, aber nicht oxygeniert, so wird folglich sauerstoffarmes Blut in den Körperkreislauf gelangen. Beim Ertrinken „fließt Blut durch die Lunge, welches, aufgrund der Atelektasen, nicht am Gasaustausch teilnimmt.“ (14) In diesem Zusammenhang spricht man auch beim Ertrinken vom intrapulmonalen Rechts-Links-Shunt, der zu einer weiteren Hypoxie führt – unabhängig von der eingedrungenen Flüssigkeitsart (Salz- oder Süßwasser). Weitere Komplikationen stellen das bereits erwähnte ARDS und die auch im Spätverlauf mögliche Pneumonie dar (13).

Maßnahmen und aktuelle Versorgungsstrategie

Das Ertrinken ist abseits der Darstellung in Film und Fernsehen ein stiller und häufig unbemerkter Prozess. Es ist ein leiser und in der Regel kurzer Vorgang, bei dem die Opfer schnell nicht mehr an der Oberfläche erkennbar sind. In der ersten Phase des Ertrinkens, das sich in insgesamt fünf Phasen unterteilen lässt, sind die Opfer bereits nicht mehr in der Lage, um Hilfe zu rufen und schaffen es nicht mehr, den Kopf aus dem Wasser zu heben. Sie ist durch den Kampf gekennzeichnet, nicht unterzutauchen. Diese Phase dauert in der Regel nur ca. 20 – 60 sec. Danach ist der Schwimmer häufig nicht mehr sichtbar (15). Menschen ertrinken in den meisten Fällen völlig unbemerkt. In den folgenden Phasen des Ertrinkens kommt es zur Bewusstlosigkeit, zu reflektorischen Laryngospasmen, hypoxischen Krämpfen und schließlich zu einer unwillkürlichen, terminalen Schnappatmung, die in den Herz-Kreislauf-Stillstand mündet.

Grundsätzlich haben die schnelle Rettung aus dem Wasser und die Beendigung der Submersion einen hohen Stellenwert, da sich Submersionszeiten von weniger als 10 min mit einem guten Outcome in Ver-

bindung bringen lassen. Eine Rettung nach längerer Submersionszeit als 25 min zieht ein grundsätzlich schlechteres Outcome nach sich, wobei hier weitere Faktoren wie z. B. die Wassertemperatur einen Prädiktor für das Überleben darstellen. Laienhelfer haben einen besonderen Stellenwert im Faktor Zeit, begeben sich allerdings in dieselbe potenzielle Gefahr wie der Verunfallte.

Grundsätzlich kann die Submersion in eiskaltem Wasser das Überleben verbessern (8). Eventuell hängt diese Tatsache mit dem durch den französischen Physiologen Paul Bert 1876 entdeckten Tauchreflex bei Warmblütern zusammen. Es handelt sich um eine „reflektorische(e) Bradykardie verbunden mit einer peripheren Vasokonstriktion. Als Auslöser des Reflexes werden der Kontakt des Gesichtes mit Wasser und der damit verbundene Kältereiz beschrieben, der bei niedrigen Wassertemperaturen deutlicher ausgeprägter ist als bei hohen.“ (16) So kommt es womöglich zu einer zeitnahen Bradykardie, die den Sauerstoffverbrauch sehr schnell reduziert und so zu längeren Überlebenszeiten führen kann. Es kann auch eine Rechtfertigung für längere Sucheinsätze darstellen (8).

Es empfiehlt sich die frühe Alarmierung von Fachdiensten (FW, DLRG, Wasserwacht), die in die öffentliche Gefahrenabwehr eingebunden sind. Der Eigenschutz muss während der Rettung immer die höchste Priorität haben. Im Erstangriff sollte immer versucht werden, dem Verunfallten Auftriebsmittel zuzuwerfen oder anderweitig zur Verfügung zu stellen, bevor ein Rettungsversuch unternommen wird. Es lässt sich anmerken, dass insbesondere für den Rettungsdienst, der evtl. ohne weiteren Fachdienst ersteintreffend sein könnte, eine schwimmerische Rettung unrealistisch wirkt.

Im Rahmen einer Wasserrettung sollte der Patient situationsorientiert aus dem Wasser gerettet werden. Ein differenziertes und patientenorientiertes Vorgehen ist obligat. Kurz lässt sich zusammenfassen, dass bei Anzeichen für ein Trauma eine möglichst achsengerechte Rettung mithilfe eines schwimmfähigen Spineboards durch ausgebildete Helfer erfolgen sollte. Für den ansprechbaren Patienten ohne Anzeichen für ein Trauma können die in der Wasserrettung diversen zur Verfügung stehenden Rettungsgeräte eingesetzt werden. Diese sind u. a. Rettungsleine, Rettungswurfball mit Leine, Gurtretter, Rettungsboje, Rettungsring, Rettungsbrett, aufblasbare Rettungsweste, Drohne mit automatisch aufblasbarer Rettungsboje oder sonstige schwimmfähige Gegenstände (17). Der bewusstlose Patient wird zeitoptimiert im Rahmen einer „Crash-Rettung“ aus der Gefahrensituation befreit und aus dem Wasser gerettet (6, 8).

Nach der erfolgreichen Rettung aus dem Wasser hat die Sicherung des Atemweges die größte Priorität. Versuche, mithilfe des Heimlich-Manövers (as-



Abb. 5: CPR nach Rettung aus dem Wasser

piriertes) Wasser aus der Lunge zu entfernen, sind kontraproduktiv und müssen vermieden werden. Im Rahmen der Reanimation nach Ertrinkungsunfällen kam es in einer Untersuchung in über 80 % der Fälle zum Erbrechen des Patienten. Der Kopf des Patienten ist während der BLS-Maßnahmen in solchen Fällen zur Seite zu drehen und der Mundraum auszuräumen (18). Im Rahmen des ACLS sind frühestmöglich ein gesicherter Atemweg und eine Absaugbereitschaft anzustreben. Initiale Absaugversuche ohne gesicherten Atemweg werden nicht empfohlen, da sich aufgrund der Vermischung von Flüssigkeit und Luft ein Schaumpilz wiederholt ausbilden wird und Absaugversuche ohne gesicherten Atemweg frustrierend verlaufen (8).

Es ist wichtig herauszustellen, dass ggf. bereits eine Beatmung im Wasser notwendig sein kann. Insbesondere bei einer schnellen Rettung kann ein isolierter Atemstillstand behandelt werden. Es gibt eine gesteigerte Wahrscheinlichkeit, dass eine isolierte Beatmung durch geübte Helfer unter Verwendung von Schwimmhilfen bis zur Übergabe des Patienten an ein Rettungsboot oder Ufer mit Einleiten der Reanimationsmaßnahmen einen positiven Effekt auf das Überleben hat (6, 8).

Anna Magdalena Eff hat in ihrer Dissertation im Jahr 2014 untersucht, wie effektiv Beatmungen im Wasser durch Laien und auch durch Rettungsschwimmer sind. „Gemessen wurden die Tidal- und Minutenvolumina mit Zeitbedarf, die Anzahl an Submersionen, die Menge an aspiriertem Wasser, die Anzahl maximal möglicher weiterer Durchgänge und das Ausmaß der körperlichen Anstrengung für den Retter. Die Rettungsschwimmer erzielten im Vergleich zu den Laien in allen Bereichen signifikant bessere Resultate.“ (19)

Dieses Ergebnis unterstreicht die Empfehlung des ERC, Beatmungen im nicht stehfähigen Wasser nur

für ausgebildete Kräfte zu empfehlen. Interessant ist die Möglichkeit der Platzierung einer supraglottischen Atemwegshilfe bereits im Wasser, wie es in o.g. Dissertation wie folgt dargestellt wird: „Der Einsatz des Larynx-tubus erzielte im Vergleich zu den anderen Beatmungshilfsmitteln eine kontinuierlich gute Beatmungseffektivität bei geringer Aspirationsmenge und geringer körperlicher Mehrbelastung.“ (19)

Airwaymanagement

In den folgenden Abschnitten beschäftigen wir uns mit dem Schwerpunkt des Atemwegsmanagements und der hämodynamischen Situation. Es empfiehlt sich grundsätzlich die niederschwellige Anlage einer Magensonde. Diese hat neben der Verringerung des Aspirationsrisikos den Vorteil, dass der abdominelle Druckverlust eine Reduktion des intrathorakalen Drucks begünstigt, was sich wiederum positiv auf die Vorlast (enddiastolische Herzfüllung) auswirkt. Bei initial nicht beatmungspflichtigen Patienten wird eine hochdosierte Sauerstoffinhalation empfohlen, bei der die SpO_2 über 94 % liegen sollte (20). Eine Möglichkeit neben dem Einsatz eines Demand-Moduls ist die Anlage einer Inhalationsmaske mit Reservoir (21). Bei nicht erfolgreicher Therapie und ausbleibender Besserung der Vitalwerte wird eine CPAP-Beatmung mit einem PEEP von 5 – 10 cm H_2O empfohlen. Bei schwer hypoxischen Situationen kann eine Erhöhung des PEEP auf 15 – 20 cm H_2O erforderlich sein (21).

In der evidenzbasierten Fachliteratur sind die harten Kriterien für eine Intubation nach Ertrinkungsunfall in Bezug auf das Outcome nur wenig beleuchtet. In einem Artikel des Schweizerischen Medizin Forums wurden die Kriterien für einen künstlichen Atemweg, also für eine endotracheale Intubation, wie folgt beschrieben bzw. empfohlen:

- Gefährliche neurologische Verschlechterung
- Unmöglichkeit, die Atemwege freizuhalten
- Unmöglichkeit, $paO_2 > 60$ mmHg/ O_2 -Sättigung > 90 % herzustellen/aufrechtzuerhalten
- Unmöglichkeit, $paCO_2 < 50$ mmHg herzustellen/aufrechtzuerhalten (22).

Es gilt grundsätzlich zu beachten, dass sich supraglottische Atemwegshilfen aufgrund des hohen Aspirationsrisikos und der notwendigerweise hohen Beatmungsdrücke (aufgrund der hohen Lungenresistance) limitieren (8). Diese Aussage gilt es seit der Möglichkeit der Einlage einer Magensonde über den gastrischen Kanal der supraglottische Atemwegshilfen zu überdenken. Im Februar 2019 stellte die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin in ihrer Leitlinie Folgendes vor: Beim Ertrinkungsunfall „werden zur verbesserten Oxygenierung höhere

PEEP-Werte empfohlen. Ebenfalls kann ein erhöhter PEEP nach korrekter Platzierung eines EGA mit gastraler Drainagemöglichkeit appliziert werden. Bei Verwendung eines EGA (extraglottischer Atemweg) ohne Drainagemöglichkeit sollte auf einen PEEP-Wert über 5 mbar hingegen verzichtet werden.“ (23) Somit ist die grundsätzliche Limitierung der supraglottischen Atemwegshilfen insofern gegeben, dass beim Ertrinkungsunfall eine Atemwegshilfe mit gastrischem Kanal verwendet werden sollte.

Eine weitere Besonderheit ist die Wichtigkeit der EKG-Überwachung. „Mit dem Auftreten lebensbedrohender Herzrhythmusstörungen muss gerechnet werden, daher soll ein lückenloses EKG-Monitoring erfolgen.“ (21) Warum ein so hoher Stellenwert beim kontinuierlichen Monitoring? Beim Süßwasserertrinken ist „eine Folge des Wasserübertrittes u. a. die Hämolyse der Erythrozyten. (...) Durch die dadurch bedingte Zytolyse der Erythrozyten kommt es sekundär zur Freisetzung von Kalium, sodass eine relative Hyperkaliämie resultiert (...). Diese kann schlussendlich zum akuten Herztod durch Kammerflimmern führen.“ (24) Um dies entsprechend detektieren und behandeln zu können, ist ein kontinuierliches Monitoring unabdingbar.

Es gibt im Übrigen fast keine empfohlene medikamentöse Therapie, die sich speziell auf den Ertrinkungsunfall zuschneiden lässt. Es gibt auch keine evidenzbasierte Empfehlung zur Gabe von Diuretika beim Lungenödem nach Ertrinkungsunfall bzw. nach „nichtkardialer Genese“ (13), wohingegen in der Literatur teilweise die Gabe von 20 mg Furosemid zur forcierten Diurese zumindest als Option genannt wird (25).

Eine etwaige präklinische Behandlung der Hyperkapnie mittels einer Pufferlösung muss strikt unterbleiben. Durch die Ausprägung des intrapulmonalen Rechts-Links-Shunts durch Atelektasenausbildung kommt es zwangsläufig zu einer eingeschränkten CO_2 -Abatmung. Die entstehende Kohlensäure (H_2CO_3 aus CO_2 und H_2O) ist instabil, und es kommt u. a. zu einem Anstieg der H^+ -Ionen. Da wir aber aufgrund der beschriebenen Vorgänge nur über eine verminderte CO_2 -Abatmung verfügen, würde der Patient trotz hoher Atemfrequenz in eine fulminante respiratorische Azidose mit sinkendem pH-Wert und folgendem Organversagen gedrängt. Die Dauer der Hypoxie ist das maßgebliche Kriterium für das neurologische Outcome des Patienten.

Reanimation im Rahmen von Ertrinkungsnotfällen

Im Rahmen der Reanimation ist anzumerken, dass die Ermittlung von Puls und Atemfrequenz meist

sehr erschwert ist und Fehlmessungen wahrscheinlich sind. Zur Sicherung des Atemweges im Rahmen der Reanimation wird grundsätzlich empfohlen, auf den Endotrachealtubus zu setzen. Laut ERC ist der Gebrauch des extraglottischen Atemwegs in Form einer Larynxintubation nicht empfohlen. Der geringere Aspirationschutz begründet die Notwendigkeit des Goldstandards.

Der größte Unterschied bei der Reanimation von zuvor vermeintlich Ertrunkenen besteht in der Durchführung ganz zu Beginn: Hier werden anfangs fünf initiale Beatmungen durchgeführt. Sollte es sich um einen Ertrinkungsnotfall handeln, so wird eine Magensonde eingelegt.

Bei Hypotonien unter 30 °C Körperkerntemperatur (KKT) sollte auf die Anwendung von Medikamenten verzichtet werden aufgrund schwindender Wirksamkeit. Bei einer KKT zwischen 30 und 35 °C muss von einer doppelten Zeit bis zum Wirkeintritt der pharmakologischen Therapie ausgegangen werden.

Bezüglich der Defibrillation gilt, dass maximal drei Defibrillationsversuche unternommen werden bei einer KKT unter 30 °C. Sobald die Temperatur über 30 °C KKT steigt, soll wieder normal defibrilliert werden. Grundsätzlich gilt, dass bekannte Reanimationsmaßnahmen ab 35 °C KKT durchgeführt werden sollen.

Die Erwärmung eines unterkühlten Patienten ab Stadium 2 sollte mit chemischen Elementen am Körperstamm erfolgen (z. B. Ready-Heat™). Zu jeder Zeit hat die Herzdruckmassage den höchsten Stellenwert in der gesamten Therapie des Herz-Kreislauf-Stills.

Literatur:

1. www.dlrg.de/statistik-ertrinken (Abruf: 7. Februar 2021).
2. www.dlrg.de/informieren/die-dlrg/rettet-die-baeder (Abruf: 7. Februar 2021).
3. www.dlrg.de/informieren/regeln/download-uebersetzungen.html (Abruf: 7. Februar 2021).
4. Huppelsberg J, Walter K (Hrsg.) (2013) Kurzlehrbuch Physiologie. 4. Aufl. Thieme, Stuttgart.
5. www.gtuem.org/984/tauchmedizin/o2-mangel (Abruf: 7. Februar 2021).
6. Berlitz P (Hrsg.) (2020) Klinische Neurologie. 4. Aufl. Springer, Heidelberg.
7. Enke K, Flemming A, Hündorf H-P et al. (Hrsg.) (2019) Lehrbuch für präklinische Notfallmedizin inkl. Online-Version. 6. Aufl. Stumpf + Kossendey, Edewecht.
8. German Resuscitation Council (Hrsg.) (2021) Reanimation 2021. www.grc-org.de/downloads/Leitlinien%20kompakt_final_02.06.2021.pdf (Abruf: 7. Juni 2021).
9. Idris AH, Berg RA, Bierens J et al. (2003) Recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning: The „Utstein style“. Resuscitation 59: 45-57.
10. Strunden MS, Tank S, Kerner T (2015) Update Ertrinkungsunfall – Präklinische und klinische Therapiestrategien. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 50 (07/08): 462-469. DOI: 10.1055/s-0041-102249.
11. Die Alveolen und das Surfactant bei der Beatmung. https://youtu.be/2jujFgHfJU (Abruf: 7. Februar 2021).

12. Giammona ST, Modell JH (1967) Drowning by total immersion: Effects on pulmonary surfactant of distilled water, isotonic saline and seawater. Am J Dis Child 114: 612-617.
13. Layon AJ, Modell JH (2009) Drowning: Update 2009. Anesthesiology 110: 1390.
14. Oczenski W (2008) Atmen – Atemhilfen: Atemphysiologie und Beatmungstechnik. 10. Aufl. Thieme, Stuttgart.
15. Pia F (1999) Reflections on Lifeguarding Surveillance Programs. The New Science of Drowning. Perspectives on Intervention and Prevention. CRC Press, Boca Raton.
16. http://vmrz0100.vrn.ruhr-uni-bochum.de/spomedial/content/e866/e2442/e10003/e10010/e10201/e10214/index GER.html (Abruf: 7. Februar 2021).
17. Fischer PA, Künneht T, Vorderauer A (): Taschenbuch für Wasserretter. Taschenbuch für Wasserretter: Ratgeber für Ausbildung und Praxis. Ecomed, Landsberg.
18. Rosen P, Stoto M, Harley J (1995) Theory use of the Heimlich maneuver in near drowning: Institute of Medicine report. Emerg Med 13: 397.
19. Eff AM (2015) Beatmung im Wasser – Evaluation von Effizienz und Nebeneffekten am Reanimationsphantom. Open Access Repository der Universität Ulm. Dissertation. http://dx.doi.org/10.18725/OPARU-3703 (Abruf: 7. Februar 2021).
20. O'Driscoll BR, Howard LS, Davison AG (2008) BTS Guideline for emergency oxygen use in adult patients. Thorax 63 (Suppl6): vi 1-68.
21. Moran I, Zavala E, Fernandez R et al. (2003) Recruitment manoeuvres in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome. Eur Respir J Suppl 42: 37-42.
22. Kraus M, Wölfel C (2016) Der Ertrinkungsunfall. Swiss Med Forum 16 (17): 389-394. https://doi.org/10.4414/smf.2016.02619.
23. Timmermann A, Böttiger BV, Byhahn C et al. (2019) AWMF-Leitlinie „Prähospitales Atemwegsmanagement“. AWMF-Register-Nr. 001-040. www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-040_S1_Praehospitales-Atemwegsmanagement_2019-03_1.pdf (Abruf: 7. Februar 2021).
24. Conn AW, Miyasaka K, Katayama M et al. (1995) Canine study of cold water drowning in fresh versus salt water. Crit Care Med 23: 2029-2037.
25. Kretz F-J, Schäffer J (2006) Anästhesie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie. 4. Aufl. Springer, Heidelberg.

Interessenkonflikte:
Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Verantwortlich für den Inhalt und geprüft von:

Frank Flake



Malteser
... weil Nähe zählt.

Kersten Enke
Philipp Rocker
Rüdiger Körmann



Gerald Fuhr



Ingo Lender



Stephan Katzenschlager
Franz Josef Nierscher
Jan Sattlberger
Martin Seper



WIENER ROTES KREUZ

Maximilian Gluche



Prof. Dr. Christoph Redelsteiner



Jörg Gellern, Klinikum Oldenburg, Arbeitsgemeinschaft der Berufsfeuerwehren in Niedersachsen

Verantwortlich für die Fachfragen:

Dr. Gerrit Müntefering, Facharzt für Chirurgie, Unfallchirurgie, Notfallmedizin, Moers