

Redaktion

W. Dick, Mainz

P. Lemburg, München

F. W. Schildberg, München

H.-P. Schuster, Hildesheim

Schwerpunkt: Hypothermie

M. Röggl¹ · A. Wagner² · P. Eisenburger¹ · M. Frossard¹ · M. Holzer¹ · G. Röggl³

¹ Universitätsklinik für Notfallmedizin, Allgemeines Krankenhaus Wien

² Allgemein öffentliches Krankenhaus St. Pölten, Abteilung für Innere Medizin

³ Allgemein öffentliches Krankenhaus Neunkirchen, Abteilung für Innere Medizin

Wiederbelebung bei Hypothermie und Ertrinken

Worin besteht der Unterschied?

Zusammenfassung

Der Kreislaufstillstand im Rahmen der akzidentellen Hypothermie von Ertrinkungs- und Lawinenunfällen stellt den Notarzt und das Rettungswesen vor spezielle Anforderungen. Das Feststellen der erhaltenen Herzaktion ist wegen Bradykardie und Hypotonie schwierig. Das EKG-Monitoring erfordert gelegentlich Nadelelektroden, da Klebeelektroden oft nicht haften. Die Einmalgabe von Reanimationsmedikation bei schwerer Hypothermie ist umstritten, wiederholte Gabe wird unterhalb einer Kerntemperatur von 30°C abgelehnt. Zwischen 30°C und 35°C Kerntemperatur sollten die Intervalle zwischen den Dosen verlängert werden. Bei Kammerflimmern sollte nur eine Defibrillationsserie von 3 Schocks erfolgen.

Intraklinische Methode der Wahl zur Wiedererwärmung hypothermer Patienten im Kreislaufstillstand ist die Herzlungenmaschine. Der Transport sollte daher in eine zentrale Klinik mit Thoraxchirurgie erfolgen. Im Einzelfall erfolgreiche Alternativen sind auch in peripheren Krankenhäusern möglich. Alle Verfahren sind unter laufender Herzdruckmassage vorzunehmen.

Bei Patienten mit erhaltener Herzaktion sind unnötige Umlagerungen und Irritationen zu vermeiden, um keinen Kreislaufstillstand zu provozieren. Wichtige therapeutische Maßnahmen wie die Intubation sollten allerdings bei gegebener Indikation nicht verzögert werden. Die optimale Methode der Wiedererwärmung dieser Patienten ist umstritten, neben der Peritoneallavage und der Dialyse hat sich vor allem ein streng konservatives Vorgehen mit erwärmten Infu-

sionslösungen, erwärmter Atemluft und externer Erwärmung bewährt. Keine Einigung besteht über den präklinischen Einsatz dieser Methoden.

Intraklinisch ist die schwierigste Problematik die Entscheidung, welche Patienten von einer extrakorporalen Therapie profitieren. Serumkaliumspiegel und Gerinnungsparameter stellen hier hilfreiche Triagekriterien dar, bei Lawinenopfern eine Verschüttungszeit >45 min ohne Vorhandensein einer Atemhöhle, bei Ertrinkungsunfällen im Eiswasser eine Zeit unter Wasser >90 min. Besonderheiten des Ertrinkungsunfalls sind die Priorität der Atemspende, die Notwendigkeit einer horizontalen Bergung und die Beachtung von Begleittraumen der Halswirbelsäule.

Schlüsselwörter

Hypothermie · Ertrinkungsunfall · Reanimation · Extrakorporale Membranoxygenierung

Das Thema der Reanimation bei akzidenteller Hypothermie taucht in der Literatur immer wieder im Zusammenhang mit Einzelfallberichten über erfolgreiche Wiederbelebung asystolischer Patienten nach langen Kreislaufstillstandszeiten auf. Solche Berichte haben zum oft zitierten Satz „*Nobody is dead until he is warm and dead*“ geführt. Die Erfahrung, dass in vielen Fällen die deleteriäre Wirkung der Hypoxie der protek-

tiven Wirkung der Hypothermie zuvor gekommen ist, hat zu einer realistischeren Einschätzung der Chancen der Wiederbelebung hypothermer Patienten geführt.

„Sehr junge und sehr alte Menschen gelten als besonders gefährdet.“

Dieser Beitrag versucht einen Überblick über die aktuelle Literatur zu diesem Thema zu geben. Auf die offiziellen Empfehlungen in den International Resuscitation Guidelines 2000 wird im Detail eingegangen.

Epidemiologie

Die akzidentelle Hypothermie ist ein weltweites Problem, selbst in Gegenden mit warmem Klima [1]. Die angegebene Inzidenz des Todes an den Folgen der Hypothermie schwankt je nach geographischer Lage beträchtlich, sie liegt zwischen 0,2 und 1,7 pro 100.000 Einwohnern pro Jahr [2, 3]. Sehr junge und sehr alte Menschen gelten als besonders gefährdet. Kinder kühlen aufgrund der relativ zur Masse größeren Körperoberfläche rascher aus. Bei alten Menschen spielen neben einer Störung der Tempe-

Martin Röggl, MD

Universitätsklinik für Notfallmedizin,

Allgemeines Krankenhaus Wien,

Währinger Gürtel 18–20, 1090 Wien/Österreich

M. Röggl · A. Wagner · P. Eisenburger
M. Frossard · M. Holzer · G. Röggl

Resuscitation in hypothermia and drowning. What makes the difference?

Abstract

Circulatory arrest in accidental hypothermia is a special challenge for the emergency physician, starting with the difficulty of diagnosis because of bradycardia and hypotonia. Extracorporeal circulation is the standard method of rewarming in deep hypothermia with circulatory arrest. When not available, conservative rewarming with forced air, warmed infusions and ventilator gas, dialysis, peritoneal and pleural lavage are alternatives that have been successful. These conservative methods are also effective in cases of hypothermia with sustained perfusion although there is no accordance about the optimal method of rewarming these patients.

In hospital the decision whom to take on extracorporeal circulation or to terminate resuscitative efforts must remain individualized. Elevated serum potassium levels and prolonged activated clotted time indicate patients in whom deleterious hypoxia has preceded the protective effects of hypothermia. A submersion time of victims in icewater up to 66 min has been survived. In asystolic avalanche victims, a time of >45 min in absence of an air pocket is a good triage criteria for preclinical declaration of death.

Keywords

Hypothermia · Drowning · Resuscitation · Extracorporeal circulation

raturwahrnehmung auch soziale Faktoren eine wichtige Rolle. So ist auch in Europa Armut mit einem erhöhten Risiko des Auftretens der akzidentellen Hypothermie verbunden [4, 5]. Weitere wichtige Risikofaktoren sind neurologische und endokrine Erkrankungen, v. a. Diabetes mellitus sowie Alkohol- und Suchtmittelabhängigkeit [6].

Drei Erscheinungsformen der Hypothermie verdienen Beachtung und sollten eigenständig behandelt werden: Der Ertrinkungsunfall, der Lawinenunfall und die urbane Hypothermie, die erst in letzter Zeit besondere Beachtung gefunden hat.

Prognostische Einschätzung der akzidentellen Hypothermie

Der Befund einer verringerten Kerntemperatur bei Aufnahme gilt als prognostisch ungünstig, die Mortalität der akzidentellen Hypothermie schwankt in Studien zwischen 10% und 25% [6, 7]. Befürchtet werden vor allem negative Auswirkungen auf Kreislauf und Gerinnung sowie eine erhöhte Infektanfälligkeit.

Im Jahre 1989 wurde von Danzl ein Score zur Prognoseerstellung akzidentell hypothermer Patienten publiziert: ein erhöhter BUN („blood urea nitrogen“, gebundener Harnstoff), niedriger systolischer Blutdruck, präklinische Reanimation, die Indikation zur Intubation und zur Insertion einer Magensonde erwiesen sich in einem Kollektiv von fast 500 Patienten als eigenständige prognostische negative Determinanten, sie gehen alle in den Hypothermia Outcome Score (HOS) ein [8].

Kreislaufstillstand in der akzidentellen Hypothermie

Im letzten Jahrzehnt hat sich die extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) als intrahospitale Methode der Wahl zur Wiedererwärmung und Wiederbelebung von akzidentell hypothermen Patienten im Kreislaufstillstand durchgesetzt. Als einzige Technologie ist sie in der Lage, während einer kontrollierten Wiedererwärmung die Organperfusion und -oxygenierung sicherzustellen [9]. Der wesentliche Nachteil der Methode besteht in der eingeschränkten Verfügbarkeit und in der oft notwendigen aufwendigen Verlegung in ein zentrales Krankenhaus.

Das neurologische Outcome von erwachsenen asystolischen Patienten, die erfolgreich an der ECMO wiederbelebt wurden, ist ausgezeichnet. In einer Serie von 15 erfolgreich mit der ECMO wiedererwärmten primär asystolischen Patienten fand sich bei allen auch mit differenzierten Methoden wie neuropsychologischer Austestung und MRT ein fast normales neurologisches Outcome [10]. Bei Kindern ist das Ergebnis viel schwerer vorherzusagen. So muss bei einem großen Teil erfolgreich wiederbelebter Kinder mit schweren neurologischen Defiziten bis zum apallischen Syndrom und zur spastischen Paraplegie gerechnet werden [11].

Das wesentliche Problem liegt in der Auswahl der für die ECMO geeigneten Patienten. So besteht Konsens darüber, dass es nicht sinnvoll ist, Patienten mittels ECMO wiederzuerwärmen, bei denen die irreversiblen hypoxischen Schäden im Rahmen von Asphyxie und Kreislaufstillstand vor der protektiven Wirkung der Hypothermie eingetreten sind. Auf der Suche nach Triageparametern haben sich vor allem der Zeitfaktor und der Plasmakaliumspiegel als hilfreich erwiesen. Auf die Bedeutung der Submersionzeit bei Ertrinkungsunfällen und der Verschüttungszeit bei Lawinenunfällen wird weiter unten eingegangen.

„Das wesentliche Problem liegt in der Auswahl der für die ECMO geeigneten Patienten.“

Laborchemisch unterscheiden sich erfolgreich und nicht erfolgreich an der ECMO wiedererwärmte Patienten durch eine kürzere „activated clotted time“ (ACT), einen höheren Blut-pH sowie einen niedrigeren Kaliumspiegel. Der Plasmakaliumwert hat sich als wertvolles Entscheidungskriterium durchgesetzt: ein Wert von >10 mmol/l gilt als sicherer Marker einer erfolglosen Wiedererwärmung an der ECMO [12]. Eine sekundäre Hyperkaliämie durch ein Crush-Syndrom im Rahmen der Lawinenverschüttung, durch eine schwere Azidose oder die Verwendung von depolarisierenden Muskelrelaxanzien muss allerdings in die Überlegungen einbezogen werden.

Unklar ist, ob die Kerntemperatur ein weiteres geeignetes Triagekriterium darstellt. In den offiziellen Richtlinien des Staates Alaska wird eine Kerntempe-

ratur von 15°C als Kriterium für den Abbruch der Reanimation genannt [13]. Die niedrigste Kerntemperatur eines Patienten mit erfolgreicher Wiedererwärmung an der ECMO liegt allerdings derzeit bei 13,7°C [14].

Der wesentliche Nachteil der ECMO liegt in der eingeschränkten Verfügbarkeit. Dagegen liegt eine große Anzahl von Publikationen erfolgreicher Wiedererwärmungen asystolischer hypothermer Patienten mit anderen Methoden vor. Besonders populär sind die Peritoneallavage [15, 16], trotz Berichten über intestinale Ischämie als Folge einer lokalen Mangelperfusion [17], die Dialyse [18] oder ein venovenöser Bypass [19]. Auch erfolgreiche Wiederbelebungen unter Erwärmung mit Pleuralavage [16] oder mit externer Erwärmung und erwärmter Atemluft [20] wurden beschrieben. Nachteile dieser Verfahren sind die Notwendigkeit einer stundenlangen Herzdruckmassage, die unsichere Oxygenierung in der Erwärmungsphase sowie der schlecht steuerbare – oft langsame – Temperaturanstieg.

Ertrinkungsunfall

In manchen Ländern stellt der Ertrinkungsunfall die zweithäufigste Ursache des plötzlichen Kindestodes dar [21]. Weitere wichtige Risikogruppen sind Seeleute der Fischereiindustrie mit einer erschreckend hohen Inzidenz für Arbeitsunfälle von 200/100.000 Beschäftigten/Jahr [22], darüber hinaus Epileptiker [23] und in Europa Angehörige von Minderheiten, die aus sozialen oder religiösen Gründen nicht am Schwimmunterricht teilnehmen [24].

Der Ertrinkungsunfall stellt das Rettungsteam vor eine ganz eigene Situation, es sei nur auf die Problematik der Wiederbelebung im Wasser und auf einem instabilen Boot, auf das häufige Vorkommen von Begleitverletzungen v. a. der Halswirbelsäule und auf den Bergungstod bei vertikaler Bergung tief hypothermer Patienten verwiesen.

Wesentliche Komplikationen des Ertrinkungsunfalls sind die Aspiration und die Hypothermie. Beide sind keine selbstverständliche Begleiterscheinung des Ertrinkungsunfalls, in einer holländischen Studie lag bei nur 12% aller Patienten, die nach einem Ertrinkungsunfall untersucht wurden, eine Kerntemperatur unter 35°C vor, nur bei Patienten,

die auf einer Intensivstation aufgenommen werden mussten, liegt die Inzidenz der Hypothermie bei 30% [25]. Die Abkühlungsrate ist unter Wasser deutlich höher als in kalter Luft, da die Wärmeleitung unter Wasser vergleichsweise 32fach erhöht ist [4].

„Wesentliche Komplikationen des Ertrinkungsunfalls sind Aspiration und Hypothermie.“

In einer Studie entwickelten 43% aller Patienten nach Ertrinkungsunfällen, die auf Intensivstationen aufgenommen werden mussten, ein Lungenödem, 15% eine Pneumonie [26]. Patienten, die bei Aufnahme keinen Hinweis auf Aspiration zeigten, entwickelten aber keine späteren pulmonalen Komplikationen. In vielen Fällen verhindert ein Laryngospasmus die Aspiration von Wasser. Ob die Wasserqualität einen Risikofaktor für das Auftreten pulmonaler Komplikationen darstellt, ist noch offen [25].

Hypothermie und Aspiration sind im gesamten Kollektiv mit einer deutlich erhöhten Mortalität assoziiert. Die Tatsache, dass sich die Hypothermie nicht als positiver prognostischer Faktor im Gesamtkollektiv der Near-drowning-Opfer herausstellt, ist wohl eine Folge der Assoziation zwischen der Kerntemperatur und der Submersionszeit [25]. Bisher konnte auch kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Wassertemperatur und der Überlebenschance nach Ertrinkungsunfällen dargestellt werden [27].

Dennoch beziehen sich fast alle Berichte von erfolgreicher Wiederbelebung asystolischer Patienten mit gutem neurologischem Outcome nach sehr langen Submersionszeiten auf Eiswasser: die längsten uns bekannten Zeiten liegen in 2 Fällen bei 66 und 65 min [28, 29], in beiden Fällen lag eine schwere Hypothermie vor (19°C und 16,4°C).

Die Erstellung einer Prognose nach einem Ertrinkungsunfall gestaltet sich sehr schwierig. Orłowski publizierte 1979 einen Score, der 5 prognostisch ungünstige Faktoren umfasst:

- ▶ Alter <3 Jahre
- ▶ Zeit unter Wasser >5 min
- ▶ Verzögerung der Wiederbelebung nach Bergung <10 min
- ▶ Koma bei Aufnahme
- ▶ arterieller pH bei Aufnahme <7,10

Ein Score von weniger als 2 Punkten war mit einer Überlebenschance von 90%, ein Score von mehr als 3 mit einer Überlebenschance von 5% verbunden [21].

Aufgrund der oben genannten Fälle, bei denen nach wesentlich längeren Zeiten unter Wasser auch bei Patienten mit schwerer Azidose ein gutes neurologisches Outcome erzielt werden konnte, ist es allerdings nicht möglich mit Hilfe des Orłowski-Scores Entscheidungen über den Einsatz der extrakorporalen Zirkulation bei Einzelpatienten zu fällen.

Lawinenunfall

Die wichtigsten Todesursachen sind Begleitverletzungen und Asphyxie, die Hypothermie spielt nur eine untergeordnete Rolle [30]. Die Abkühlungsrate unter der Lawine wird auf etwa 3°C pro Stunde geschätzt, die Hypothermie scheint erst bei Verschüttungszeiten über einer Stunde eine wesentliche Rolle zu spielen [31]. Teilverschüttete haben eine ausgezeichnete Prognose, während die Mortalität bei Ganzverschütteten schon über 50% liegt.

Der entscheidende Faktor ist der Zeitverlauf: 90% aller Lawinenopfer, die innerhalb der ersten 15 min nach Verschüttung geborgen werden, überleben, diese Zahl sinkt nach 30 min auf etwa 60%, nach 60 min auf unter 40%. Es wurden aber auch Zeiten über 2 h unter der Lawine überlebt. Nach mehr als 45 min ist ein Überleben nur mit einer Atemhöhle möglich, diese stellt daher ein sehr wichtiges präklinisches Triagekriterium bei der Bergung asystolischer Lawinenopfer dar [32, 33].

Urbane Hypothermie

In den letzten Jahren hat sich die urbane Hypothermie als eigenständige Form der akzidentellen Hypothermie herausgestellt. Hohes Alter und Multimorbidität spielen eine große Rolle, häufig tritt die Hypothermie sekundär im Rahmen von internistischen und neurologischen Erkrankungen auf [6]. Als eigenständige Gruppe mit guter Prognose haben sich hypotherme Patienten mit akuter Alkohol- und Medikamentenvergiftung herausgestellt [34]. In zwei kürzlich erschienenen Arbeiten hat sich der Auffindungsort als wesentlichster prognostischer Faktor ergeben: Patienten, die in

Tabelle 1

International Resuscitation Guidelines 2000: Akzidentelle Hypothermie

Erstuntersuchung und Monitoring

- Suche nach dem Karotispuls über 30–45 Sekunden
- EKG-Monitoring evtl. mit Nadelelektroden (Improvisation möglich)
- Bestimmung der Kerntemperatur: rektal oder Tympanon

Bergung und präklinische Therapie

- Vorsichtige Bergung, um kein Kammerflimmern zu provozieren
- Vorsichtige Intubation bedeutet kein wesentliches Risiko
- Bei Kammerflimmern und $<30^{\circ}\text{C}$ nur eine Defibrillationsserie
- Volumentherapie mit 0,9% NaCl
- Wert der Medikation bei $<30^{\circ}\text{C}$ fraglich, wenn überhaupt nur Startmedikation
- Medikation bei $>30^{\circ}\text{C}$ in größeren Intervallen

Intraklinische Therapie

- Extrakorporale Erwärmung ist im Kreislaufstillstand die Methode der Wahl
- Als Alternativen werden Peritoneallavage, ösophageale Erwärmungstuben, Pleuralavage sowie Erwärmung über erwärmte Infusionslösungen und Atemluft erwähnt

Präklinischer Abbruch der Wiederbelebung

- Verletzungen, die mit dem Überleben nicht vereinbar sind
- Steifgefrorener Körper
- Atemwege mit Eis verlegt

Intraklinischer Abbruch der Wiederbelebung vor erfolgreicher Erwärmung

- „Clinical judgement“
- Kalium als Triagekriterium: Vorsicht bei Verwendung von Succinylcholin, Hämolyse, Crush-Syndrom

einer Wohnung gefunden werden, haben eine sehr schlechte Prognose. Die meisten Patienten versterben nach erfolgreicher Wiedererwärmung innerhalb der ersten Tage des Krankenhausaufenthaltes [6, 35].

Ein erhöhter BUN-Wert (s. oben) und das Vorliegen einer Thrombopenie sind ebenfalls mit einer schlechten Prognose assoziiert. Möglicherweise ent-

sprechen sie Surrogatparametern für den Zeitverlauf, da der BUN oft Folge einer längeren Liegezeit ist und die Thrombopenie erst spät im Verlauf der Hypothermie auftritt. Bei urbanen hypothermen Patienten ist der Zeitverlauf der Temperaturexposition und die Abkühlungsgeschwindigkeit meist nicht rekonstruierbar [6].

International Resuscitation Guidelines 2000

Die International Resuscitation Guidelines 2000 beschäftigen sich auch mit den Themen Ertrinkungsunfall und Hypothermie [36]. Die wesentlichen Unterschiede zu den Empfehlungen bei normothermen Patienten sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengefasst. Wie immer bei offiziellen Guidelines müssen einzelne Punkte zur Diskussion offen bleiben. So wurde in Frage gestellt, ob eine Karotispalpation von 30–45 s ausreichen, um bei hypothermen Patienten mit ausreichender Sicherheit einen Kreislaufstillstand festzustellen [37]. In Bezug auf die präklinische Temperaturmessung werden sowohl die rektale als auch die tympanometrische Messung akzeptiert. Aus Sicht des Autors erscheint die rektale Temperaturmessung präklinisch aufwändiger, die Tympanontemperatur reflektiert die Kerntemperatur mit ausreichender Genauigkeit [38].

„Aufwändige und zeitraubende präklinische Wiedererwärmung ist nur bei sehr langen Transporten sinnvoll.“

Der Wert präklinischer Erwärmungsmaßnahmen wird nicht im Detail diskutiert. Die präklinische Gabe von erwärmten Infusionslösungen und die Erwärmung der Atemluft wird erwähnt, in Bezug auf die präklinische Notwendigkeit dieser Maßnahme wird nicht eingegangen. Ebenso keine Erwähnung finden Heizdecken, die auch für den präklinischen Einsatz geeignet sind (vgl. den folgenden Beitrag der Rubrik „Technik“). Inzwischen ist nachgewiesen, dass bei dieser Form der peripheren Erwärmung kein Afterdrop auftritt [39]. Allgemeine Maßstäbe werden nur schwer zu finden sein, da eine aufwändige und zeitraubende präklinische Wiederer-

wärmung wohl nur bei sehr langen Transporten sinnvoll erscheint.

Bei der Behandlung des Kreislaufstillstands in der akzidentellen Hypothermie wird betont, dass eine einzige Defibrillationsserie sinnvoll ist. Dies wird durch Berichte von erfolgreicher Defibrillation bei niedrigen Kerntemperaturen bis unter 26°C unterstrichen, letztendlich ist auch die Beschränkung auf eine einzige Serie willkürlich.

Offen bleibt auch die Frage der Medikation bei Patienten mit Kerntemperaturen $<30^{\circ}\text{C}$. Die Guidelines empfehlen, bei hypothermen Patienten mit einer Kerntemperatur von mehr als 30°C die Intervalle zwischen den Medikamentengaben zu vergrößern, da mit einer herabgesetzten Metabolik zu rechnen ist. Bei Patienten unter 30°C Kerntemperatur wird empfohlen, auf serielle Medikamentengabe wegen der Gefahr der toxischen Akkumulation zu verzichten, die Indikation zu einer einmaligen Gabe wird in den Guidelines aber widersprüchlich behandelt. Hierin unterscheiden sie sich von den Guidelines des Staates Alaska von 1996, die empfehlen die medikamentöse Therapie bei hypothermen und normothermen Patienten identisch durchzuführen [13]. Bei dieser Diskussion ist zu bedenken, dass nicht nur die Pharmakokinetik sondern auch die Wirksamkeit der Medikamente bei hypothermen Patienten nur unzureichend erforscht ist. Ausreichende Daten für weitergehende Empfehlungen liegen derzeit nicht vor.

Die International Resuscitation Guidelines 2000 empfehlen die extrakorporale Erwärmung als optimale Methode für Patienten im Kreislaufstillstand. Da die Oxygenierung als wesent-

Tabelle 2

International Resuscitation Guidelines 2000: Ertrinkungsunfälle

- ▶ **Priorität der Atemspende**
- ▶ **Herzdruckmassage im Wasser in aller Regel unmöglich**
- ▶ **Horizontale Bergung**
- ▶ **Schienung der Halswirbelsäule bei Verdacht auf zervikales Trauma**
- ▶ **Heimlich-Manöver in aller Regel obsolet**
- ▶ **Protrahierte Wiederbelebung asystolischer Patienten nach langen Submersionszeiten >25 min nur bei Eiswasser empfohlen**

Fallbericht

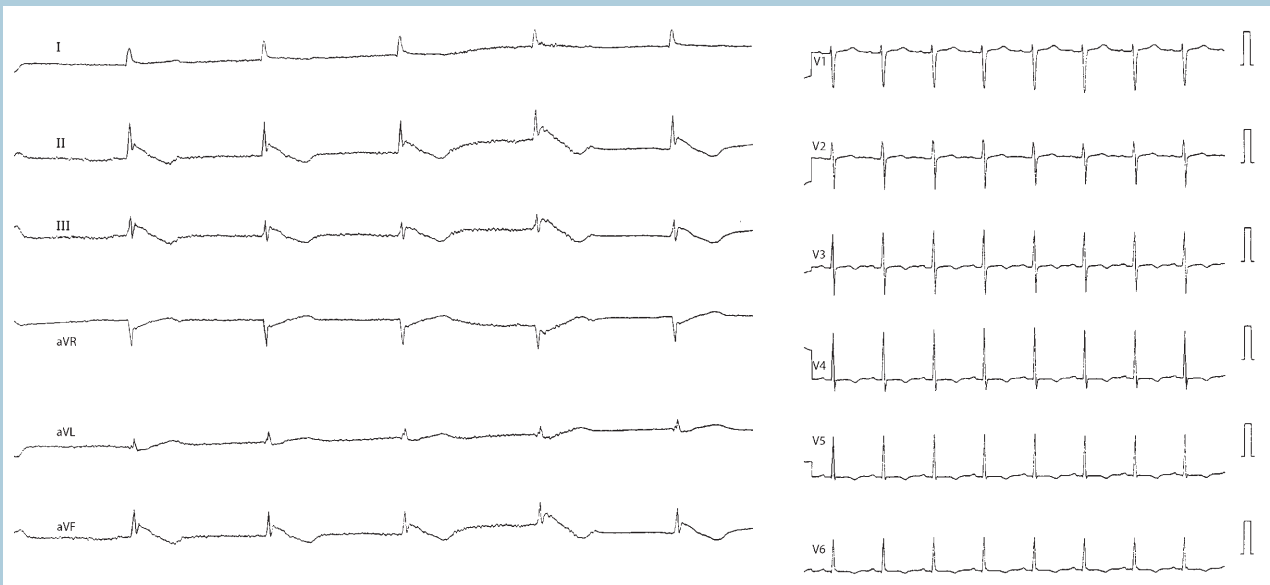


Abb. 1 ▲ Fallbeispiel: EKG bei akzidenteller Hypothermie

Ende März wird bei einer Außentemperatur von 0°C ein 57-jähriger Mann in einer Telefonzelle scheinbar leblos aufgefunden. Die Notärztin findet eine bewusstlosen Patienten mit erhaltener Spontanatmung und Karotispuls vor. Nach Umlagern in den Rettungswagen ist bei erhaltener elektrischer Herzaktivität der Puls nicht mehr palpabel und keine Spontanatmung mehr nachweisbar. Nach Intubation und Gabe von 1 mg Adrenalin tritt Kammerflimmern auf, nach 2-maliger Defibrillation und der Gabe von weiteren 2 mg Adrenalin intravenös hat der Patient einen stabilen Sinusrhythmus mit tastbaren Pulsen. Beim Umlagern auf der Notfalleinweisung tritt erneut Kammerflimmern auf das wieder erfolgreich defibrilliert werden kann.

Tabelle 3

Fallbeispiel: Laborwerte bei Aufnahme

| | |
|--------------|------------|
| Natrium | 136 mmol/l |
| Kalium | 3,5 mmol/l |
| Glukose | 125 mg/dl |
| Alkohol | 1,6‰ |
| pH | 7,26 |
| BE | -9,9 |
| Laktat | 1,5 mmol/l |
| BUN | 24 mg/dl |
| Kreatinin | 0,6 mg/dl |
| Thrombozyten | 170 G/l |

Der Patient wirkt verwahrlost und in schlechtem biologischem Allgemeinzustand. Er ist tief komatös mit einem Glasgow Coma Scale von 3, der Blutdruck beträgt 70/30 mmHg, die Kerntemperatur beträgt tympanisch gemessen 24,2°C, rektal 24,0°C. Abbildung 1 zeigt das EKG, Tabelle 3 die Laborwerte des Patienten bei Aufnahme. Eine konservative Erwärmung mit Heizdecke, erwärmter Atemluft und Infusionslösung wird begonnen, 30 min nach Aufnahme tritt wieder Kammerflimmern auf, diesmal kann nach erneuter erfolgreicher Defibrillation der Kreislauf nicht stabilisiert werden. Rund 50 min nach Aufnahme beginnt die Wiedererwärmung an der ECMO, nach einer Bypasszeit von 3 h kann der Patient problemlos von der ECMO bei einer Kerntemperatur von 34°C entwöhnt werden.

Nach einer Bronchiallavage wegen Aspiration ist die Lungenfunktion problemlos, es treten auch keine anderen Organversagen auf, sodass der Patient schon am zweiten Tag extubiert werden kann. Er wird nach 2 Tagen Intensivstation- und 16 Tagen Spitalsaufenthalt entlassen. Ein halbes Jahr später wird er an der Unfallchirurgie nach einem Sturz im Alkoholausgang ambulant untersucht, nach einem Jahr wird er wegen einer milden Hypothermie mit 33,1°C erneut stationär aufgenommen.

Kommentar

Die Prognose der akzidentellen Hypothermie im Zusammenhang mit akuter Alkoholvergiftung ist ausgezeichnet, die Auffindung im Freien ein wichtiger positiver prognostischer Faktor. Wie so oft ist der Zeitverlauf der Abkühlung bei der urbanen Hypothermie nicht rekonstruierbar. Typisch ist das Auftreten des Kreislaufstillstands im Zusammenhang mit dem Umlagern, das bei diesem Patienten sogar mehrfach auftritt. Gerade der Verlauf dieses Patienten zeigt, dass der Versuch der Defibrillation auch bei tiefer Hypothermie nicht sinnlos ist.

Die Entscheidung zur extrakorporalen Erwärmung ist einfach. Der zeitliche Verlauf des Kreislaufstillstands erst nach Auftreten der protektiven Wirkung der Hypothermie ist bekannt, alle prognostischen Parameter (Kalium, pH, Gerinnung, Nierenwerte) günstig. Der schlechte biologische Allgemeinzustand ist während des hypothermen Kreislaufstillstands nur sehr beschränkt als Triagekriterium verwertbar, die soziale Problematik hat keinen negativen prognostischen Aussagewert [6]. Der unkomplizierte Verlauf nach der Wiedererwärmung mit sehr kurzem Intensivstationsaufenthalt ist nicht untypisch. Die Nachbeobachtung zeigt, dass die Sanierung der sozialen und psychiatrischen Problematik oft schwieriger ist als die Wiedererwärmung des akzidentell hypothermen Patienten.

licher Vorteil erwähnt wird, ist damit wohl die ECMO gemeint. Andere Formen der extrakorporalen Wiedererwärmung, wie die venovenöse Erwärmung oder die Dialyse, die bei Patienten im Kreislaufstillstand und bei erhaltener Herzaktion erfolgreich angewandt wurden, werden nicht erwähnt. Aufgrund der derzeit fehlenden kontrollierten Studien wird bewusst keine Empfehlung der optimalen Erwärmungstechnologie für Patienten mit erhaltener Herzaktion abgeben. Pleuralavage, Peritonealdialyse, ösophageale Erwärmungstuben und erwärmte Infusionslösungen und Atemluft werden nur summarisch erwähnt. Der Algorithmus legt nahe, dass die Guidelines aggressivere Therapieformen bei Patienten mit einer Kerntemperatur unter 30°C empfehlen. In zukünftigen Studien werden aber wahrscheinlich Zusatzkriterien wie Kreislaufverhältnisse und das Ansprechen auf primär konservative Wiedererwärmungsversuche mit Heizdecken, warmer Infusionslösung und erwärmter Atemluft eine Rolle spielen.

Abbruch der Maßnahmen

Die Kerntemperatur wird nicht als Abbruchkriterium der präklinischen Reanimation erwähnt. Dies erscheint angesichts der oben erwähnten Publikation einer erfolgreichen Erwärmung einer asystolischen Patientin mit einer Kerntemperatur von 13,7°C sinnvoll [14].

„Das »clinical judgement« bleibt schwieriges aber unverzichtbares Kriterium zum Abbruch der Maßnahmen.“

Ebenso werden keine speziellen Empfehlungen für den Abbruch der Reanimation bei Lawinenopfern gegeben. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die Arbeitsgruppe der Südtiroler Bergrettung die Bedeutung der Atemhöhle bei einer Verschüttungsdauer von mehr als 35 min als prognosti-

sches Kriterium bewiesen hat [32]. Zukünftige Empfehlungen werden vielleicht speziell auf Triagekriterien für Lawinenopfer eingehen

Als Kriterium für den intraklinischen Abbruch der Reanimation noch vor erfolgreicher Erwärmung unter Verzicht auf die Option der ECMO wird in erster Linie das „clinical judgement“ genannt. Ich halte das für ein gleichzeitig unverzichtbares, aber auch schwieriges Kriterium, da die Einschätzung des biologischen Alters und Zustandes eines hypothermen Patienten sehr schwierig ist und Zusatzkrankungen oft erst nach erfolgreicher Erwärmung diagnostiziert werden können. Das Kriterium der Hyperkaliämie als Beweis des irreversiblen Zelltoedes wird in den Guidelines nur mit Vorsicht erwähnt [12].

Fazit für die Praxis

Die Technologie der Wiedererwärmung im klinischen Bereich ist inzwischen ausgereift. Die extrakorporale Membranoxygenierung hat sich hier als Standard für hypotherme Patienten im Herzstillstand etabliert. Weitere Forschung wird sich hier vor allem auf die Grenzen der Indikationsstellung und den Wert von Triageparametern konzentrieren.

Für Patienten mit erhaltenem Kreislauf liegen derzeit keine anerkannten Algorithmen vor, verschiedene Erwärmungsstrategien sind sehr erfolgreich. Vergleichende Studien liegen noch nicht vor. Angesichts der niedrigen Mortalität in der Hypothermie wird die Morbidität nach erfolgreicher Wiedererwärmung ein wesentlicher Zielparameter sein.

Literatur

1. Tyndal CM, Rose MW, McFalls RE, Jacks A, Pinson T, Athanasuleas CL (1996) Profound accidental hypothermia in the deep South: clinical experience. *Perfusion* 11: 57–60
2. Herity B, Daly L, Bourke GJ, Horgan JM (1991) Hypothermia and mortality and morbidity. An epidemiological analysis. *J Epidemiol Community Health* 45: 19–23
3. Rango N (1984) Exposure related hypothermia mortality in the United States, 1970–79. *Am J Public Health* 74: 1159–1160
4. Weinberg AD (1993) Hypothermia. *Ann Emerg Med* 22: 370–377
5. Morgan R, King D, Blair A (1996) Urban hypothermia. Many elderly people cannot keep warm in winter without financial hardship. *BMJ* 312: 124
6. Röggl M, Holzer M, Röggl G, Frossard M, Wagner A, Laggner AN (2001) Prognosis of accidental hypothermia in the urban setting. *J Intens Care Med*: in press
7. Danzl DF, Pozos RS (1987) Multicenter hypothermia survey. *Ann Emerg Med* 16: 1042–1055
8. Danzl DF, Hedges JR, Pozos RS (1989) Hypothermia outcome score: development and implications. *Crit Care Med* 17: 227–231
9. Danzl FD, Pozos RS (1994) Accidental hypothermia. *N Engl J Med* 331: 1756–1760
10. Walpoth BH, Walpoth Aslan BN et al. (1997) Outcome of survivors of accidental deep hypothermia and circulatory arrest treated with extracorporeal blood warming. *N Engl J Med* 337: 1500–1505
11. Biggart MJ, Bohn DJ (1990) Effect of hypothermia and cardiac arrest on outcome of near-drowning accidents in children. *J Pediatr* 117: 179–183
12. Mair P, Kornberger E, Furtwaengler W, Balogh D, Antretter H (1994) Prognostic markers in patients with severe accidental hypothermia and cardiocirculatory arrest. *Resuscitation* 27: 47–54
13. State of Alaska (1996) Cold injuries and cold water near drowning guidelines, rev 1.
14. Gilbert M, Busund R, Skagseth A, Nilsen PA, Solbo JP (2000) Resuscitation from accidental hypothermia of 13,7 degrees celsius with circulatory arrest. *Lancet* 355: 375–356
15. Kornberger E, Mair P (1996) Important aspects in the treatment of severe accidental hypothermia: The Innsbruck experience. *J Neurosurg Anaesthesiol* 8: 83–87

Leitlinien-Recherche-System von ÄZQ und DIMDI

Die Ärztliche Zentralstelle Qualitätssicherung, eine gemeinsame Einrichtung der Bundesärztekammer und der Kassenärztlichen Bundesvereinigung (ÄZQ) entwickelt in Kooperation mit dem DIMDI ein deutschsprachiges Online-Recherche-System für Leitlinien in der Medizin. Dieses sogenannte „Leitlinien-RE-SYS“ greift auf Inhalte von Leitlinien-IN-FO (www.leitlinien.de), dem Online-Informations- und Fortbildungsangebot der ÄZQ, zurück und wird u. a. Ergebnisse der Clearingverfahren der Leitlinien-Clearingstelle der ÄZQ recherchierbar machen. Es wird in Anlehnung an das Recherche-System der US-Agency For Healthcare Research and Quality (www.guidelines.gov) erstellt. Der Zugriff erfolgt über das grips-Suchsystem, über das die Literaturdatenbanken beim DIMDI, z.B. Medline, zugänglich sind.

Leitlinien-Re-Sys schafft die Voraussetzungen für eine Berücksichtigung von guten Leitlinien in der ärztlichen Alltagsroutine und ermöglicht den direkten Vergleich von Leitlinien zu ähnlichen oder gleichen Indikationen.

Zugänge zum System sind möglich

- direkt über das DIMDI/kostenfreie Datenbanken/Qualitätssicherung AQS-ÄZQ/Leitlinien-Recherche-System
- oder
- über <http://www.leitlinien.de> (im Frame Leitlinien-Re-Sys anklicken).

Quelle: Informationsvermittlungsstelle
 Ärztliche Zentralstelle Qualitätssicherung, Köln
 Email: info@azq.de
 Homepage: <http://www.leitlinien.de>

16. Otto RJ, Metzler MH (1988) Rewarming from experimental hypothermia: comparison of heated aerosol inhalation, peritoneal lavage, and pleural lavage. *Crit Care Med* 16: 869–875
17. Baumgartner FJ, Janusz MT, Jamieson WR, Winkler T, Burr LH, Vestrup JA (1992) Cardiopulmonary bypass for resuscitation of patients with accidental hypothermia and cardiac arrest. *Can J Surg* 35: 184–187
18. Hernandez E, Praga M, Alcazar JM, Morales JM, Montejo JC, Jimenez MJ, Rodicio JL (1993) Hemodialysis for treatment of accidental hypothermia. *Nephron* 63: 214–216
19. Brauer A, Wrigge H, Kersten J, Rathgeber J, Weyland W, Burchardi H (1999) Severe accidental hypothermia: rewarming strategy using a veno-venous bypass system and a convective air warmer. *Intensive Care Med* 25: 520–523
20. Koller R, Schnider TW, Neidhart P (1997) Deep accidental hypothermia and cardiac arrest – rewarming with forced air. *Acta Anaesthesiol Scand* 41: 1359–1364
21. Orowski JP (1987) Drowning, near drowning, and ice-water submersion. *Pediatr Clin North Am* 34: 75–92
22. Conway GA, Lincoln JM, Jorgensen SA, Klatt ML, Manwaring JC (1998) Preventing death in Alaskas commercial fishing industry. *Int J Circumpolar Health* 57 (Suppl): 503–509
23. Ryan CA, Dowling G (1993) Drowning deaths in people with epilepsy. *Can Med Assoc J* 148: 781–784
24. Lindholm P, Steensberg J (2000) Epidemiology of unintentional drowning and near drowning in Denmark in 1995. *Inj Prev* 6: 29–31
25. Bierens JJ, Stiphout WA, Swenne-van Ingen MM, Knape TA (1996) 2944 submersion victims: An analysis of external causes, concomitant risk factors, complications and prognosis. In: Bierens JJ (ed) *Drowning in the Netherlands*. Proefschrift Universiteit Utrecht, Faculteit Geneeskunde, pp 101–107
26. van Berkel M, Bierens JJ, Lie RL, de Rooy TP, Schultze Kool LJ, van der Velde E, Meinders AE (1996) Pulmonary oedema, pneumonia and mortality in submersion victims. A retrospective Study. *Intens Care Med* 22: 101–107
27. Suominen PK, Korpela RE, Silfvast TG, Olkkola KT (1997) Does water temperature affect outcome of nearly drowned children. *Resuscitation* 35: 111–115
28. Antretter H, Muller LC, Cottogoni M, Dapunt OE (1994) Successful resuscitation in severe hypothermia following near-drowning. *Dtsch Med Wochenschr* 119: 837–840
29. Bolte RG, Black PG, Bowers RS, Thorne JK, Corneli HM (1988) The use of extracorporeal rewarming in a child submerged for 66 minutes. *JAMA* 260: 377–379
30. Christensen ED, Lacsina EQ (1999) Mountain-reeing fatalities on Mount Rainier, Washington, 1977–1997: autopsy and investigative findings. *Am J Forensic Med Pathol* 20: 173–179
31. Locher T, Walpoth BH (1996) Differential diagnosis of circulatory failure in hypothermic avalanche victims: retrospective analysis of 32 avalanche victims. *Schweiz Rundsch Med Praxis* 85: 1275–1282
32. Brugger H, Durrer B, Adler-Kastner L (1996) On site triage of avalanche victims with asystole by the emergency doctor. *Resuscitation* 31: 11–16
33. Brugger H, Falk M (1992) New perspectives of avalanche disasters. Phase classification using pathophysiologic considerations. *Wien Klin Wochenschr* 104: 167–173
34. Saviuc P, Serve F, Danel V (1990) Toxic hypothermias have a better prognosis than accidental hypothermias. *Rev Prat Med Gen* 94: 45–54
35. Megarbane B, Axler O, Chary I, Pompier R, Brivet F (2000) Hypothermia with indoor occurrence is associated with a worse outcome. *Intensive Care Med* 26: 1843–1849
36. International Resuscitation Guidelines 2000 (2000) Part 8: Advanced challenges in resuscitation. Section 3: Special Challenges in ECC. *Resuscitation* 46: 267–271
37. Hector MG (1992) Treatment of accidental hypothermia. *Am Family Phys* 45: 785–792
38. Green MM, Danzl DF, Praszker H (1989) Infrared tympanic thermography in the emergency department. *J Emerg Med* 7: 437–440
39. Greif R, Rajek A, Laciny S, Bastanmehr H, Sessler DI (2000) Resistive heating is more effective than metallic-foil insulation in an experimental model of accidental hypothermia: A randomized controlled trial. *Ann Emerg Med* 35: 337–345
40. Thomas R, Cahill CJ (2000) Successful defibrillation in profound hypothermia (core body temperature 25,7 degrees C). *Resuscitation* 47: 317–320