

1. Einleitung

Die Behandlung reanimierter Patienten ist eine wichtige Aufgabe in der Intensivmedizin. Die Postreanimationstherapie stellt das letzte der vier Kettenglieder in der Überlebenskette für Reanimationspatienten dar. Ziel der Postreanimationstherapie ist nicht nur ein stabiler Herzrhythmus und eine adäquate Organdurchblutung sondern auch eine normale Hirnfunktion.¹ In Europa erleiden ca. 375000 Menschen jährlich einen Herz-Kreislaufstillstand. Es gelingt bei 25 – 50 Prozent der Patienten, durch schnelle Reanimationsmaßnahmen, einen Spontankreislauf wieder herzustellen. Dennoch werden nur 2 bis 10 Prozent aller Patienten nach erfolgreicher Reanimation ohne neurologisches Defizit aus dem Krankenhaus entlassen. Mit der therapeutischen Hypothermie steht erstmals eine evidenzbasierende Methode zur Verbesserung der Hirnfunktion (Neuroprotektion) zur Verfügung.^{2,3}

Ziel der Facharbeit ist es die Grundlagen zur therapeutischen Hypothermie zu vermitteln und einen Überblick über die aktuellen Studien dar zu stellen, sowie praktische Anleitung zum Einsatz der therapeutischen Hypothermie auf der Intensivstation zu geben. Mögliche Nebenwirkungen und die verschiedenen Verfahren der therapeutischen Hypothermie werden ebenfalls dargestellt.

2. Grundlagen

2.1. Pathophysiologie nach Reanimation

Während eines Herz-Kreislaufstillstands werden die Sauerstoffspeicher des Gehirns entleert, innerhalb von zehn bis zwanzig Sekunden wird der Patient komatös. Die zerebralen Glucose und ATP-Speicher sind nach drei bis fünf Minuten kompletter Ischämie aufgebraucht. Als Folge wird der Stopp der Membranpumpen beschrieben. Laktatazidose und Einstrom von Kalzium in die Zellen sowie das Auftreten von freien Fettsäuren und exzitatorischen Aminosäuren führen zur Schädigung des Gehirngewebes.³

¹ Pflegeintensiv 2007, Nr. 2, Lebensrettende Kühlung

² Notfall und Intensivmedizin 2007 3. Jahrgang, Mai

³ <http://www.medical-tribune.at/dynasite.cfm?dssid=4171&dsmid=70048&dspaid=540595>

Zum anderen kommt es zu einer zerebralen Schädigung, die durch Wiedereinsetzen der Sauerstoffversorgung nach erfolgreicher Reanimation verursacht wird.

Den Schädigungsprozess nach einer erfolgreichen Reanimation nennt man Postreanimationsyndrom (PRS). Das PRS umfasst vier pathophysiologische Prozesse:

- Perfusionsstörung
- Reoxygenierungsschäden durch die Aktivierung von chemischen Kaskaden aus denen freie Radikale hervor gehen. Diese freien Radikale (z.B. Wasserstoffsuperoxyd) wirken toxisch auf die Neurone
- Veränderungen in der Blutzusammensetzung infolge der Stase während des Herz-Kreislauf-Stillstands.
- Schädigung durch extrazerebrale Ursachen wie z.B. durch hypoxie geschädigte Darmabschnitte.

Diese ganzen Prozesse die durch einen Herz-Kreislaufstillstand in Gang kommen sollen durch die therapeutische Hypothermie günstig beeinflusst werden.⁴

2.2. Definition der Hypothermie

Mit der Hypothermie wird eine abnorm tiefe Körpertemperatur bezeichnet. Zwar unterliegt die Körpertemperatur natürlichen Schwankungen, jedoch spricht man bei einer Körpertemperatur unter 36°C von einer Hypothermie.

Die Hypothermie läßt sich in verschiedene Hypothermiegrade einteilen(Abb.1).⁵

Hypothermie	Temperatur (°C)
Milde Hypothermie	32-36
Moderate Hypothermie	28-32
Tiefe Hypothermie	<28

Abb. 1⁵

⁴<http://www.medical-tribune.at/dynasite.cfm?dssid=4171&dsmid=70048&dspaid=540595>

⁵Der Anästhesist 2008, Nr 57, Therapeutische Hypothermie

2.3. Wirkungsweise der therapeutischen Hypothermie

Eine Hypothermie hat einerseits schädliche Auswirkungen auf den menschlichen Körper, kann aber andererseits auch therapeutisch genutzt werden. Nach derzeitigen Erkenntnissen können alle Methoden der Patientenkühlung das Ausmaß von Zellschädigungen im Gehirn reduzieren. Durch die Körperkühlung werden Zellnekrosen vermindert, weil exzitatorische Aminosäuren, wie Glutamat, sinken. Auch die Entstehung einer intrazellulären Azidose wird durch die Temperatursenkung vermindert. Durch die Ischämie bei Herz-Kreislauf-Stillständen wird die Blut-Hirn-Schranke durchlässig, die therapeutische Hypothermie vermindert das Ausmaß eines Hirnödems.⁶

2.4. Studienlage zur therapeutischen Hypothermie

Die Universitätsklinik für Notfallmedizin am AKH Wien hat, unter der Leitung von Michael Holzer und Fritz Sterz und in Zusammenarbeit mit acht anderen Zentren in Europa die Multicenter-Studie HACA („Hypothermia after cardiac arrest“), durchgeführt. Da diese Studie die größte in diesem Bereich ist möchte ich sie etwas näher beschreiben.

Primärer Studienendpunkt war der Vergleich des neurologischen Funktionszustands von reanimierten Patienten mit kühler und normaler Körpertemperatur nach sechs Monaten.

Die Patienten mussten präklinisch ein Kammerflimmern oder eine pulslose Tachycardie aufweisen.

Das Alter der Patienten die in der Studie berücksichtigt werden sollten war auf 18 bis 75 Jahren festgelegt.

Weitere Einschlusskriterien :

- Maximal 15 Min. bis Beginn der Reanimationsmaßnahmen
- Wiederherstellung des spontanen Kreislaufes innerhalb von 60 Minuten
- Keine Reaktion auf verbale Anschbrache.⁷

⁶ Der Anästhesist 2008, Nr. 57, Therapeutische Hypothermie

⁷ The New England Journal of Medicine, 2002, Vol. 346, S.549-556

Von 1996 bis 2001 erfüllten 275 Patienten die Einschlusskriterien. 137 von ihnen wurden neben den standardisierten intensivmedizinischen Maßnahmen mit milder Hypothermie behandelt, 138 Patienten wurden normotherm gehalten. Nach standardisierter Sedierung und Muskelrelaxierung wurden die Patienten der Hypothermiegruppe für 24 Stunden auf eine Kerntemperatur von 32 bis 34°C gekühlt. Die Kühlung erfolgte mit Hilfe eines Spezialbetts (TheraKool®, KCI Medical Products), dessen Matratze und Überdecke kalte Luft über den Körper verteilen. Danach wurden sie über acht Stunden auf eine Kerntemperatur von über 36 °C wieder erwärmt. Die Körpertemperatur wurde mittels einer Temperatursonde gemessen die im Blasenkatheder intigriert war. Um das neurologische Outcome beurteilen zu können wurden die Patienten nach der Pittsburgh Cerebral Performance Category (CPC, Abb. 2) einfach blind beurteilt.⁸

1	Keine/minimale Beeinträchtigung
2	Moderate Beeinträchtigung
3	Bewusstsein erhalten, schwere Beeinträchtigung
4	Apallisch
5	Tot

Abb.2 Glasgow-Pittsburgh Cerebral Performance and Overall Performance Categories (CPC)⁸

Ergebnis:

55 Prozent der Patienten der Hypothermie-Gruppe hatten ein gutes neurologisches Ergebnis (CPC 1 o. 2) im Vergleich zu 39 Prozent in der Normothermiegruppe. Um einen zusätzlichen Patienten mit gutem neurologischen Outcome zu gewinnen, mussten 6 Patienten mit milder Hypothermie behandelt werden. Weiteres Ergebnis der Studie war, das 6 Monate nach dem Herz-Kreislaufstillstand die Sterblichkeitsrate in der Hypothermiegruppe um 14 Prozent niedriger war als in der Normothermiegruppe. Die Komplikationsrate in beiden Gruppen unterschied sich kaum.⁸

⁸The New England Journal of Medicine, 2002, Vol. 346, S.549-556

Weitere Studien:

Zu ähnlich guten Ergebnissen führten zwei weitere kleinere Studien mit ähnlichen Einschlusskriterien. Sie unterschieden sich hauptsächlich in der Art der Kühlmethode, und der Kühldauer.

In der *Hachimi-Idrissi-Studie* wurden 33 Patienten mittels Kühlmantel auf 34°C gekühlt. Die Temperatur wurde über Vier Stunden aufrechterhalten.

Die *Stephen-A-Bernard-Studie* fand an vier Standorten in Australien mit 77 Patienten statt. Als Kühlmethode wurden Eispackungen gewählt. Die Zieltemperatur von 33°C wurde für 12 Stunden aufrechterhalten.^{9, 10, 11}

2.5. Indikation zur Hypothermie (Empfehlungen der ILCOR)

Auf der Basis der Resultate der randomisierten Studien wurde der Einsatz der therapeutischen Hypothermie nach Herz-Kreislaufstillstand von der ILCOR im Jahre 2003 empfohlen. Die Neufassung der internationalen Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation im Jahre 2005 gibt ebenfalls eine Empfehlung zur therapeutischen Hypothermie.¹²

Folgende Empfehlungen zur Indikation werden gegeben :

- „Bewusstlose erwachsene Patienten mit Spontanzirkulation nach präklinischem Kreislaufstillstand durch Kammerflimmern sollen auf 32-34°C gekühlt werden. Die Kühlung soll so schnell wie möglich begonnen und für 12-24 Stunden fortgesetzt werden.
- Die therapeutische Hypothermie könnte auch bewusstlosen Patienten nach präklinischen Kreislaufstillstand mit nicht defibrilierbarem Rhythmus nutzen oder Patienten mit innerklinischem Kreislaufstillstand
- Ein Kind, das nach einem Atem-Kreislaufstillstand wieder einen Spontankreislauf erlangt, aber komatös bleibt, kann von einer Kühlung der Körpertemperatur auf 32-34°C für 12-24 Stunden profitieren“¹²

⁹vgl. The New England Journal of Medicine, 2002, Vol. 346, S.549-556

¹⁰<http://www.medical-tribune.at/dynasite.cfm?dssid=4171&dsmid=70048&dspaid=540595>

¹¹The New England Journal of Medicine, England, 2002, Vol. 346, S.557-563

¹²Der Anästhesist 2008, Nr. 57, Therapeutische Hypothermie

2.6. Kontraindikationen zur therapeutischen Hypothermie

Da die milde Hypothermie ein für den Patienten unangenehmes Therapieverfahren ist, sollte der wache Patient als Kontraindikation gesehen werden. Es werden aktuell Techniken entwickelt, mittels derer die therapeutische Hypothermie auch von wachen Patienten toleriert werden soll.¹³

Weitere Kontraindikationen sind:

- Therapieresistente hämodynamische Instabilität¹³
- Therapieresistente Gerinnungsstörung¹³
- Manifeste oder Verdacht auf Blutung¹³
- Schwangerschaft¹⁴
- Sepsis¹⁴

Bei Patienten, die für eine therapeutische Hypothermie nicht in Frage kommen sollte die Körpertemperatur trotzdem überwacht werden. Bisher gibt es zwar nur experimentelle Daten zur Verbesserung des Outcome nach Fiebersenkung doch erscheint die Vermeidung einer Hyperthermie doch sinnvoll.¹³

3. Durchführung der therapeutischen Hypothermie

3.1. Induktion der Hypothermie

Die therapeutische Hypothermie beginnt bereits am Notfallort. Der rettungsdienstliche Grundsatz des Wärmeerhalts des Patienten sollte in diesem Fall außer Kraft treten.¹⁵

„Die Wahl für ein bestimmtes Kühlverfahren stellt stets einen Kompromiss aus Effektivität und Invasivität dar. Klinische Studien in denen die verschiedenen Kühlverfahren in Hinblick auf Letalität und Morbität verglichen wurden existieren leider noch nicht.(Abb.3)“ (vgl.Der Anästhesist 2008, Nr 57, S.202)

¹³ Der Anästhesist 2008, Nr. 57, Therapeutische Hypothermie

¹⁴ http://www.intensivpflege.ch/fileadmin/redaktion/Hypothermie__2007_.pdf

¹⁵ Pflegeintensiv 2007, Nr. 2, Lebensrettende Kühlung

Abb.3 Kühltechniken zur Indikation einer therapeutischen Hypothermie¹⁶

Kühltechnik	Kühlrate °C/h
Eispacks	0,9
Kaltluft	0,4-0,8
Kältematten	0,9
Infusion kalter Flüssigkeiten	3,2
Endovaskulärer Kühlkatheder	0,8-4,7
Venovenös (z.B. Hämofilter)	3,5
Extrakorporale Zirkulation	12

3.1.1. Oberflächenkühlung (Eispacks, Kaltluft, Kältematten)

Sowohl die Patienten in der HACA-Gruppe als auch die Patienten in der Studie von Bernard et al. wurden mit einer reinen Oberflächenkühlung behandelt¹⁷, mit positiven Ergebnissen. Die Kühlrate dieser Methode ist mit 0,4-0,9°C/h jedoch relativ gering. In der HACA-Studie waren mehr als 6h bis zum Erreichen der Zieltemperatur nötig.¹⁷ Tierexperimentelle Daten legen nahe, je schneller die Zieltemperatur erreicht wird, desto ausgeprägter ist der therapeutische Effekt. Deshalb sollte der Einsatz anderer, schnellerer Kühlmethoden erwogen werden.¹⁶ Da sich die Oberflächenkühlung eher zur Aufrechterhaltung einer Hypothermie eignet ist diese in Punkt 3.2.1. näher beschrieben.

3.1.2. Infusion kalter Infusionslösungen Lösungen

Eine einfache Methode der Hypothermieinduktion stellt die Infusion großer Mengen kalter Infusionslösungen dar. Dabei wird dem Patienten 4° kalte kristalloide Lösung in einer Dosierung von 30ml/kg KG innerhalb von 30 Minuten infundiert.^{16, 18, 19} Da nach einer Reanimation die linksventrikuläre Pumpfunktion eingeschränkt ist,

¹⁶ Der Anästhesist 2008, Nr. 57, Therapeutische Hypothermie

¹⁷ The New England Journal of Medicine, 2002, Vol. 346, S.549

¹⁸ http://www.intensivpflege.ch/fileadmin/redaktion/Hypothermie__2007_.pdf

¹⁹ Pflegeintensiv 2007, Nr. 2, Lebensrettende Kühlung

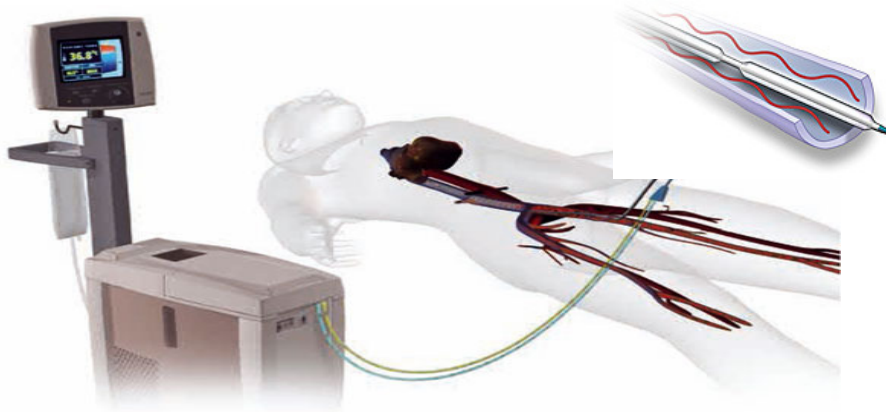
gab es Befürchtungen, die rasche Infusionsgabe könnte zur kardialen Dekompensation führen. Verschiedene Studien konnten diese Befürchtung allerdings entkräften. Auch andere Komplikationen wurden nach Gabe großer Volumina nicht beobachtet.^{20, 21}

Angesichts der benötigten Infusionsmenge (ca. 2L) sollte diese überlegt ausgewählt werden. Bei Verwendung von NaCl 0,9% ist eine Veränderung von Plasmaelektrolyten und dem Säure-Basen-Status (metabolische Azidose) zu erwarten.²¹

Balancierte, basenhaltige Elektrolytlösungen erscheinen Vorteilhaft, z.B. Ringer-Lactat Lösungen. Bernard et al. stellte eine Abnahme der Azidose unter der Infusion von Ringer-Lactat fest.²¹

3.1.3. Endovaskulärer Kühlkatheder

Ein sehr Effektives Verfahren die Hypothermie zu induzieren ist der endovaskuläre Kühlkatheder (z.B. Cool-Guard^R, ICY-Katheder^R). Hierbei handelt es sich um einen Katheder der typischerweise in der V. cava Inferior platziert ist. An der Spitze befindet sich ein spezieller Ballon der mittels einer externen Pumpe mit Kochsalzlösung perfundiert wird. Über einen Wärmeaustauscher lässt sich die Temperatur der Kochsalzlösung verändern so das der Patient entweder gekühlt oder erwärmt werden kann.^{22, 23}



Aufbau eines kompletten Coolgard 3000 Systems mit schematischer Darstellung eines endovaskulären Kühlkatheters im Blutgefäß^{22,23}

²⁰http://www.intensivpflege.ch/fileadmin/redaktion/Hypothermie__2007_.pdf

²¹Der Anästhesist 2008,Nr 57, Therapeutische Hypothermie, S. 201-202

²²<http://www.fumedica.ch/home-d.html>

²³<http://www.alsius.com/products/>

Der Patient, mit endovaskulärem Kühlkatheder, ist jederzeit zugänglich und es besteht ein geringer Pflegeaufwand.

Bei dieser Art des Kühlens besteht allerdings eine erhebliche Invasivität verglichen mit der Oberflächenkühlung oder Kühlung mit kalten Infusionen.

Auch der Kostenfaktor sollte bei dieser Methode berücksichtigt werden.

3.2. Aufrechterhaltung der Hypothermie

Nach Erreichen der Zieltemperatur kann diese sowohl durch Oberflächenkühlung als auch durch endovaskuläre Kühlkatheder aufrechterhalten werden. Das infundieren von kalten Infusionslösungen eignet sich nicht zur Aufrechterhaltung der Hypothermie.^{24,26}

Im intensivmedizinischen Bereich stehen mehrere Methoden der Oberflächenkühlung zur Verfügung. Welche Möglichkeiten es gibt und welche Vor- und Nachteile sich im Einzelnen ergeben können wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

3.2.1. Oberflächenkühlung

3.2.1.a Eispacks und in Eiswasser getränkte Tücher

So gut wie kostenfrei ist die Aufrechterhaltung der Hypothermie mit Hilfe von Eispacks und in Eiswasser getränkten Tüchern.

Es sollten genügend Eispacks vorrätig sein, da ein häufiger Wechsel angezeigt ist um die Temperatur stabil zu halten.

Dieses sogenannte „poor-man“ Verfahren²⁵ ist allerdings mit einem hohen Arbeitsaufwand für das Pflegepersonal verbunden.

Da die Temperaturregulation „von Hand“ gesteuert wird und der Patient peripher gekühlt wird, kann es zu Temperaturschwankungen kommen.²⁶

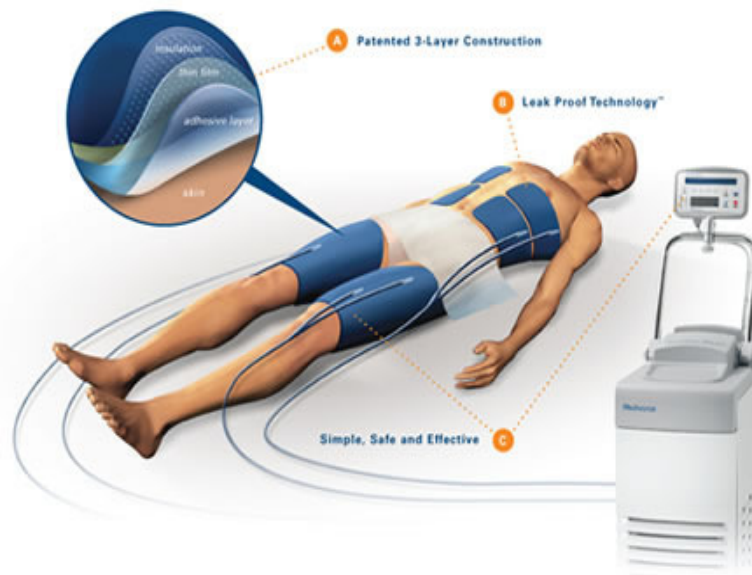
²⁴https://www.skverlag.de/fileadmin/user_upload/bundeskongress/Busch_Milde_Hypothermie.pdf

²⁵Pflegeintensiv 2007, Nr. 2, Lebensrettende Kühlung

²⁶Der Anästhesist 2008,Nr 57, Therapeutische Hypothermie

5.2.1.b Kühlmatten (Wasserdurchflossen)

Dem Patienten werden spezielle Kühlmatten angelegt, welche mit Hilfe von zirkulierendem, gekühltem Wasser die Hypothermie aufrecht erhalten.(s.Abb.)²⁷Diese Kühlmethode ist nicht invasiv und die Kühlmatten sind relativ komplikationslos anzulegen.



5.2.1.c Kaltluftsysteme

Die Industrie bietet verschiedene Systeme die mit kalter Luft arbeiten. Das Spektrum reicht von Kaltluftdecken (z.B. Warm Touch, Mallinkrott[®]) bis hin zu kompletten Betten (z.B. DeltaTherm[®], KCI).

Das Prinzip ist aber überall das gleiche. Mittels einem kalten Luftstrom der dicht über der körperfläche zieht wird dem Körper die Wärme entzogen (Konvektion)³⁰

3.2.2. Endovaskulärer Kühlkatheter

Wie schon unter Punkt 3.1.3. beschrieben eignet sich der endovaskuläre Kühlkatheter sowohl zur Induktion, Aufrechterhaltung einer therapeutischen Hypothermie als auch zur Wiedererwärmung.

²⁷ http://www.mayohealthcare.com.au/products/criticalCare_tpt_tech.htm#arctic_tech

³⁰ Pflege Heute, S. 269

Somit ist ein Gerätewechsel nicht nötig, was den Arbeitsaufwand verringert. Temperaturschwankungen sind aufgrund der Feedback-gesteuerten Temperaturregulation nahezu unmöglich.

Die erhebliche Invasivität und die hohen Anschaffungskosten im Vergleich zur Oberflächenkühlung seien nochmal als Nachteil genannt.

3.3. Beatmung des reanimierten Patienten während der therapeutischen Hypothermie

Sowohl eine Hypoxie als auch eine Hyperkapnie erhöhen die Gefahr eines weiteren Kreislaufstillstandes und können dadurch zu sekundären Hirnschäden führen. Eine durch Hyperventilation ausgelöste Vasokonstriktion kann zu einer weiteren Verschlechterung der lokalen Durchblutung führen.

Studien haben gezeigt, das die Reduktion des CO₂-Partialdrucks (PaCO₂) um 10mmHg durch eine Hyperventilation, zu einer 10%igen Reduktion der Sauerstoffsatigung im Blut des Bulbus venae jugularis führt (zeigt eine Verschlechterung der zerebralen Oxygenierung an).

Es scheint vernünftig, die Beatmung so einzustellen, das eine Normokapnie erreicht wird. Durch Messung des endtidalen CO₂ (etCO₂) und regelmäßigen Blutgasanalysen kann dies genau überwacht werden. Die inspiratorische Sauerstoffkonzentration wiederum sollte so gewählt werden das eine ausreichende arterielle Sauerstoffsatigung gewährleistet ist.²⁹

3.4. Begleitmedikation

Der menschliche Organismus ist bestrebt die Körpertemperatur mittels Wärmebildung und Wärmeabgabe konstant zu halten. Der Sollwert wird im Warmeregulationszentrum im Hypothalamus festgelegt. Thermorezeptoren messen die Temperatur im Körperinneren, der Haut und im Rückenmark.³⁰

Die forcierte Induktion einer Hypothermie führt daher zur Aktivierung physiologischer Gegenregulationsmechanismen wie Vasokonstriktion und Shivering.

²⁹ Klinikarzt 2008,Nr.37, Der beatmete Patient nach kardiopulmonaler Reanimation

³⁰ Pflege Heute, S. 269

Diese Gegenregulation ist für den Patienten unangenehm (er friert) und wirkt der gewünschten Kühlung entgegen. Außerdem erhöht sich der Sauerstoffverbrauch durch das Kältezittern massiv und es besteht das Risiko von Hypoxämie und myokardiale Ischämie.³¹

Durch eine Analgosedierung des Patienten können diese Risiken vermindert werden. Dabei hemmen offenbar alle gängigen Narkotika die Thermoregulation in ähnlicher Weise, so dass örtliche Gewohnheiten beibehalten werden können.³²

Eine zusätzliche Relaxierung des beatmeten Patienten kann das thermoregulatorische Kältezittern vollständig ausschalten. Dadurch können allerdings interventionsbedürftige Krampfanfälle maskiert werden.³²

4. Komplikationen die während der Hypothermie auftreten können

Wie jede Therapie hat auch die therapeutische Hypothermie unerwünschte Wirkungen. Sie stellt einen erheblichen Eingriff in die Hämostase dar und ist deswegen auch ein Verfahren welches auf der Intensivstation durchgeführt werden muss.³³ Das Erkennen und Beherrschen von Nebenwirkungen, die mit fallender Temperatur und steigender Kühldauer zunehmen, entscheiden oftmals über den endgültigen Therapieerfolg.

Das Auftreten von Komplikationen so wie die Ausprägung des Schweregrades ist abhängig vom Grad der Hypothermie. Schwerwiegende Komplikationen sind bei milder Hypothermie selten und können durch entsprechende Interventionen beherrscht werden.³⁴(s. Tabelle)

³¹Thiemes Intensivpflege, S. 273

³²Der Anästhesist 2008,Nr 57, Therapeutische Hypothermie

³³http://www.intensivpflege.ch/fileadmin/redaktion/Hypothermie__2007_.pdf

³⁴Pflegeintensiv 2007, Nr. 2, Lebensrettende Kühlung

Mögliche Komplikationen der therapeutischen Hypothermie³⁶	
Häufig	<ul style="list-style-type: none"> • Gerinnungsstörungen (Blutungszeit verlängert, Trombozytenfunktionsstörung etc.) • Elektrolytstörungen (Abfall von Serumkalium, -magnesium, -kalzium, -phosphat) • Hypovolämie • Serumamylaseerhöhung
Bis	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderung von Medikamentenwirksamkeit und • Insulinresistenz • Infektionen (Pneumonie, Sepsis) • Myokardiale Ischämien • Pankreatitis
Selten	<ul style="list-style-type: none"> • Intrazerebrale Blutungen

Im Folgenden werden die Komplikationen einer Hypothermie aufgeführt und erläutert was das für die Pflege dieser Patienten bedeutet:

4.1. Risiko für Infektionen

Eine Hypothermie führt zu einer Vasokonstriktion die wiederum einen verminderten Gewebssauerstoffpartialdruck zur Folge hat. Dadurch wird die Entwicklung von Infektionen begünstigt.

Immunkompetente Zellen, wie z.B. Antikörper, werden direkt gehemmt. Das Risiko für Pneumonien, Wundinfektionen und Sepsis ist dadurch erhöht.

Eine Antibiotikaprophylaxe und eine Darmdekontamination können das Risiko einer Pneumonie senken. Alle pflegerischen Handlungen (z.B. Verbände, endotracheales absaugen) sollten unter hygienischen Aspekten durchgeführt werden um Infektionen zu vermeiden.^{35, 36, 37}

³⁵ http://www.intensivpflege.ch/fileadmin/redaktion/Hypothermie__2007_.pdf

³⁶ Der Anästhesist 2008, Nr 57, Therapeutische Hypothermie

³⁷ INTENSIV 2008, Nr.3, Kontrollierte Hypothermie nach Reanimation, S.138

4.2. Gerinnungsstörungen

Die plasmatische und die thrombozytäre Blutgerinnung sind temperaturabhängig und somit bei einer Hypothermie beeinträchtigt.

Die Bedeutung einer hypothermieinduzierten Gerinnungsstörung im Rahmen einer therapeutischen Hypothermie ist noch unklar.

In der HACA Studie hatten die Patienten der Hypothermiegruppe (26%) ein leicht höheres Blutungsrisiko als die Patienten der Normothermiegruppe (19%).³⁹

Die Hypothermie begünstigt eine reduzierte Thrombozytenfunktion, die Anzahl der Thrombozyten verändert sich aber nicht. Die plasmatische Gerinnung verschlechtert sich.

Patienten mit schweren Gerinnungsstörungen sollten von der therapeutischen Hypothermie ausgeschlossen werden, Thrombolysetherapie stellt ebenso wie eine perkutane Koronarintervention keine Kontraindikation dar.^{38, 39, 40}

Durch die erhöhte Blutungsneigung müssen nötige pflegerische Arbeitsabläufe der Situation angepasst werden.

Mundpflege bei Gerinnungsstörungen:

Die Mundpflegelösung sollte mit Augenmerk gewählt werden da einige Lösungen scharfe Inhaltsstoffe enthalten.⁴⁰ Die Durchführung sollte mit Vorsicht erfolgen um Schleimhautverletzungen zu vermeiden.

Endotracheales Absaugen bei Gerinnungsstörungen:

Beim endotrachealen Absaugvorgang besteht die Gefahr Schleimhautverletzungen oder Blutungen durch den Absaugkatheder zu verursachen. Um diese Gefahr zu verringern sollten während der therapeutischen Hypothermie atraumatische Luftkissenkatheter für die endotracheale Absaugung verwendet werden.⁴⁰

³⁸http://www.intensivpflege.ch/fileadmin/redaktion/Hypothermie__2007_.pdf

³⁹Der Anästhesist 2008,Nr 57, Therapeutische Hypothermie

⁴⁰Thiemes Intensivpflege, S.553,181,103

4.3. Insulinresistenz / Hyperglykämie

Während einer Hypothermie kommt es zu:

- einer peripheren Insulinresistenz des Gewebes.
- einer herabgesetzten Sekretion von Insulin aus der Pankreas.
- einer Verminderung aller Leberfunktionen.^{41,42}

Infolge dieser pathophysiologischen Vorgänge kommt es zu einer Hyperglykämie. Ein hoher Blutzuckerspiegel hat einen negativen Einfluss auf die Prognose kritisch Kranker. Eine strikte Blutzuckereinstellung könnte auch nach einem Herz-Kreislaufstillstand einen Überlebensvorteil bringen.^{42,43}

Während einer therapeutischen Hypothermie sollten die Blutglukosewerte engmaschig kontrolliert werden. Dabei sollte bedacht werden das Werte über 111mg/dl die Mortalität negativ beeinflussen. Die kontinuierliche I.V. Gabe von Insulin lässt sich am genauesten Steuern und ist deswegen auch bei der therapeutischen Hypothermie Mittel der Wahl.^{42,43,44}

4.4. Veränderung von Medikamentenwirksamkeit

Die Metabolisierungsrate sinkt bei einer Hypothermie da alle Leberfunktionen verlangsamt werden. Das führt zu einer verlängerten Wirkdauer und erhöhtem Plasmaspiegel von Analgosedativa, Muskelrelaxantien und anderen Medikamenten.

Bei einer Antagonisierung muss beachtet werden das eine Unterkühlung zwar den Relaxantienbedarf senkt jedoch nicht den Bedarf an Neostigmin, um die Blockade wieder aufzuheben.^{43,44,45}

⁴¹ http://www.zwai.net/pflege/Anaesthesie/Journal/Anaesthesiepflege/Hypothermie_im_OP/Teil_1/

⁴² Der Anästhesist 2008, Nr 57, Therapeutische Hypothermie

⁴³ Pflegeintensiv 2007, Nr. 2, Lebensrettende Kühlung

⁴⁴ <http://www.medical-tribune.at/dynasite.cfm?dssid=4170&dsmid=74635&dspaid=581137#dsa581401>

⁴⁵ Larsen Anästhesie, S.267

4.5. Blutgase und pH-Wert

Da in Hypothermie die Löslichkeit der Blutgase zunimmt, fallen $p_a\text{CO}_2$ und $p_a\text{O}_2$ ab. Der pH-Wert nimmt hingegen bei fallender Temperatur zu und umgekehrt. Eine Reduktion der Körpertemperatur um ein Grad erhöht den Blut-pH um 0,015.

Für die Beurteilung der Blutgase wird die Alphastat-Regulation empfohlen:

Die Blutgase werden bei 37°C gemessen und nicht auf die Körpertemperatur des Patienten korrigiert, so liegen pH und $p\text{CO}_2$ im physiologischen Normbereich (der CO_2 -Gehalt verändert sich nicht). Die unkorrigierten Werte sollten dann während der Hypothermie im Normbereich von 37°C gehalten werden.

Andere Autoren korrigieren die gemessenen Werte auf die tatsächliche Körpertemperatur (pH-stat-Regulation).^{46, 47}

Da zur Zeit noch keine Langzeitstudien existieren, die Vorteile eines der beiden Verfahren belegen, ist es sinnvoll, hinsichtlich des pH-Regimes bei therapeutischer Hypothermie differenziert vorzugehen.

Vor der Durchführung der therapeutischen Hypothermie sollte mit dem verantwortlichen Arzt geklärt werden, welches Verfahren angewandt werden soll und welche Zielgrößen hinsichtlich des pH-Wertes, $p\text{CO}_2$ -Wertes etc. eingehalten werden sollen.⁴⁷

4.6. Elektrolytveränderungen

Eine Hypothermie kann zu Veränderungen der Elektrolytkonzentration führen. In erster Linie sind Magnesium und Kalium betroffen, deren Plasmaspiegel durch die Hypothermie erniedrigt werden.⁴⁸

Elektrolytveränderungen sind problematisch da sie Herzrhythmusstörungen begünstigen. Durch engmaschige Laborkontrollen (z.B. per BGA) und entsprechender Intervention ist dieses Risiko aber zu minimieren.

⁴⁶Thiemes Intensivpflege, S. 553

⁴⁷Der Anästhesist 2007, Nr.56, Therapeutische Hypothermie und Säure- Basen-Management

⁴⁸http://www.intensivpflege.ch/fileadmin/redaktion/Hypothermie__2007_.pdf

4.7. Steigerung der Diurese (Kältediurese)

Das Hormon Adiuretin bewirkt, dass in der Henleschen Schleife im Nierenmark, dem Primärharn reines Wasser entzogen wird. Hierdurch wird der Urin stark konzentriert und der Körper vor einer Dehydrierung bewahrt. Durch den verlangsamten Gehirnstoffwechsel wird die Adiuretinproduktion, die in der Hypophyse stattfindet, stark herabgesetzt. Der Mangel des antidiuretischen Hormons macht sich in Form von Kältediurese bemerkbar. So kann es zu einer hypertonen Dehydratation des Patienten kommen. Daher sind eine genaue Flüssigkeitsbilanzierung, die regelmäßige Bestimmung der Elektrolytwerte sowie Messungen des zentralen Venendruckes nötig, um Entgleisungen rechtzeitig erkennen zu können.^{49, 50, 51}

4.8. Hypovolämie

Der Volumenstatus des Patienten wird durch eine Hypothermie verändert. Durch eine vermehrte Diurese (Kältediurese) und einer vermehrten Extravasation von Flüssigkeit ist mit der Entwicklung einer Hypovolämie zu rechnen. Deshalb sollte während der therapeutischen Hypothermie eine kontinuierliche invasive Blutdruckmessung zum hämodynamischen Monitoring Standard sein.

Patienten nach einer kardiopulmonalen Reanimation haben oft eine Störung der Autoregulation der zerebralen Blutgefäße, das kann zu einer kritischen Abnahme des zerebralen Blutflusses führen.

Hypotonien sollten durch entsprechenden Volumen- und wenn nötig durch Katecholaminmanagement vermieden werden.⁵²

5. Wiedererwärmung des Patienten

Der Patient soll nach den Ilcor Empfehlungen nach einer Kühldauer von 12 bis 24 Stunden wieder auf eine normale Körpertemperatur gebracht werden.

⁴⁹ Der Mensch-Anatomie und Physiologie / Johann S. Schwegler, S. 297

⁵⁰ Intensivmedizin, Larsen, S. 1215

⁵¹ ERC Richtlinien

⁵² Der Anästhesist 2008, Nr 57, Therapeutische Hypothermie

Über welchen Zeitraum die Wiedererwärmung stattfinden soll geht aus den Empfehlungen nicht klar hervor.

Auch eine Zieltemperatur wird nicht vorgegeben. Die Patienten in der randomisierten HACA-Studie wurden über 8 Stunden auf einer Kerntemperatur von 36°C wiedererwärmt.^{53, 54}

Die Wiedererwärmung des Patienten sollte mit 0,25 bis 0,5°C pro Stunde langsam erfolgen um mögliche Komplikationen zu vermeiden.

Nach beenden der Kühlmaßnahmen kann der langsame Temperaturanstieg mit Hilfe passiver externer Erwärmung (z.B. Decken, warme Zimmertemperatur) oder aktiver externer Erwärmung z.B. Warmluftdecke erzielt werden (Warmtouch^R, Mallinkrott^R). Wichtig ist dabei die kontinuierliche Überwachung der Körpertemperatur um die genannten Zielgrößen einhalten zu können.^{53, 55, 56}

Mögliche Komplikationen die während der Erwärmungsphase, besonders bei zu schneller Erwärmung auftreten können :

- Verstärkung einer Azidose, da bei steigender Temperatur der pH-Wert des Blutes sinkt
- Blutdruckabfall durch periphere Vasodilatation (Wiedererwärmungsschock)⁵⁷

Wichtig: die Extremitäten dürfen nicht isoliert erwärmt werden, da es sonst zu einem „versacken des Blutes“ kommen kann.

Nach Erreichen der Normothermie werden Analgosedierung und Muskelrelaxation gestoppt um den Patienten neurologisch beurteilen zu können.⁵³

6. Temperaturmessorte

Voraussetzung für die Durchführung einer therapeutischen Hypothermie ist die kontinuierliche Temperaturmessung.

⁵³ Pflegeintensiv 2007, Nr. 2, Lebensrettende Kühlung

⁵⁴ Ilkor Empfehlungen

⁵⁵ http://www.intensivpflege.ch/fileadmin/redaktion/Hypothermie__2007_.pdf

⁵⁶ Thiemes Intensivpflege, S.278

⁵⁷ Larsen Anästhesie, S.771

Das Konzept der therapeutischen Hypothermie basiert auf der Kontrolle der Körperkerntemperatur.

Im Folgenden werden die Vor- und Nachteile einiger verschiedener Messorte aufgezeigt.

6.1. Rektum (rektal)

Bei der rektalen Messung handelt es sich um ein semiinvasives Messverfahren. Es wird mittels eines Digitalthermometers oder einer Messsonde (kontinuierlich) rektal gemessen. Vorteil ist die kurze Messdauer. Da der Messvorgang einen Eingriff in die Intimsphäre darstellt wird es vom Patienten oft als unangenehm empfunden. Weitere Nachteile der rektalen Messung sind die mögliche Keimverschleppung und die Gefahr von Dekubitus und Schleimhautverletzungen (insbesondere bei der kontinuierlichen Messung).⁵⁸

6.2. Sublinguale-, axillare-, Hautoberflächenmessung

Sublinguale-, axillare- und Hauttemperaturen gelten als Körperschalen-temperaturen und repräsentieren nicht die Körperkerntemperatur. Diese Messverfahren eignen sich also weniger für den Einsatz bei der therapeutischen Hypothermie.⁵⁹

6.3. Tympanon (tympanal)

Gemessen wird die Trommelfelltemperatur über den äußeren Gehörgang mittels eines Infrarotthermometers. Eine gute Korrelation mit der hypothalamischen Temperatur und der Bluttemperatur ist bei dieser Methode selbst bei einer raschen Kerntemperaturänderung und bei Hypothermie gegeben. Als mögliche Risiken sind Trommelfellläsionen zu nennen. Augenmerk ist bei der Durchführung der Messung auf die korrekte Position in Richtung Trommelfell zu legen, da sonst nur die Temperatur der Gehörgangswand gemessen wird.⁵⁸

⁵⁸Thiemes Intensivpflege, S. 272

⁵⁹Intensivmedizin, Larsen, S.1216

6.4. Ösophargus

Gemessen wird aortennah im distalen Ösophagusdrittel mittels Temperatursonde und Monitor. Bei dieser kostengünstigen Methode die vielerorts als Standardverfahren etabliert ist, kann die Körperkerntemperatur auf eine sehr einfache und komplikationsarme Weise bestimmt werden. Die Nachteile dieses Verfahrens können Würgereiz, Gefahr von Schleimhautläsionen und Messungenauigkeit durch Kühlung über die benachbarten Luftwege sein. Bei Patienten mit Blutungsneigung, Verletzungen oder Erkrankungen im Mund- Ösophagusbereich ist von dieser Messmethode abzusehen.⁶⁰

6.5. Harnblase

Die Temperatur wird über ein Thermosensor gemessen der in einem suprapubischen oder transurethralen Blasenkatheeter integriert ist und per Monitor angezeigt. Die kontinuierliche Messung ist ein Vorteil dieser Messmethode. Die Temperaturmessung in der HACA-Studie fand über Blasenkatheeter statt. Der größte Nachteil dieser Methode liegt in der Abhängigkeit der Kerntemperatur vom Harnfluss. Weiterhin kommt es zu Messfehlern bei Oligo- bzw. Anurie oder akutem Infekt im Bereich des kleinen Beckens.⁶⁰

Bei der Verwendung von z.B. Eispacks sollte darauf geachtet werden dass diese nicht im Bereich der Harnblase platziert werden da die Temperaturmesswerte sonst verfälscht werden können.

6.6. Arteria pulmonalis

Die Körpertemperatur wird mittels einer Temperatursonde, innerhalb der Arteria pulmonalis, gemessen. Die Sonde ist in einem Pulmonalkatheter integriert und mit einem Monitor zur kontinuierlichen Messung verbunden. Ein großer Vorteil ist die rasche und exakte Wiedergabe von Temperaturänderungen.⁶⁰

⁶⁰ Thiemes Intensivpflege, S.272

7. Zusammenfassung

Der Einsatz der therapeutischen Hypothermie nach Herz-Kreislauf-Stillstand wird in den internationalen Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation empfohlen. Basis der Empfehlungen sind die HACA-Studie (Hypothermia after Cardiac Arrest), die Stephen-A.-Bernard Studie und die Hachimi-Idrissi-Studie. Patienten mit hämodynamischer Instabilität, schweren Gerinnungsstörungen oder Blutungen sollten von der therapeutischen Hypothermie ausgeschlossen werden. Eine Thrombolysebehandlung oder eine perkutane Katheterintervention stellt keine Kontraindikation dar. Mögliche Nebenwirkungen der therapeutischen Hypothermie können bei entsprechender Überwachung und Behandlung intensivmedizinisch beherrscht werden. Voraussetzung hierfür ist ein gut geschultes Pflegepersonal.

Die Oberflächenkühlung weist eine geringe Kühlrate auf, mit der Infusion großer Mengen kalter Infusionslösung ist die Hypothermie sehr viel schneller zu induzieren. Mit endovaskulären Kühlkathedern lassen sich ebenfalls hohe Kühlraten erreichen. Zur Aufrechterhaltung der Hypothermie ist sowohl die Oberflächenkühlung als auch das kühlen mit endovaskulären Kathedern geeignet. Die Wiedererwärmung des Patienten sollte langsam erfolgen um unerwünschte Nebenwirkungen zu vermeiden. Das Konzept der therapeutischen Hypothermie basiert auf der kontinuierlichen Messung der Körperkerntemperatur. Die Messung von Sublingual-, Axillar- und Hauttemperatur eignet sich nicht während der Hypothermie. Die Temperaturmessung in der HACA-Studie fand Mittels Blasenkatetersonde statt.

8. Fazit/Ausblick

Die therapeutische Hypothermie ermöglicht Patienten , nach einer Reanimation, ein besseres neurologische Outcome zu erlangen. Die ILCOR gibt aus diesem Grunde die Empfehlung für diese Therapieform. Seitdem wenden immer mehr Kliniken in Deutschland die therapeutische Hypothermie an. Zurzeit fehlen jedoch noch Erkenntnisse welches Verfahren zur Induzierung und Aufrechterhaltung der Hypothermie das effektivste, praktikabelste und kostengünstigste ist.

Auch hinsichtlich der Kühldauer und dem optimalen Temperaturbereich müssen noch weitere Forschungen stattfinden.

Es bleiben noch viele Fragen unbeantwortet.

Was immer die Zukunft der Hypothermieforschung auch bringt, nach derzeitigem Stand der Dinge ist es meiner Meinung nach dringend geboten, die therapeutische Hypothermie bei komatösen Patienten nach Herz-Kreislaufstillstand anzuwenden.

Nach meiner Auffassung wird die therapeutische Hypothermie sich im Laufe der Zeit fest im „Intensivalltag“ etablieren, da sie auch in anderen Bereichen, wie z.B. Schlaganfallbehandlung, eine immer größere Rolle spielt. Darum ist es wichtig das Pflegepersonal in diesem Bereich gesondert zu Schulen um diese Therapieform sicher und schnell anwenden zu können.

9. Quellenverzeichnis

Bücher

Urban und Fischer : **Pflege Heute**, 3. Auflage.

München: Der Urban und Fischer Verlag, 2004

Schwegler, Jahann: **Der Mensch-Anatomie und Physiologie**, 2.Auflage

Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1998

L. Ulrich/D. Stolecki/M. Grünewalt : **Thiemes Intensivpflege** ,1. Auflage.

Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2005

Larsen, Reinhard: **Larsen Anästhesie**, 4. Auflage.

München: Urban und Schwarzenberg, 1994

H. Burchardi/R. Larsen/H.P. Schuster/P.M. Sutter: **Intensivmedizin**,8. Auflage

Berlin: Springerverlag, 2000

Fachzeitschriften

Holzer, Michael et al:

MILD THERAPEUTIC HYPOTHERMIA TO IMPROVE THE
NEUROLOGIC OUTCOME AFTER CARDIAC ARREST.

The New England Journal of Medicine, Vol. 346, 2002:Nr.8, S. 549-556

Bernard, Stephen et al:

TREATMENT OF COMATOSE SURVIVORS OF OUT-OF-HOSPITAL
CARDIAC ARREST WITH INDUCED HYPOTHERMIA

The New England Journal of Medicine, Vol. 346, 2002:Nr.8, S. 557-563

Holzer, Michael/Laggner, Anton:

DER BEATMETE PATIENT NACH KARDIOPULMONALER
REANIMATION.

Klinikerzt, 2008:Nr.5, S. 242-249

A. Schneider/E. Popp/P. Teschendorf, B.-W. Böttiger:

THERAPEUTISCHE HYPOTHERMIE.

Anästhesist,2008,Vol. 57:Nr.2, S. 197-208

F. Bach / F. Mertzluft:

THERAPEUTISCHE HYPOTHERMIE UND SÄURE-BASEN-
MANGMENT.

Anästhesist, 2008,Vol.56:Nr.3, S. 366-370

Ley, Bernd :

LEBENSRETTENDE KÜHLUNG

Pflegeintensiv, 2007:Nr. 2, S.22

Auch online pupliziert siehe unter Internetadressen

Haungs, Daniela:

KONTROLLIERTE HYPOTHERMIE NACH REANIMATION

Intensiv,2008:Nr.3, S. 135-141

Internetadressen

http://www.intensivpflege.ch/fileadmin/redaktion/Hypothermie_2007_.pdf

http://www.zwai.net/pflege/Anaesthesie/Journal/Anaesthesiepflege/Hypothermie_im_OP/Teil_1/

http://www.mayohealthcare.com.au/products/criticalCare_tpt_tech.htm#arctic_tech

<http://www.fumedica.ch/home-d.html>

<http://www.alsius.com/products/>

<http://www.medical-tribune.at/dynasite.cfm?dssid=4171&dsmid=70048&dspaid=540595>

http://www.luftrettung-hamburg.de/Ley_Pflegen-Intensiv_2-2007_Therapeutische_Hypothermie.pdf

<http://www.medicaltribune.at/dynasite.cfm?dssid=4170&dsmid=74635&dspaid=581137#dsa581401>

