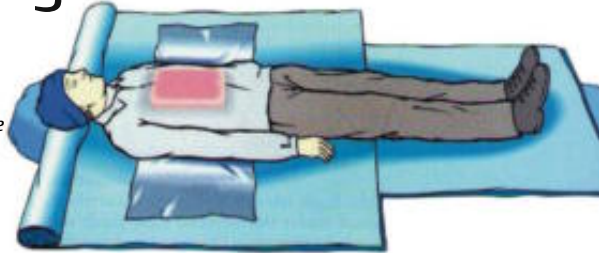


Schnelle Wiedererwärmung verbessert die Prognose

# Präklinisches Notfallmanagement der Unterkühlung

J. Menzel-Severing, R. Hering, S. Schroeder, Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Spezielle Intensivmedizin, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

NOTFALLMEDIZIN 2003; 29: 514–520



Der Gedanke an Hypothermie sollte jeden Einsatz begleiten, um durch wirkungsvolle Prävention die negativen Einflüsse einer Hypothermie auf den Verlauf jeder Erkrankung oder Verletzung zu vermeiden. Die Rettung des Patienten muss besonders vorsichtig erfolgen, oft sind besonderes Gerät und weitere Einsatzkräfte erforderlich. Bei der akzidentellen Hypothermie liegt der Schwerpunkt präklinisch auf Wärmeerhaltung, und dem zeitnahen Transport des Patienten in eine geeignete Zielklinik, mit der Möglichkeit zur effektiven Wiedererwärmung. Bei der äußerlichen Wärmeapplikation müssen die hiermit verbundenen Risiken wie Demaskierung einer Hypovolämie und kardiale Rhythmusstörungen berücksichtigt werden. Die Diagnose eines Kreislaufstillstands unter Hypothermie muss die besonderen Bedingungen des kalten Körpers berücksichtigen. Auch Reanimationsalgorithmen und Pharmakotherapie müssen aufgrund der durch die niedrige Körpertemperatur veränderten physiologischen Voraussetzungen angepasst werden.

Die Mortalitätsrate bei Unterkühlung (Hypothermie) ist mit 10–25% sehr hoch. Unbekannt bleibt die Dunkelziffer derer, die durch die „Begleiterscheinung“ Hypothermie an ihren Verletzungen versterben. Es lohnt sich also der genauere Blick auf ein Krankheitsbild, welches den Rettungsdienst besonders in den kühleren Monaten verstärkt herausfordern wird. Eine Hypothermie kann in vielen Situatio-



nen auftreten. Insbesondere bei Unfällen am und im Wasser sowie bei Lawinen- und Gletscherunfällen in alpinen Gebieten ist die Hypothermie häufig. Bei älteren Menschen liegen nicht selten Störungen der Thermoregulation vor, sodass sich eine chronische Hypothermie über Wochen entwickeln kann. Zugrunde liegend ist dabei meist eine Erkrankung oder Intoxikation. Auch Relaxantien und Narkotika haben einen Einfluss auf die Wärmeregulation. Bei tiefer Narkose besteht daher besonders die Gefahr, eine sekundäre Hypothermie zu entwickeln, auf der Basis eines anderen notfallmedizinischen Grundleidens.

**Physiologie und Pathophysiologie**

Durch die Stoffwechselreaktionen unserer Zellen entsteht Wärme, welche über die Haut an die Umgebung abgegeben wird (Tab. 1). Beim gesunden Menschen reguliert das Zentrale Nervensystem (ZNS) den Wärmehaushalt. Thermosensoren registrieren die Körpertemperatur, verschiedene Regelmechanismen halten das Verhältnis von Wärmeproduktion zu Wärmeabgabe und somit die Körpertemperatur im Bereich zwischen 36° C und 37° C konstant.

Bei Kälte reagiert der Körper mit einer Vasokonstriktion der peripheren Hautgefäße, erkenntlich an Blässe und Kälte der Akren, oft verbunden mit Schmerzen. Die Reduktion der Hautdurchblutung bewirkt eine bis zu 6fach gesteigerte Isolation des Körpers. Zusätzlich dient Muskelzittern der Wärmeproduktion, verbunden mit einem 3fach erhöhten Metabolismus und Sauerstoffverbrauch. Bei Neugeborenen und Säuglingen erfolgt die Wärmeproduktion ohne Zittern vor allem durch Abbau braunen Fettgewebes (9, 10, 15). Versagt der Mechanismus der Wärmeregulation, beispielsweise durch extreme Außentemperaturen, folgt ein Abfall der Körperkerntemperatur (KKT). Ab einem Wert von 35° C spricht man von Hypothermie. Besonders gefährdet sind dabei neben älteren Menschen Kinder und Säuglinge. Das Verhältnis von Körperoberfläche zu Körpergewicht ist beim Säugling 2- bis

**Tab. 1** Verschiedene Mechanismen der Wärmeabgabe

Mechanismus	Beispiel
Konvektion (Wärmeströmung)	Wind trägt das über der Haut entstandene warme Luftpolster weg
Konduktion (Wärmeleitung)	Der Patient liegt auf dem kalten Boden
Evaporation (Verdunstung)	Kühlung durch die Verdunstungskälte bei nasser Haut
Radiation (Wärmestrahlung)	Prinzip eines Heizkörpers

2,5 mal so groß wie beim Erwachsenen. Die große Körperoberfläche und die geringe Hautdicke begünstigen die Hypothermie bei Säuglingen und Kleinkindern.

Die Körperfunktionen folgen der Reaktions-Geschwindigkeits-Temperaturregel (RGT-Regel), wonach eine chemische Reaktion bei einer Temperaturverminderung um 10° C halb so schnell abläuft. Entsprechend dieser Regel führt eine prolongierte Kälteexposition zu herabgesetzten Körperfunktionen mit einer Beeinträchtigung von Bewusstsein, Atmung und Herz-Kreislauf (8). Es entwickeln sich eine metabolische und eine respiratorische Azidose (7). Wundheilungsstörungen, eine Beeinträchtigung der Blutgerinnung

und eine erhöhte Infektionsgefahr treten bei unterkühlten Patienten gehäuft auf (9, 15, 17).

**Vorerkrankungen**

Ein geschwächter Körper kann die erforderliche Leistung zum Wärmeerhalt nicht aufbringen und ist somit stärker hypothermiegefährdet (5). So stellen zahlreiche Vorerkrankungen eine besondere Prädisposition zur Hypothermie dar. Dazu zählen alle konsumierenden Erkrankungen wie Malignome, Tuberkulose, AIDS und endokrine Erkrankungen. Besondere Bedeutung für die Notfallmedizin haben im Zusammenhang mit Hypothermie Intoxikationen und akute Erkrankungen des ZNS (10, 15).

**Abb. 1** Verschiedene Modelle von Eisrettungsschlitten



Oben: DRK-Wasserwacht Bayern, links: Freiwillige Feuerwehr Aschaffenburg

**Tab. 2 Stadien einer Hypothermie nach Einteilung der Schweizer Rettungsflugwacht**

Stadium	Klinisches Bild des Patienten
I	Ansprechbar, Muskelzittern
II	Somnolent, kein Muskelzittern
III	Nicht ansprechbar
IV	Kreislaufstillstand

Als Referenz dient hier nicht eine gemessene Körperkern-temperatur, sondern das jeweils entsprechende klinische Bild des Patienten (4).

**Beinahe-Kaltwasser-Ertrinken**

Die Wärmeleitung und damit der Verlust an Körperwärme ist im Wasser zirka 32fach erhöht. Im kalten Wasser erhöhen die frühzeitige körperliche Erschöpfung und Steigerung des Atemantriebs die Gefahr des Ertrinkens. Speziell beim Eisenbruch wird über den Vagusnerv der so genannte Tauchreflex ausgelöst: Plötzliches Untertauchen (Submersion) in kaltem Wasser kann zu Bradykardie bis hin zum reflektorischen Herzstillstand führen.

**Volumenverlust**

Die kältebedingte Vasokonstriktion, vor allem in der Haut, führt zu einer Verlagerung von Blut in den Körperkern. Diese Volumenverschiebung in zentrale Kompartimente induziert über hormonelle Regelmechanismen eine verstärkte Urinausscheidung (Kälte-Diurese). Die Kälte-Diurese führt zu erheblichen Volumen- und Elektrolyt-Verlusten. Eine Zunahme der Blutviskosität ist die Folge. Letzteres stellt eine besondere Gefahr für kardial vorgeschädigte Menschen dar (7, 14).

**Alkohol**

Alkoholisierter Patienten neigen zur Hypothermie. Ethanol bewirkt über eine Störung der zentralen Thermoregulation eine periphere Vasodilatation. Somit ist bei alkoholisierten Personen die Entstehung einer Hypothermie begünstigt.

**Glucosehaushalt**

Die im Verlauf der Hypothermie oft beobachtete Blutzuckererhöhung ist bedingt durch die anfänglich er-

höhte Freisetzung von Glucose aus der Leber.

**Pharmakokinetik und -dynamik**

Bei sinkenden Körperkerntemperaturen sind die Stoffwechselleistungen der oben beschriebenen RGT-Regel folgend herabgesetzt. Zusätzlich ist das Herzzeitvolumen vermindert. Aus diesem Grund muss bei der Verabreichung von Medikamenten mit einer verlängerten Anschlagzeit, größeren Halbwertszeit sowie veränderter Wirksamkeit gerechnet werden. Drogen und andere Gifte werden langsamer abgegeben und können im Sinne eines Circulus Vitiosus die Hypothermie weiter verstärken (7, 14).

**■ Rettung**

Verunglückte Personen müssen möglichst schnell aus der kalten Umgebung gerettet werden. Wie immer steht der Eigenschutz hierbei im Vordergrund, daher ist geeignetes Gerät eine zwingende Voraussetzung (7). Hierzu stehen dem medizinischen Rettungsdienstpersonal die Feuerwehren sowie die Wasserrettungsorganisationen und die Bergwachten zur Seite. Zur Eisrettung wurde eine Vielzahl von Gerätschaften wie Schlitten, Stege und Leitern entwickelt (Abb. 1). Auch der Hubschrauber- und Windeneinsatz ist für die See- und Bergrettung von unschätzbarem Wert. Die Geschwindigkeit der Rettung eines Lawinenverschütteten bestimmt in besonderem Maße die Prognose (16).

Für medizinisches ebenso wie nichtmedizinisches Rettungspersonal ist es bedeutsam zu beachten, dass unnötige Manipulation am unterkühlten Patienten unterlassen wird. Der Patient sollte immobilisiert und in horizontaler Lage transportiert werden. Es sind wiederholt Fälle dokumentiert, in denen durch Einfließen kalten Schalenbluts in das sensibilisierte Herz ein Kammerflimmern provoziert wurde (Bergungstod) (10, 14). Wiederbelebungsmaßnahmen im Wasser sollten zu Gunsten der schnelleren Rettung und adäquater Behandlung an Land oder auf einem Boot unterlassen werden.

**■ Diagnostik**

Traditionell wird die Hypothermie in unterschiedliche Stadien beziehungsweise Schweregrade eingeteilt. Die hierzu in der Literatur angegebenen Referenzwerte für Körperkerntemperaturen variieren stark. Präklinisch sollten sich die erforderlichen rettungsdienstlichen Maßnahmen jedoch nicht an einer bestimmten Temperatur, sondern primär am klinischen Erscheinungsbild des Patienten orientieren. Zudem lassen sich oft mit den auf den Rettungsmitteln vorhandenen Standardthermometern Temperaturen unter 34,5° C nicht messen.

Ist dennoch ein geeignetes Unterkühlungsthermometer vorhanden, und soll die KKT zur Orientierung oder Durchführung einer bestimmten Maßnahme bestimmt werden, wird eine ausreichend tiefe rektale Messung empfohlen. Eine tympanale Temperaturbestimmung im äußeren Gehörgang ist ebenfalls geeignet (15). Dagegen ist aufgrund der Zentralisation eine sublinguale oder axilläre Messung zu ungenau.

**Unterkühlungsstadien**

Tabelle 2 zeigt eine in der Praxis sinnvoll anwendbare Einteilung der Hypothermie-Stadien ohne Bezug auf eine KKT.

Eine beginnende Hypothermie (Stadium I) zeigt sich durch Kältezittern des Patienten sowie erste Anzeichen einer beginnenden Zentralisation, erkennbar an blauen Lippen und Akren. Atemfrequenz, Herzfrequenz und Blutdruck steigen. Diese Stressreaktion mit erhöhtem Sauerstoffverbrauch, die der vermehrten Wärmeproduktion dient, kann für kardial vorgeschädigte Menschen bereits ein erhebliches Risiko darstellen (9, 15).

Am Stadium II geht die zunächst vorherrschende Agitiertheit zunehmend in Somnolenz über. Atemfrequenz und Blutdruck sinken, die Atemzüge werden flacher und unregelmäßig. Der Muskeltonus ist erhöht. Der Organismus wird zunehmend poikilotherm, das heißt, er passt sich zunehmend den Umgebungsverhältnissen ohne ausreichende Möglichkeit der Gegenregulation an.

Es können kardiale Rhythmusstörungen und andere EKG-Veränderungen auftreten: Bradyarrhythmien mit Verlängerung der PQ- und QT-Zeiten, Verbreiterung des QRS-Komplexes, AV-Dissoziation, ST-Hebung, T-Wellen-Negativierung und multifokale Extrasystolen. Diese EKG-Veränderungen müssen von Artefakten abgegrenzt werden (8, 10).

Besteht der Wärmeverlust weiter fort, kommt es zur Bewusstlosigkeit (Stadium III). In diesem Stadium bestehen weite und lichtstarre Pupillen, selbst wenn noch kein Kreislaufstillstand eingetreten ist.

Das Stadium IV ist gleichbedeutend mit einem Kreislaufstillstand. Dabei geht der terminalen Asystolie häufig ein intermittierendes Kammerflimmern voraus. Der Muskeltonus ist jetzt schlaff.

**Sofortmaßnahmen**

Die Behandlung der systemischen, oft lebensbedrohlichen Unterkühlung hat Vorrang gegenüber lokalen Erfrierungen. Therapieziel ist das Erwärmen des Patienten bis zum Wiedererlangen der normalen Körpertemperatur. Dabei steht der Schutz vor Hypoxieschädigung im Vordergrund. Hierzu erfolgen engmaschige Kontrollen der Vitalfunktionen, frühzeitige Gabe von Sauerstoff und die Sicherung der Atemwege. Zur Volumentherapie empfiehlt sich die Gabe von kristalloiden Infusionslösungen (7, 11, 16). In den fortgeschrittenen Unterkühlungsstadien sollte der Volumenersatz vorsichtig erfolgen, da zum einen Rhythmusstörungen durch zu rasche Aufhebung der Zentralisation und nachfolgendem Einstrom von kaltem Schalenblut in das sensibilisierte Herz provoziert werden können und es zum anderen bei reduzierter Pumpfunktion des Herzens zu einer akuten Dekompensation kommen kann (4).

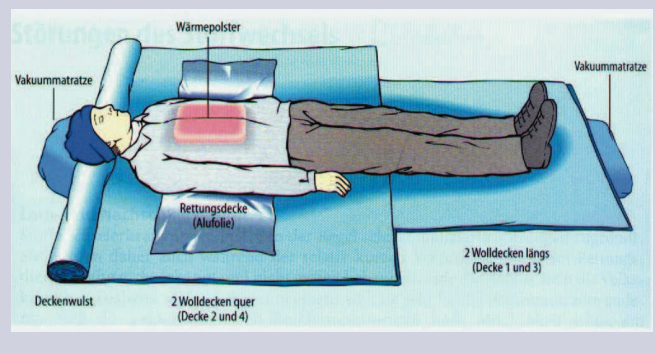
Die Korrektur einer hyperglykämischen Stoffwechsellaage sollte nur unter engmaschiger Blutzuckerkontrolle durchgeführt werden, da es im Verlauf der Wiedererwärmung zu ausgeprägten hypoglykämischen Stoffwechselentgleisungen kommen kann (7, 10).

**Abb. 2 Übersicht geeigneter Zielkliniken in Nord-Deutschland**



Der Internet-Auftritt des Projektes „Search and Rescue, Resuscitation and Rewarming in Accidental Hypothermia“ ([www.sarrrah.de](http://www.sarrrah.de)) bietet neben weiterführenden Informationen eine Übersicht über geeignete Zielkliniken im Norden Deutschlands.

**Abb. 3 Hibler-Packung (6)**



**Zusatzverletzungen**

Hinter vermeintlichen kaltebedingten neurologischen Funktionsausfällen können sich ein Schädelhirntrauma oder spinale Verletzungen verbergen (7). Daher sollte zum Traumamanagement des hypothermen Patienten die Rettung mit Schaufeltrage sowie die Immobilisation mittels Vakuummatratze und Stiffneck gehören. Bereits zu Beginn der Behandlung jedes Patienten im Rettungsdienst muss die nachträgliche Entstehung einer Hypothermie

vermieden werden. Dadurch kann eine Verschlimmerung von Verletzungsfolgen vermieden werden (10).

**Beinahe-Ertrinken**

Bei bewusstseinsingeschränkten Patienten (Glasgow Coma Scale kleiner als 8) ist bereits präklinisch die Intubation und Beatmung mit positiv endexpiratorischem Druck indiziert. Anzustreben ist eine Normventilation, die idealerweise mit Kapnometrie überwacht werden sollte.

**Abb. 4 Kohlefaser-Produkte zur äußeren aktiven Erwärmung**



Quelle: Theramed

■ **Wiedererwärmung**

Je schneller die Wiedererwärmung erreicht werden kann, desto besser ist die Prognose (5). Der Fokus liegt im Rettungsdienst auf einem möglichst raschen Transport des Patienten in eine geeignete Klinik mit den notwendigen Einrichtungen zur effizienten Wiedererwärmung (Abb. 2).

Besonders wichtig ist der Schutz vor weiterer Auskühlung. Hierzu stehen metallbeschichtete Rettungsdecken zur Verfügung. In diesem Zusammenhang wird vom passiven Erwärmen gesprochen, da die endogene Wärmeproduktion des Organismus das Temperaturdefizit unter Umständen bereits geringfügig ausgleichen kann. Alle anderen Erwärmungsversuche sind präklinisch nur zu erwägen, wenn ein Krankenhaus nicht in kurzer Zeit erreichbar ist, zum Beispiel in der Seenotrettung (10). Doch auch die Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger

(DGzRS) führt an Bord ihrer Schiffe eine passive Erwärmung durch. Hierzu werden isolierende Ganzkörper-Beutel – ähnlich einem aus Rettungsfolie gefertigten Schlafsack – verwendet.

**Aktives Erwärmen**

Entscheidet man sich aufgrund der präklinischen Umstände dennoch für einen sofortigen Beginn der aktiven Wiedererwärmung, so sollte diese stets äußerlich angewandte Wärmezufuhr ausschließlich über den Körperstamm erfolgen (4). Das Prinzip der Hibler-Packung entspricht dieser Forderung (Abb. 3). Ebenfalls anwendbar sind elektrisch betriebene Wärmedecken (Abb. 4). Bei reduzierter Hautdurchblutung besteht jedoch die Gefahr von lokalen Verbrennungen. Darüber hinaus kann durch diese Maßnahmen eine periphere Vasodilatation auftreten, wodurch eine vorbestehende Hypovolämie demaskiert sowie kardiale Rhythmusstörungen durch den Rückstrom kalten Schalenbluts verursacht werden können (7, 15).

**Invasives Erwärmen**

Invasive Maßnahmen zur Wiedererwärmung kommen ausschließlich in der Klinik zur Anwendung. Dazu zählen die Peritoneallavage mit angewärmten Infusionslösungen, die in jeder Klinik durchführbar ist, sowie das aktive Aufwärmen des Blutes mittels Hämofiltrationsgeräten oder der Herz-Lungen Maschine (Abb. 5). Die letztgenannten Verfahren sind nur in ausgewählten Kliniken durchführbar. Dabei ist die Therapie mit der Herz-Lungen-Maschine insbesondere beim Kreislaufstillstand geeignet. Dies sollte bei der Auswahl der Zielklinik berücksichtigt werden.

Abbildung 6 zeigt die unterschiedlichen Wirkungsgrade aller angesprochenen Methoden zur Wiedererwärmung. Dabei ist die Wirksamkeit der passiven Wiedererwärmung mittels Rettungsdecke und die der extern aktiven Wiedererwärmung mittels Erwärmung der Haut vergleichsweise gering. Bei diesen Maßnahmen kann die Körperkern-temperatur zunächst sogar noch abfallen, ohne einen effektiven Wärme-

**Abb. 5 Hämofiltration und Herz-Lungen Maschine**



Gerät zur Hämofiltration (oben) und Herz-Lungen Maschine (links) zur aktiven extrakorporalen Wiedererwärmung.

gewinn zu erzielen („After-Drop“). Die besten Ergebnisse lassen sich mit den präklinisch nicht anwendbaren invasiven Methoden erzielen.

**Wärmefach**

Die Verwendung warmer Infusionslösungen ist zur Erwärmung des Patienten nicht geeignet (3). Allerdings bringen vorgewärmte Infusionen zumindest den Effekt mit sich, den Körper des Patienten nicht noch weiter abzukühlen (Abb. 7). So sollte auch bei Patienten, bei denen die Hypothermie zunächst nicht im Vordergrund steht, eine Temperatursenkung durch Infusion kalter Flüssigkeiten vermieden werden.

**Kardiopulmonale Reanimation**

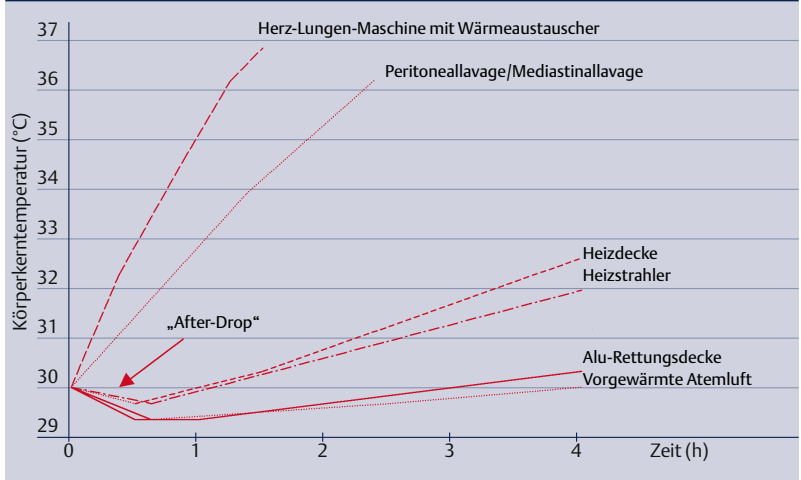
Die Möglichkeit eines Kreislaufstillstands ist die besondere Gefahr der tiefen Hypothermie (12, 16). Andererseits birgt die tiefe Unterkühlung bessere Erfolgsaussichten auf erfolgreiche Wiederbelebung (2, 11). In den International Resuscitation Guidelines des European Resuscitation Councils (ERC) wird Hypothermie als eine der besonderen, reversiblen Ursachen für Arrhythmien beziehungsweise Herzstillstand aufgeführt (13).

Der folgende Abschnitt befasst sich mit den im Vergleich zum normalen Ablauf einer Reanimation bei Hypothermie veränderten Maßnahmen.

**Vitalzeichenkontrolle**

Die Diagnose eines Kreislaufstillstandes ist bei einer schwer unterkühlten Person oft schwierig. Die Atmung kann flach und die Atemfrequenz sehr niedrig sein (4). Die Pupillomotorik ist bei ausgeprägter Hypothermie nicht richtungsweisend. Zentralisation und extreme Bradykardie erschweren die Pulskontrolle (11). Oft ist die Herzaktion arrhythmisch und liefert nur eine geringe Auswurfleistung. Der Blutdruck ist somit unter Umständen nicht messbar. Es besteht Einigkeit darüber, dass daher eine prolongierte Pulskontrolle notwendig sei. Die aktuellen internationalen Richtlinien des ERC sprechen hier von Zeiten bis zu ei-

**Abb. 6 Vergleich verschiedener Techniken zur Wiedererwärmung (5)**



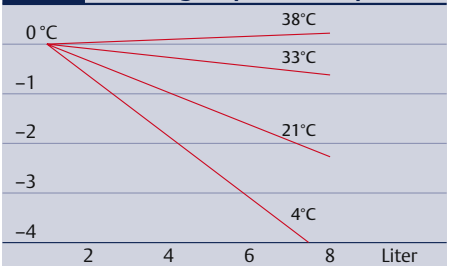
ner Minute. Zusätzlich sollte zur Identifizierung des Kreislaufstillstands ein EKG-Monitor zur Verfügung stehen (2, 12, 13). Im Zweifelsfall soll immer mit der Kardiopulmonalen Reanimation (CPR) begonnen werden (10).

Aufgrund der potentiell zerebroprotektiven Wirkung der Hypothermie (1, 12) ist auch bei bereits länger bestehendem unbehandeltem Kreislaufstillstand der Beginn von Wiederbelebensmaßnahmen sinnvoll. Dies gilt insbesondere beim Herz-Kreislauf-Stillstand, der direkte Folge einer raschen Abkühlung ist, und nicht in Folge einer anderen Ursache mit nachfolgendem Auskühlen des Patienten entstand.

**Freie Atemwege sichern**

Eine noch bestehende langsame Spontanatmung kann zur Versorgung der stark verlangsamten Körperfunktionen ausreichend sein. In diesem Fall kann Sauerstoffsufflation genügen. Der Sauerstoff kann hierbei zusätzlich angewärmt (40–46° C) und angefeuchtet werden. Manipulation am Patienten bei der Intubation birgt immer die Gefahr, ein Kammerflimmern hervorzurufen (12). Dennoch bleibt die endotracheale Intubation bei Atemstillstand die Maßnahme der Wahl (13). Zur Normoventilation des unterkühlten Patienten kann die Frequenz der Beatmung an den vermin-

**Abb. 7 Änderung Körperkerntemperatur**



**Änderung der Körperkerntemperatur eines 70 kg schweren Patienten in Abhängigkeit von der infundierten Menge unterschiedlich temperierter Flüssigkeiten (15).**

berten Energieumsatz und Sauerstoffverbrauch angepasst werden (2). Hyperventilation, und eine eventuell hiermit verbundene respiratorische Alkalose, kann ebenfalls Rhythmusstörungen am stark abgekühlten Myokard hervorrufen (12).

**Herzdruckmassage**

Die Frage, ob Geschwindigkeit und Tiefe der Thoraxkompressionen ebenfalls dem verminderten Bedarf angepasst werden sollten, ist umstritten (10). Aktive Kompression/Dekompression unter Verwendung einer Thorax-Saugglocke scheint bei durch die Kälte rigide gewordenem Herzmuskel und Thorax von Vorteil

für die Effektivität der externen Herzmassage zu sein (2).

Analog zur Atmung ist eine Herzfrequenz von 30/min bei extrem niedrigen Körpertemperaturen zur Blutversorgung der lebenswichtigen Organe in der Regel ausreichend. Der Beginn einer CPR könnte hier ventrikuläre Arrhythmien hervorrufen und wird nicht mehr generell empfohlen (10, 12).

#### Elektrotherapie

Bei einer rektal gemessenen Temperatur unter 29° C ist der Erfolg einer Defibrillation unwahrscheinlich. Daher sollte maximal eine Serie à drei Schocks versucht werden. Bleibt diese erfolglos, empfiehlt sich zunächst die Erwärmung über 29° C, bevor weitere Defibrillationsversuche unternommen werden (2, 4, 7, 11, 12, 13, 14, 16). Die Haut des Patienten sollte trocken sein, da sonst bei hohem transthorakalen Widerstand die Energie epicutal fortgeleitet wird und das Herz nur zum Teil erreicht (7).

Wie die Defibrillation ist auch eine Cardioversion unter 30° C KKT in der Regel unwirksam. Gleiches gilt ebenfalls für Schrittmacher-Stimuli. Da ein langsamer Herzrhythmus unter Hypothermie physiologisch ist, ist eine Schrittmacher-Anwendung ohnehin erst indiziert falls die Bradykardie nach Erwärmung fortbesteht (13).

#### Medikation

Zur Anwendung von Medikamenten und Flüssigkeit sollte frühzeitig ein periphervenöser Zugang gelegt werden. Wie bereits angesprochen, muss die Dosierung von Notfallmedikamenten unter hypothermen Bedingungen an die veränderte Empfindlichkeit des Organismus auf Pharmaka angepasst werden. Bei KKT kleiner als 30° C sind Antiarrhythmika und Katecholamine meist unwirksam. Wird die Dosierung nicht angepasst, droht eine toxische Akkumulation, und bei Wiedererwärmung Überdosierung.

#### Abbruch der Maßnahmen

Da eine Wiedererwärmung meist präklinisch nicht effizient und schnell genug möglich ist, sollte die

CPR über die üblichen zeitlichen Grenzen hinaus verlängert und während Transport und Wiedererwärmung weitergeführt werden (2, 11, 14). Die CPR sollte erst nach Wiedererwärmung abgebrochen werden, beziehungsweise wenn diese fehlschlägt (7, 10, 13, 16). Fallstudien berichten von erfolgreicher Wiederbelebung stark hypothermer Patienten (bis 13,7° C KKT) nach CPR von mehreren Stunden, wobei die Betroffenen, geschützt durch die niedrige Temperatur des ZNS, ohne neurologisches Defizit überlebten (1, 14). Eine Einschränkung gilt bei Körpertemperaturen über 32° C. Hier ist der Kreislaufstillstand in der Regel durch andere Ursachen begründet. Als Beispiel ist eine Verschüttung durch Lawinen ohne Atemhöhle mit langsamem Absinken der Körpertemperatur zu nennen. Unter diesen Umständen ist die Prognose meist infaust.

#### Summary

*Every medical rescue assignment should prompt consideration of the possible presence of hypothermia with the aim of initiating effective measures to prevent the negative effects of this condition on the course of the illness or injury. Recovery of a victim requires special care, and often special equipment and additional helpers. When hypothermia is present, prehospital emphasis is on keeping the patient warm and ensuring rapid transport to a suitable hospital with facilities for effective rewarming. The external application of heat requires consideration to be given to associated risks, such as the unmasking of hypovolaemia and cardiac arrhythmias. The diagnosis of cardiac arrest under hypothermia must take account of the special conditions that apply to a cold body. Reanimation algorithms and pharmacotherapy must be adapted to the changed physiological situation caused by the lowered temperature.*

#### Literatur

1. Althaus U, Aeberhard P, Schüpbach P et al. Management of Profound Accidental Hypothermia with Cardiorespiratory Arrest. *Ann Surg* 1982; 195: 492–495

2. Baumeier W. Akzidentelle Hypothermie: Präklinisches und klinisches Management. *Plexus* 2000; 2: 21–25
3. Böhmer R, Merz T, Schneider T, Wolcke B. Taschenatlas Rettungsdienst. Mainz: Merz Verlag, 2001; 47:387
4. Chmelizek F. Lawinenunfälle und Kälteschäden. In: Hempelmann G et al. (Hrsg.) *Notfallmedizin*. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1999: 350–357
5. Gentilello LM. Advances in the Management of Hypothermia. *Horizons in Trauma Surgery* 1995; 75: 243–256
6. Gorgaß B, Ahnefeld FW, Rossi R, Lippert H-D. Rettungsassistent und Rettungsanwärter. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1997: 529
7. Gries A. Notfallmanagement bei Beinahe-Ertrinken und akzidenteller Hypothermie. *Anaesthesist* 2001; 50: 887–901
8. Hossli G. Störungen im Wärmehaushalt: Akzidentelle allgemeine Hypothermie. In: Ahnefeld FW, Dick W, Kilian J, Schuster HP (Hrsg.) *Notfallmedizin*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1986: 172–179
9. Kober A, Strasser H, Fleischhackl R et al. Milde Hypothermie und Trauma im Rettungsdienst. *Notfall & Rettungsmedizin* 2001; 4: 489–492
10. Lønning PE, Skulberg A, Abyholm F. Accidental hypothermia – Review of the literature. *Acta Anaesthesiol Scand* 1986; 30: 601–613
11. Luxem J, Wirtz S, Wust M et al. Thermische Notfälle. In: Kühn D, Luxem J, Runggaldier K (Hrsg.) *Rettungsdienst*. München, Jena: Urban & Fischer Verlag, 1998: 461–464
12. Mebane GY. Hypothermia. In: Bove AA, Davis JC (Hrsg.) *Diving Medicine*. Philadelphia, London, Toronto: WB Saunders, 1990: 95–104
13. Nolan JN. *Advanced Life Support Manual*. Wilrijk: European Resuscitation Council, 2001: 105–106
14. Röggla M, Wagner A, Eisenburger P et al. Wiederbelebung bei Hypothermie und Ertrinken. *Notfall & Rettungsmedizin* 2001; 4: 482–488
15. Schoser G, Meßmer M. Perioperative Hypothermie. *Anaesthesist* 1999; 48: 931–943
16. Urbach W. Eigenheiten der Seenotrettung/Mittlmeier T. Bergrettung. In: Madler C, Jauch KW, Werdan K (Hrsg.) *Das NAW Buch – Praktische Notfallmedizin*. Urban & Schwarzenberg Verlag, 1994: 746–766
17. Valeri CR, Cassidy G, Khuri S et al. Hypothermia induced reversible platelet dysfunction. *Ann Surg* 1987; 205: 176–181

#### Anschrift für die Verfasser

Priv.-Doz. Dr. med. Stefan Schroeder  
DRK-Wasserwacht Nordrhein e.V.  
c/o Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
und Spezielle Intensivmedizin  
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität  
Bonn  
Sigmund-Freud-Str. 25  
53105 Bonn  
eMail: Stefan.Schroeder@ukb.uni-bonn.de