

Diplomarbeit im Rahmen des Nachdiplomstudiums HF
Aargauische Fachschule für Anästhesie-, Intensiv- und Notfallpflege



Abb. 1: Winterzeit Erhöhte Unfallgefahr im Strassenverkehr
(Feuerwehr Eppelborn, 2013).

Diplomarbeit

Wenn der Körper erkaltet- Akzidentielle Hypothermie

Helen Erni
Notfall NDS

Triengen, 18.12.2013

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Nachdiplomstudiums an der Aargauischen Fachschule für Anästhesie-, Intensiv- und Notfallpflege der beiden Kantonsspitäler Aarau AG und Baden AG verfasst.

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundene Tätigkeit selbst erbracht habe. Ich erkläre, dass ich keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Triengen, 18.12.2013

Vorwort und Danksagung

Hypothermie - ein oft vernachlässigtes Thema, das im Unterricht stets am Rande besprochen und behandelt wurde, jedoch in der Notfallmedizin je nach Region von grosser Bedeutung ist. Obschon der akzidentuell hypotherme Klient auf dem INZ am KSA nicht zum alltäglichen Patientengut gehört, scheint es mit seinen Auswirkungen und Erscheinungen eine wichtige Thematik zu sein.

Hypothermie tritt auf, zeigt sich auf eine faszinierende Art und Weise und verschwindet unter Umständen so schnell wie sie gekommen ist.

In Rahmen der Ausbildung zur Notfallexpertin NDS wurde im 3. Semester der Auftrag erteilt, eine Diplomarbeit über ein notfallrelevantes Thema zu verfassen. Es gab grundsätzlich viele Themen, für die ich mich begeistern konnte. Doch in meiner ganzen Ausbildungslaufbahn zur Dipl. Pflegefachfrau HF wurde ich nur wenig mit dem Thema Hypothermie konfrontiert, bis ich auf dem Notfall die Arbeit aufnahm. Dies motivierte mich, mich mit dieser in meinen Augen schleierhaften Thematik auseinanderzusetzen.

Obwohl ich mir vorstellte, dass die Bearbeitung und die Literaturrecherche dieses Themas relativ einfach ausfallen wird, stellte ich schon bald fest, dass es ein noch wenig erforschtes Thema ist mit vielen verschiedenen Ansichten und Begründungsansätzen. Dies machte die Bearbeitung nicht immer ganz einfach und erforderte zusätzliches Wissen von vielen Fachpersonen.

Damit dieses Endprodukt entstehen konnte, haben viele Personen ihren Beitrag an meine Diplomarbeit geleistet. So z.B. mein Tutor, Jan Ryser, der mich während des Schreibens der Arbeit stets unterstützt hat. Auch Sibylle Gosteli möchte ich für ihre Unterstützung und Hilfestellung danken. Vielen Dank auch an Ulrich Bürgi, Leitender CA des INZs, der mir Unterstützung in literarischen und fachlichen Fragen zur Thematik „Hypothermie“ geleistet hat. Herzlichen Dank auch an Prof. Beat Walpoth, dem Direktor der kardiovaskulären Forschung in der Abteilung für Chirurgie am Universitätsspital Genf, der mir zum Schluss der Arbeit meine noch offenen Fragen zur „Akzidentiellen Hypothermie“ beantworten konnte. Zudem machte Beat Walpoth mich auf den 1. Swiss Accidental Hypothermia Day aufmerksam, der am 27.11.13 stattgefunden hat und den ich kurz vor dem Abschluss meiner Diplomarbeit besuchen konnte. Einen Dank geht ebenso an Gregorie Zen und dem Team der Air Glacier in Sion, die mir trotz den sprachlichen Herausforderungen einen tollen Einblickstag ermöglicht haben, der eine Bereicherung für das alltägliche Notfallarbeiten und für das Verfassen der DA war. Des Weiteren bedanke ich mich bei Marc Michot, dem Chefarzt der medizinischen Intensivstation, bei Urs Stolz, dem Produktmanager der Firma ROSC, Susanna Meier, der Oberärztin der medizinischen Intensivstation, Maria Rosendo da Silva, der Pflegeassistentin der Anästhesie und Giovanni Lopez, dem Stv. Leiter Medizintechnik KSA für die Unterstützung bei der Literaturrecherche. Ein ganz herzliches Dankeschön geht an alle, die mich während dieser Zeit in irgendeiner Art und Weise unterstützt haben.

Zusammenfassung der Arbeit

Theoretische Grundlagen

Die Gewalt der akzidentiellen Hypothermie haben schon die Neanderthaler in ihrer Lebenszeit erfahren müssen. Die Brisanz des Themas ging mit den Jahren nicht verloren. Die Tatsache, dass die Zahl zu Hause lebender Personen und somit die Zahl der Stürze und Liegetraumen, die Zahl der Rauschtrinker und Intoxikierten, der Obdachlosen und auch die Zahl der Lawinen- und Gewässerunfälle sich in steigendem Trend bewegen, zeigt auf, dass die Thematik der akzidentiellen Hypothermie ein durchaus aktuelles Thema für das INZ des Kantonsspitals Aarau darstellt.

Die Hypothermie wird als die Körperkerntemperatur bezeichnet, die unter 35°C fällt. Sie wird in akut akzidentuell und subakut akzidentuell unterteilt. Zudem gibt es vier Hypothermiestufen: Die milde, moderate, schwere und kritisch irreversible. Dabei befindet sich der akzidentuell hypotherme Patient ab dem moderaten Stadium bereits in der Danger Zone, die fatale Konsequenzen für den Betroffenen haben kann.

Diese vier Stufen werden in die Erregungs-, Erschöpfungs- und Lähmungsphase eingeteilt, so dass der Patient klinisch ohne technisch diagnostische Massnahmen anhand der Swiss Staging Score rasch in ein Hypothermiestadium eingeteilt werden kann. In der Vergangenheit wurde die Lähmungsphase oft fälschlicherweise als Kältetod diagnostiziert. Davon kommt der berühmte Leitsatz: „Nobody is dead until he's warm and dead.“ Die Hypothermie wirkt auf die entstandene Ischämie zellprotektiv.

Die Thermoregulation ist ein komplexes System, das von diversen Faktoren abhängig gemacht werden kann. Durch die akzidentielle Hypothermie werden alle wichtigen Organsysteme des Menschen betroffen.

Praktischer Transfer

Jeder Patient, der an einer akzidentiellen Hypothermie leidet, soll individuell beurteilt werden, denn nicht jeder Mensch reagiert auf Kälte gleich. Der Patient wird gemäß den Richtlinien von ACLS nach ABCDE behandelt. Schon kleine Irritationen können am kalten Myokard einen pathologischen Herzrhythmus provozieren. Deshalb soll das Wärmemanagement an den Mechanismen der Konvektion, Evaporation, Konduktion und Radiation angeknüpft werden. Es soll stets ein adäquates Monitoring ausgewählt werden. Die kontinuierliche Temperaturmessung ist durch eine tympanale oder optimaler noch durch eine ösophageale Methode zu erfolgen. Zudem muss die Differenz von Schalen- und Kerntemperatur stets überwacht werden. Wo der Patient in diesem Stadium nicht mehr genug körpereigene Wärme produzieren kann, soll der mild Hypotherme möglichst durch die körpereigene Wärme wiedererwärmt werden. Kommt es zu einem Kreislaufstillstand oder zu einem pathologischen Herzrhythmus, muss nach dem spezifischen Algorithmus der akzidentiellen Hypothermie reanimiert werden. Da im hypothermen Körper die Metabolisierung und die Wirkung der Medikamente wie auch die Wirkung der Defibrillation verändert ist, werden in dieser Arbeit die spezifischen Empfehlungen aufgenommen. Der mild hypotherme Patient darf mit einer Temperatursteigerung von maximal 1°C pro Stunde wiedererwärmt werden, wobei bei den anderen Hypothermiestufen eine stündliche Temperatursteigerung von 1 bis 3°C eingeleitet werden darf. Dies kann über einen invasiven oder non-invasiven Weg erfolgen. Es ist nicht schwierig, einen hypothermen Körper zu erwärmen, vielmehr ihn am Leben zu erhalten. Das Wiedererwärmungsprocedere birgt letale Risiken.

Um eine Prophylaxe zu betreiben, muss an den Risikofaktoren angeknüpft werden.

Über die akzidentielle Hypothermie ist nur spärlich evidenzbasierte Literatur zu finden, doch durch Forschung wird das Outcome der Opfer optimiert werden können.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort und Danksagung.....	S. 1
Zusammenfassung der Arbeit.....	S. 2
1. Einleitung.....	S. 5
1.1 Begründung der Themenwahl.....	S. 5
1.2 Fragestellungen.....	S. 6
1.3 Zielsetzungen.....	S. 6
1.4 Arbeitsvorgehen.....	S. 7
2. Hauptteil.....	S. 8
Theoretische Grundlagen	
2.1 Definition.....	S. 8
2.2 Physiologie der Thermoregulation.....	S. 8
2.3 Physikalische Grundlagen.....	S. 9
2.4 Risikogruppen.....	S. 10
2.5 Stadieneinteilung der Hypothermie.....	S. 12
2.6 Pathophysiologie der Hypothermie.....	S. 13
2.6.1 <i>Herzkreislauf, Gefäßsystem, Atmung</i>	S. 13
2.6.2 <i>Niere</i>	S. 14
2.6.3 <i>Gastrointestinaltrakt</i>	S. 15
2.6.4 <i>Gerinnungssystem</i>	S. 15
2.6.5 <i>Stoffwechsel</i>	S. 15
2.6.6 <i>Immunsystem</i>	S. 16
2.6.7 <i>Zentrales Nervensystem</i>	S. 16
2.6.8 <i>After-Drop-Mechanismus und Vasogener Schock</i>	S. 17
2.6.9 <i>Auferstanden nach dem Kältetod</i>	S. 17
Praxistransfer	
2.7. Kardiopulmonale Reanimation.....	S. 18
2.8. Erstversorgung auf dem Notfall.....	S. 20
2.8.1. <i>Monitoring</i>	S. 21
2.8.2. <i>Labordiagnostik</i>	S. 23
2.8.3. <i>Anamnese</i>	S. 24
2.8.3. <i>Temperaturmessung</i>	S. 24
2.9. Wiedererwärmungsmassnahmen.....	S. 26
2.9.1. <i>Nichtinvasiv</i>	S. 26
▪ Warmes Tuch, Isolationspackung.....	S. 27
▪ Bearhugger.....	S. 27
2.9.2. <i>Invasiv</i>	S. 28
▪ Warmluftinhalation.....	S. 28
▪ Vorgewärmte Infusion.....	S. 28
▪ Lavagen.....	S. 29
▪ Extrakorporale Massnahmen.....	S. 29
2.9.3. <i>Komplikationen der Wiedererwärmung</i>	S. 29
2.10. Nachsorge.....	S. 31

3.	Schlussteil.....	S. 32
3.1	Beantwortung der Fragestellung.....	S. 32
3.2	Fazit und Zielerreichung.....	S. 32
3.3	Reflexion des persönlichen Lernprozesses.....	S. 34
4.	Literaturverzeichnis.....	S. 35
5.	Glossar.....	S. 40
6.	Anhang.....	S. 44

1. Einleitung

1.1. Begründung der Themenwahl

Akzidentielle Hypothermie - ein Thema, das relevant ist, seit es Leben auf der Erde gibt. Schon unsere Vorfahren, genannt Neanderthaler, die vor rund 30`000-250`000 Jahren mehrfach den rezidivierend auftretenden Kältezeiten zum Opfer fielen, erfuhren das Ausmass der akzidentiellen Hypothermie.

In Aus- und Weiterbildungen wird oft von der Hyperthermie erzählt, doch die Thematik bleibt meist am Rande erwähnt. So ist die Unterkühlung doch ein seltenes, aber relevantes Thema im Pflegealltag.

Einst erlebte ich auf dem Notfall ein spannender Fall: Eine ältere Patientin lag seit einem Tag zu Hause auf dem Fussboden, nachdem sie alkoholisiert gestürzt war und sich nicht selbständig aufrichten konnte. Die Temperatur lag beim Eintreffen der Ambulanz bei 33,6°C. Sie erschien somnolent, der Puls war bradykard und die Haut fahl und kalt. Im EKG konnte ich eine klare Abweichung beobachten, die nach späteren Erklärungen eine Osborn-Welle war. Dass die Hypothermie einen solchen Einfluss auf die Organfunktionen haben kann, imponierte mir. Später konnte ich während des IPS-Praktikums die Auswirkungen der Hypothermie bei St. n. Reanimation ebenfalls eindrücklich beobachten.

Ich möchte den Fokus meiner Arbeit auf die notfallspezifische, akut und die subakut akzidentielle Hypothermie legen und den therapeutischen Effekt, der beispielsweise bei St. n. Reanimation, ausklammern. Auch auf die perioperativ und neurospinal bedingte Hypothermie werde ich im Rahmen meiner DA nicht spezifisch eingehen können.

Nachfolgend einige Fakten, um die Relevanz der akzidentiellen Hypothermie auf dem Notfall INZ am KSA aufzuzeigen:

In den städtischen Gebieten kommt es am häufigsten zur akzidentiellen Hypothermie (Sina Grape, et. al., 2012). Schätzungsweise 200`000 Personen sind schweizweit als Rauschtrinker zu betrachten (Hervé Kuendig, 2010), wovon jährlich 1568 junge Erwachsene mit einer Alkoholvergiftung auf die schweizer Notfallstationen eingeliefert werden (Gerhard Gmel et. al., 2005). Mit dem übermässigen Alkoholkonsum steigt v.a. in den Winterzeiten die Gefahr der akzidentiellen Hypothermie. Dies betrifft natürlich auch das interdisziplinäre Notfallzentrum des Kantonsspitals Aarau.

Zudem nimmt die Zahl der Obdachlosen in der Schweiz laut Annegret Wigger, 2010 stetig zu. Die Leute betrachten die Suchtmittel wie auch die Strasse als Fluchttort aus dem stressigen Alltag. Diese Tatsache führt dazu, dass das Hypothermierisiko wiederum steigt. Dass Intoxikationen eine akzidentielle Hypothermie begünstigen, bestätigt der Jahresbericht vom STIZ (Hugo Kupferschmidt, et. al., 2012).

Durch die heutigen logistischen, organisatorischen und medizinischen Ressourcen ist die Zahl der zu Hause lebenden, betagten Menschen gestiegen (François Höpflinger, et. al., 2005). Somit nimmt die Anzahl der unbeobachteten Stürze und der dadurch erlittenen Liegetraumas zu. Im Falle des Liegetraumas besteht die Gefahr der akzidentiellen Unterkühlung. Dies v.a. bei den betagten Menschen, da der Wärmehaushalt grundlegend verändert ist, wie das Kapitel 2.4. dieser Diplomarbeit erklärt (American Heart Association, 2012).

Zudem kommt es in der Schweiz pro Jahr durchschnittlich zu 8900 nicht-tödlich verlaufenden Wasserunfällen, die zu 87% in Freigewässern vorkommen (SLRG, 2009). Durch die diversen freien Gewässer im Aargau ist auch dieses Faktum für den Notfall des KSAs relevant in Bezug auf die akzidentielle Hypothermie.

Von den 302 Personen, die im hydrologischen Jahr 09/10 den Lawinen zum Opfer gefallen sind, sind keine im Kanton Aargau verunglückt (Hans-Jürg Etter, et. al., 2012). Weil die akzidentielle Hypothermie jedoch schweizweit von den Schneeunfällen geprägt ist, möchte ich es nicht unterlassen, auch diese Aspekte einzubinden. Die Thematik der Kälteschäden lasse ich in meiner Arbeit weg, da dies der Umfang nicht zulässt. Gerade weil das Patientengut mit einer Hypothermie trotz all den vorab erwähnten Fakten relativ selten auf dem Notfall anzutreffen ist, möchte ich mich damit auseinandersetzen.

1.2. Fragestellungen

Kernfrage:

- ➔ Wie kann die Betreuung und Versorgung des Patienten mit einer akzidentiellen Hypothermie auf dem Notfall von der Erstversorgung bis zur Verlegung durch das Notfallpersonal optimal gewährleistet werden?

Leitfragen:

- Welche pathophysiologischen Vorgänge werden bei einer Hypothermie im Organismus ausgelöst und welche physikalischen Prozesse spielen eine Rolle?
- Wie werden diese pathophysiologischen Vorgänge in der pflegerischen Betreuung von Patienten mit einer akzidentiellen Hypothermie berücksichtigt?
- Welche Einteilungen der akzidentiellen Hypothermie gibt es und wie werden sie kategorisiert?
- Welche invasiven und nichtinvasiven Wiedererwärmungstechniken gibt es und welche Vor- und Nachteile bringen diese mit sich?
- Wie schnell soll die Körperkerntemperatur bei der Wiedererwärmung angehoben werden?
- Wann werden welche Wiedererwärmungsmassnahmen bei der akzidentiellen Hypothermie nach ATLS eingeleitet?
- Wie kann einer akzidentiellen Hypothermie vorgebeugt werden?
- Wie kann ich einen sinnvollen Leitfaden erstellen, das dem Notfallpersonal im Arbeitsalltag als Wegweisung in der Betreuung von Patienten mit einer akzidentiellen Hypothermie dienen könnte?

1.3. Zielsetzungen

Die folgenden Ziele wurden nach RUMBA definiert, um einen Massstab zwischen der Ausgangssituation und dem Endresultat setzen zu können (Dave Zanon, et. al., 2008).

- ➔ Mein Hauptziel ist es, ein umfassend verfasstes, fachlich fundiertes und praxisorientiertes Produkt vorstellen zu können, das im Arbeitsalltag für das Notfallpersonal als Nachschlagewerk dienen kann.
- ➔ Dies bedingt, dass ich bis dahin mein Wissen in der Thematik „Akzidentielle Hypothermie“ soweit vertieft habe, dass ich zukünftig optimal auf solche Notfallpflugesituationen eingehen kann.
- ➔ Ich beachtliche, in der DA die praktischen Inhalte mit theoretischen Erkenntnissen aus der fachspezifischen Literatur und den Forschungen miteinander zu verbinden. Der rote Faden soll in meiner Diplomarbeit durch den Praxistransfer in den Notfallalltag gezeichnet sein.

- Ein weiteres Ziel ist es, dem Team einen Leitfaden mit notfallrelevanten Aspekten vorstellen zu können, um weiterhin eine optimale Versorgung von Patienten mit einer akzidentiellen Hypothermie auf dem INZ zu gewährleisten.

1.4. Arbeitsvorgehen

Das Zielpublikum dieser fachspezifischen Arbeit ist v.a. das Pflegepersonal von Notfallabteilungen mit entsprechendem anatomischem und pathophysiologischem Hintergrund. Zudem ist die Arbeit auf die Erwachsenenpflege ausgerichtet. Obwohl die Behandlung der Kinder in den meisten Punkten mit den Erwachsenen übereinstimmt, werde ich nicht spezifisch auf die pädiatrischen Aspekte eingehen können.

Um einen sinnvollen Aufbau im Arbeitsprozess zu gewährleisten, werde ich mich in der DA im ersten Teil den theoretischen Grundlagen widmen. Diese möchte ich nicht zu knapp gewichten, damit ich im Anschluss daran anknüpfen und den Praxistransfer auf das Notfallgeschehen vornehmen kann.

Um an fachlich basierte Informationen zu gelangen, habe ich mich entschieden, vorwiegend mit Fachbüchern, -artikeln und -zeitschriften, wie auch mit Meta-Datenbanken wie PubMed oder MeSH zu arbeiten. Zudem werden aktuelle Richtlinien der ERC/ AHA zur Behandlung von hypothermen Patienten miteinbezogen.

Ergänzend möchte ich in der Diplomarbeit meine Erfahrung der Notfalltätigkeit einfließen lassen und diese fachlich begründen und vertiefen können.

Voraussichtlich werde ich am 13.10.13 an der Basis der Air Glacier Sion einen Einblick ins Arbeitsgeschehen erhalten können. Laut dem Jahresbericht der SLF sind im hydrologischen Jahr 2009/2010 in der Region Wallis eine beträchtliche Anzahl Lawinenunfälle vorgekommen (Hans-Jürg Etter, et. al., 2012). Zudem gilt Sion als Anlaufstelle für eine Vielzahl von Schneeunfällen und die akzidentielle Hypothermie ist ein durchaus brisantes Thema.

Um mit der Diplomarbeit im Zeitplan zu bleiben, habe ich einen Raster erstellt, der im Kapitel 6 des Anhangs abgelegt ist.

Schliesslich werde ich durch den Besuch am 1. Swiss Accidental Hypothermia Day Fachexperten treffen und die DA durch das dort erfahrene Wissen abrunden können. Dabei werde ich die neuesten Trends der Behandlung der akzidentiellen Hypothermie in Erfahrung bringen und in Gesprächen mit den Fachpersonen die persistierenden Unsicherheiten klären können.

2. Hauptteil

Theoretische Grundlagen

2.1. Definition

Eine Hypothermie wird definiert als die Körperkerntemperatur, die durch multiple Faktoren unter 35°C fällt. Der Körper ist nicht mehr im Stande, die Kerntemperatur auf dem Sollwert zu halten (American Heart Association, 2012).

Es gibt zwei Formen der akzidentiellen Hypothermie. Sie sind wie folgt definiert:

- Akut akzidentielle Hypothermie:
Hierbei handelt es sich um eine rasche, ungewollte Unterkühlung mit zügigem Absinken der Kerntemperatur. So zum Beispiel beim Einbrechen durch dünnes Eis auf einem See. Das Outcome beim Betroffenen ist besser als das der subakuten akzidentiellen Hypothermie.
- Subakute akzidentielle Hypothermie:
Bei dieser Form der Unterkühlung sinkt die Körperkerntemperatur unwillkürlich und allmählich innerhalb von Stunden ab, wie z.B. bei einem komatös intoxikierten Patienten bei kühler Umgebungstemperatur (Bruno Durrer, 2013).

2.2. Physiologie der Thermoregulation

Der Mensch gehört zu den homiothermen Lebewesen. Das heisst, dass die Körperkerntemperatur bei wechselnden Umgebungseinflüssen auf einem Sollwert von 36,3 bis 37,6°C konstant gehalten wird. Um dieses Gleichgewicht aufrecht zu erhalten, müssen

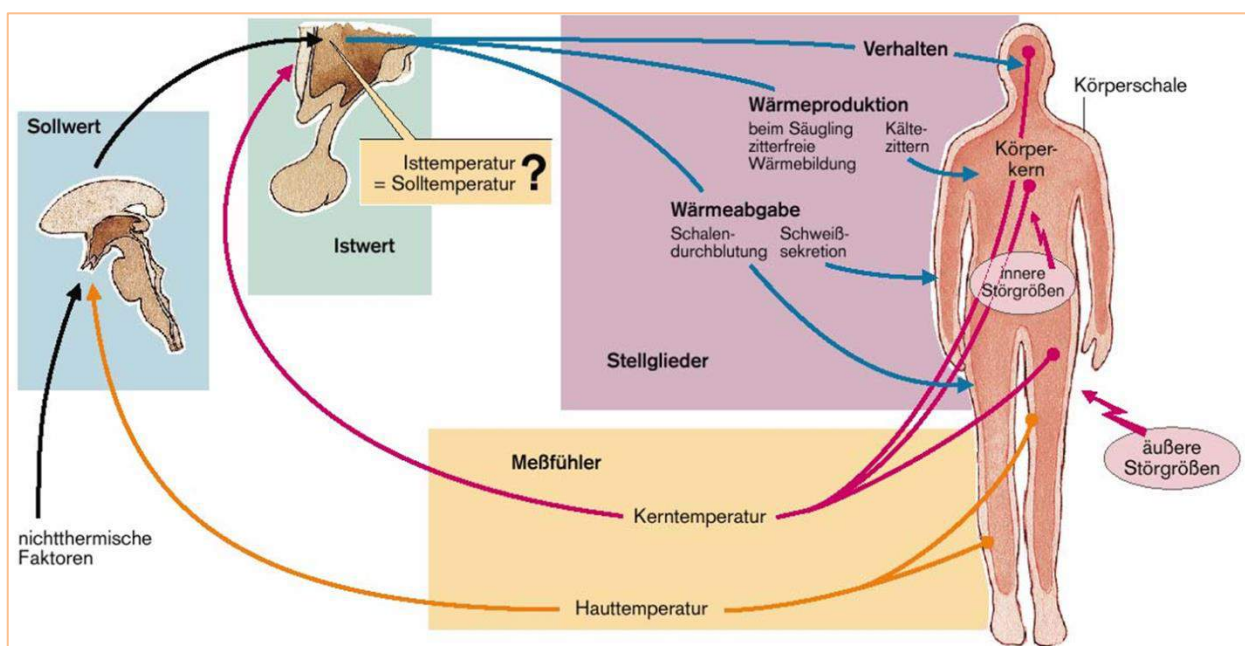


Abb. 2: Das System der Thermoregulation. (Dr. Markus Schwendinger, 2012, S.11)

die Haut und die Extremitäten pikilotherm, d.h. wechselwarm sein. Dadurch wird die Körperkern- und die Schalentemperatur differenziert. Die Schalentemperatur ist bestimmt durch die Qualität der peripheren Gefässperfusion und der Aussentemperatur und beträgt in der normothermen Phase 32 bis 35°C. Die Kerntemperatur ist hingegen vorwiegend vom zentral aktivierten Stoffwechsel, d.h. von der in den Mitochondrien entstehenden, metabolischen Wärmeproduktion abhängig (Markus Schwendinger, 2012). Parallel zu den folgenden Erklärungen zeigt die angefügte Abb. 2 übersichtlich das System der Thermoregulation auf.

Thermoregulation nennt sich der Mechanismus, der im Körper kontinuierlich ein Gleichgewicht zwischen Wärmeproduktion, bzw. -aufnahme und Wärmeabgabe schafft (Stefan Silbernagl, et. al., 2009). Die Temperatur wird beim gesunden Organismus fortwährend durch die Thermorezeptoren aufgenommen und im Hypothalamus registriert. Das Signal wird an die Hypophyse weitergeleitet, wodurch die Wärmeproduktion wie auch die –abgabe des Körpers reguliert wird.

Thermorezeptoren liegen für die Kältesensibilität dermal, v.a. im Gesicht und für die Wärmeregistrierung vorwiegend dermal in der Peripherie. Beide Rezeptoren sind in der Medulla spinalis sowie im Hypothalamus vorhanden. Der Hypothalamus ist das Heiz-Kühl-Zentrum des Körpers (Hans-Eberhard Koralewski, 2006). Ist eine Wärmeabgabe erforderlich, wird eine periphere Vasodilatation und die Schweißsekretion gesteigert.

Wobei zur Wärmegenerierung die periphere Perfusion gedrosselt und im Gegensatz dazu das Kältezittern aktiviert wird. Der menschliche Körper ist stets bestrebt, ein Gleichgewicht der Temperatur im Körperkern zu schaffen, damit dieser konstant temperiert ist und die Stoffwechselvorgänge ideal ablaufen können (Markus Schwendinger, 2012). Auf diese Art und Weise herrscht im Körperkern meist eine höhere Temperatur als in der Umgebung. Dadurch, dass der Körper weitgehend unabhängig vom Klima ist, wird der mögliche Lebensraum des Menschen vergrössert (Hans-Eberhard Koralewski, 2006).

Der relevanteste Faktor des Temperaturungleichgewichts, der bei der akzidentiellen Hypothermie mitspielt, ist der Faktor der äusseren Störungen, der oft durch den Mensch und sein Verhalten verursacht wird. Auf diese Thematik wird im Kapitel 2.4. näher eingegangen. Auch der Einfluss der inneren Störungen wird im Kapitel der Risikogruppen genauer erläutert.

Doch je tiefer die Kerntemperatur sinkt, desto besser toleriert die Körperzelle eine Ischämie. Dies ist ein körpereigener Schutz vor dem organischen hypothermiebedingten Zelltod (Jens Scholz, et. al., 2013).

2.3. Physikalische Grundlagen

Es existieren im menschlichen Körper vier physikalische Mechanismen, die am Wärmetransport beteiligt sind: Konvektion, Konduktion, Evaporation und Radiation.

Konvektion: Sie beschreibt der Wärmeabtransport von der Haut durch Luftstrom. Bei Zugluft wird die warme Luftmasse vom Körper weggetragen und durch kalte Luft ersetzt. Die durch den Parasympathikus beeinflusste Vasodilatation beschleunigt den Wärmeverlust unter diesem Mechanis-

Konduktion: Darunter wird die Wärmeleitung verstanden. Das heisst, dass bei direktem Kontakt von Haut und einem flüssigen oder festen Material, die Wärme geleitet bzw. übertragen wird. Bei diesem Mechanismus spielt die Hautdurchblutung wie auch die Leitfähigkeit des entsprechenden Materials eine elementare Rol-

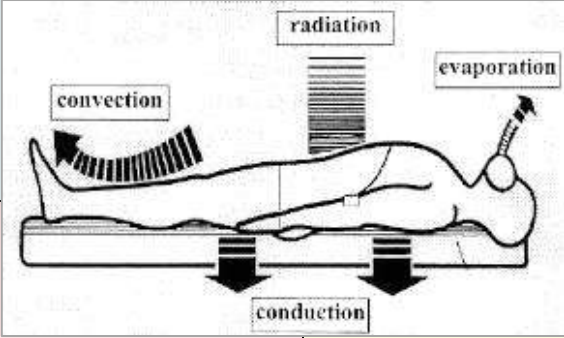
<p>mus erheblich. Zudem hängt der konvektive Effekt von der Luftgeschwindigkeit, der –feuchtigkeit und der Körperposition ab (Christian Hick, et. al., 2012).</p>	<p>le. So weist beispielsweise Wasser Eine 32mal höhere Leitfähigkeit auf als die Luft (Stefan Schröder, et. al., 2010).</p> 	
<p>Radiation: Dies ist die Energieübertragung zwischen Objekten mittels elektromechanischer Wellen. Es wird dazu nicht zwingend einen direkten Kontakt benötigt. Die Wirkung dieses Vorganges ist davon abhängig, mit welcher Temperatur der Strahler die Wärme abgibt. Ist der Körper wärmer als die Umgebung, gibt er die Wärme über Strahlung ab. Ist die Umgebung wärmer als der menschliche Körper, nimmt der Körper diese auf (Stefan Silbernagl, et. al., 2013).</p>	<p>durch Verdunstung. Dies ist zum Einen die Perspiratio sensibilis, die die Verdunstung durch Schweiß umfasst und durch den Sympathikus stimuliert wird. Zum Anderen die Perspiratio insensibilis, d.h. die Verdunstung über die Atmung, der Haut und die Schleimhäute. Durch die Schweißproduktion entsteht eine sogenannte Verdunstungskälte (Stefan Schröder, et. al., 2010).</p>	<p>Evaporation: Die Evaporation beschreibt die Wärmeabgabe</p>

Abb. 3: Physikalische Mechanismen des Wärmeverlustes. (Erwin Halter, September 2009)

Wie viel Wärme der Körper verliert, hängt von der Temperaturdifferenz ab. So können diese Mechanismen genauso als wärmespendende Ressource genutzt werden. Zu den wärmeproduzierenden Faktoren gehören Muskelzittern, Verbrennung des braunen Fettgewebes, Steigerung des Metabolismus, aktive Bewegung oder dann das menschliche Verhalten (Lars Heuer, 2000).

2.4. Risikogruppen

Es gibt diverse Faktoren, die ein Ungleichgewicht der Körperkerntemperatur zur Folge haben. Vitalfunktionen können durch verminderte Lebenszeichen schwer zu beurteilen sein. Deshalb soll der Klient stets nach dem AEIOU-Schema überprüft werden. AEIOU beinhaltet die Faktoren Alkohol, Epilepsie/Elektrizität, Injury, Opium und Unterkühlung/Urämie. All diese Faktoren können zu einer Vitalfunktionseinbusse führen. Oftmals sind die Kriterien kombiniert vorhanden.

Die Abb. 4 zeigt auf, durch welche Aspekte die Kerntemperatur ins Ungleichgewicht geraten kann. Bei allen Risikogruppen liegt auf einer Seite der Waage ein Defizit vor. Zu den Risikofaktoren gehört es zuerst, den Faktor Mensch als äussere Störgrösse zu erwähnen. Der Mensch ist sich oft nicht bewusst, welcher Gefahr der Auskühlung er sich aussetzt, wenn er sich lange Zeit im Schnee, der Kälte oder in kalten Gewässer aufhält. Es ist der Eifer nach dem Kick und dem Adrenalinschub, dem heute viele Extremsportler ausgeliefert sind und sich dem Risiko der akzidentiellen Hypothermie bewusst aussetzen (Jasmeet Soar, et. al., 2010).

Die Zahl der Fälle einer akzidentiellen Hypothermie wird von den betagten Menschen mit geprägt. Betagte weisen nebst der dünnen subkutanen Fettschicht eine verminderte Fähigkeit der Konstanthaltung der Kerntemperatur auf. Dadurch kühlt der Körper rascher aus (American Heart Association, 2012).

Zudem erleiden pro Jahr rund 70`000 Senioren einen Sturz, der eine ärztliche Behandlung erfordert (Puls, 2007). Dadurch steigt die Zahl der Liegetraumen und folglich das Risiko einer akzidentiellen Auskühlung. Auf die Frage hin, warum es gerade die Betagten sind, die so oft stürzen, lassen sich folgende zwei Hauptfaktoren erwähnen: Durch die restriktive Aktivität baut sich die Muskelmasse ab, was zu einer verringerten Körperstabilität und einer verlangsamten Muskelreaktion führt. Zudem kommt es zu einem Abbau der Sinneswahrnehmung von Sehen, Hören, Fühlen und des Gleichgewichts, was wiederum einen begünstigenden Faktor bezüglich Sturzgefahr darstellt (Peter T. Sawicki, 2008). Gefährdet sind zudem erschöpfte, immobile, verletzte oder dehydrierte Pati-

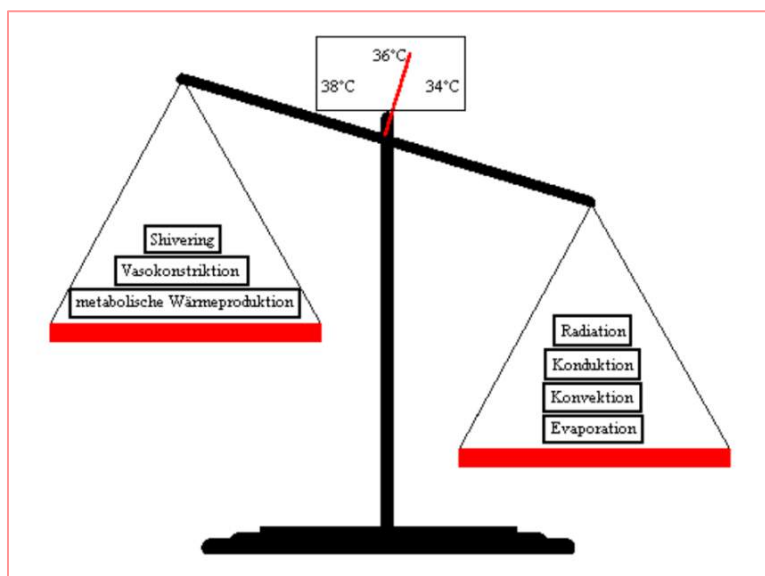


Abb. 4: Pathophysiologie der Hypothermie. (Lars Heuer, 2000, S.8)

den Körper ungünstig im Kontext der Hypothermie aus. Innere Störungen im Körper können des Weiteren durch Muskelrelaxantien, Neurleptikas und Sedativas beeinflusst werden. Sie drosseln die physiologische Thermoregulation. Entweder wirken sie auf die Regulationsschwelle oder auf die Regulationsmechanismen (Thomas Kamber, 2010). Fentanyl und Propofol wirken beispielsweise negativ auf die Regulationsschwelle und verhindern eine Vasokonstriktion und das Shivering. Eine Nebenwirkung des Atropins ist die Schweißrestriktion, die folglich die Thermoregulation beeinflusst (Lars Heuer, 2000).

Herrscht im Organismus ein Temperaturungleichgewicht vor, können weitere nichtthermische Ätiologien eine Rolle spielen, beispielsweise Suchtmittel wie Alkohol und Drogen. Sie unterdrücken die Kältereizwahrnehmung und beschleunigen den Wärmeverlust durch eine provozierte Vasodilatation. Oft erreicht der übermässige Ethanolkonsum bereits die hypnotische oder sogar narkotische Phase, die für das Opfer aufgrund des verminderten Handlungsvermögens gefährlich wird (Marc Michot, 2013).

Dass das Nikotin sich im ZNS an die Acetylcholinrezeptoren dockt und dadurch eine Adrenalinausschüttung mit zusätzlicher Vasokonstriktion zur Folge hat, ist den Konsumenten nicht bewusst (Jens Scholz, et. al., 2013). Werden diese Suchtmittel mit einer Obdachlosigkeit in kalten Umgebungstemperaturen kombiniert, steigt das Hypothermierisiko rasant an.

Schliesslich bleiben unseren kleinsten Zeitgenossen, die Säuglinge, zu erwähnen, die ebenfalls zur Risikogruppe gehören. Neugeborene besitzen die Fähigkeit, durch den Abbau von braunem Fettgewebe Wärme zu produzieren. Das Kältezittern ist jedoch in

enten. (Jens Scholz, et. al., 2013).

Komorbiditäten und Malnutrition, die bei Senioren oft vorherrschen, verschlechtern das Outcome nach der akzidentiellen Hypothermie bedeutet (Fabrizio Sansone, et. al., 2012). Diabetes mellitus und PAVK sind beispielsweise Erkrankungen, die die Gefässaktivität mit einschränken und dadurch die Thermoregulation stören (Jens Scholz, et. al., 2013).

Medikamente wie Analgesie- oder blutdruckregulierende Mittel schränken die Wahrnehmung wie auch das Regulationsvermögen ein und wirken sich auf

diesem Lebensalter nicht möglich. Wo bei Neugeborenen die braune Fettmasse 5% des gesamten Körpergewichts ausmachen, ist dieses bei Erwachsenen nur noch in geringsten Mengen vorhanden (Thomas Kamber, 2010). Säuglinge und Kleinkinder sind zudem gefährdet, da das Verhältnis von Körperoberfläche zu Körpervolumen 1:3 ist. Dies führt zu einem rascheren Wärmeverlust (Stefan Schröder, et. al., 2010). Zudem sind Säuglinge noch nicht im Stande, die Ruhewärmeproduktion beliebig anzutreiben, wenn die Umgebungstemperatur tief ist. So kann es bei einem Neugeborenen bereits bei einer Lufttemperatur von 34°C zu einer Hypothermie kommen. (Stefan Silbernagl, et. al., 2009).

2.5. Stadieneinteilung der Hypothermie

Die Hypothermie wird klinisch in folgende vier Stadien unterteilt (Peter Hösl, 2007).

- I. mild, 32 bis 35°C als Erregungsphase
- II. moderat 32 bis 28°C als Erschöpfungsphase
- III. schwer 28 bis 24°C als Lähmungsphase
- IV. kritisch irreversibel unter 24°C

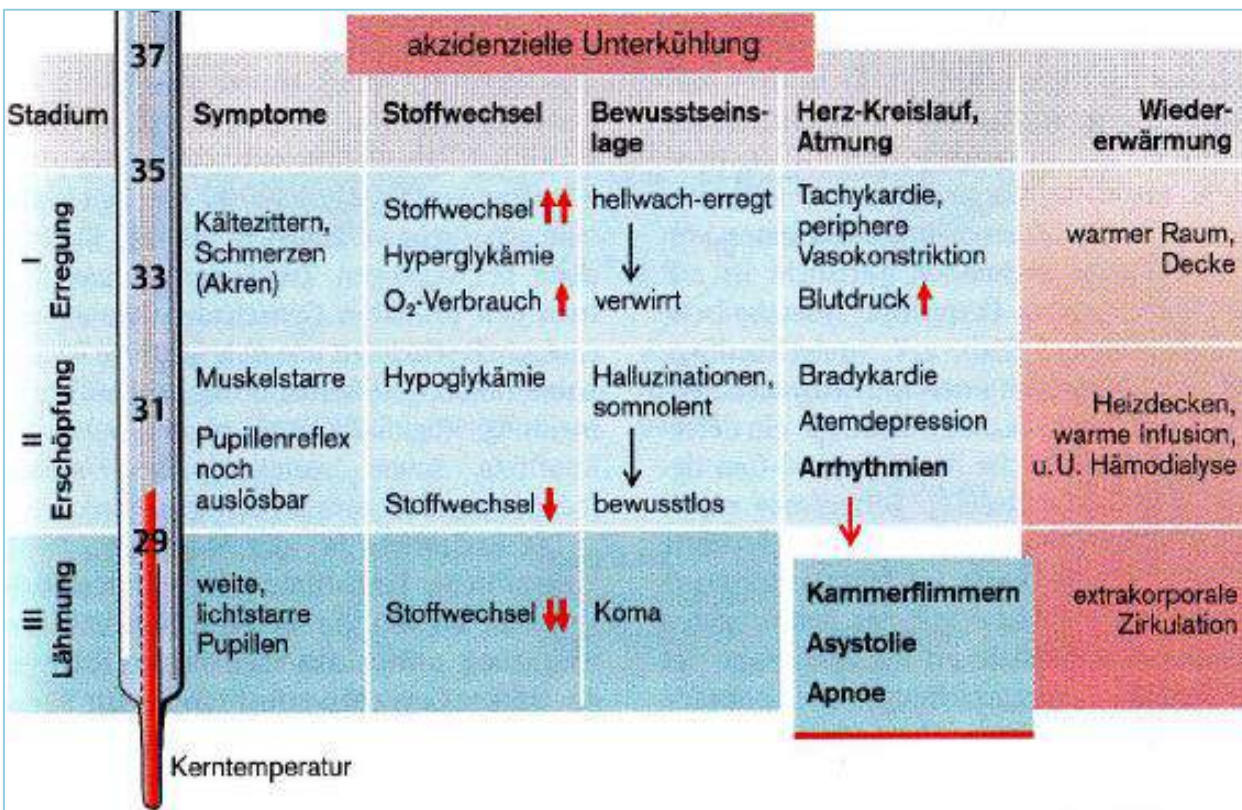


Abb. 5: Stadien der Hypothermie. (Stefan Silbernagl, et. al., 2009, S.29)

Obwohl auf dieser Abbildung der Stadieneinteilung nur drei statt vier Phasen aufgeführt sind, gibt dies eine geordnete und einfache Übersicht über Temperatur, Symptome, Stoffwechselsituation, Vigilanz und Herz-Kreislauf-Atmung in Bezug auf die akzidentielle Unterkühlung.

Die Einteilung der Stadien ist auf der Notfallstation für den therapeutischen Ansatz und das Wiedererwärmungsmanagement wegweisend (Volker Burst, 2009).

Die sogenannte „Danger Zone“ setzt in der moderaten Phase ein, da lebensbedrohliche Arrhythmien aufgrund der Hypothermie ab dieser Phase begünstigt werden (Jens Scholz, et. al., 2013).

Eine gängige Methode, um den Patienten am Unfallort einzuschätzen, ist das Swiss Staging System. Dieses setzt keine zwingende Temperaturmessung voraus, sondern das Hypothermiestadium wird anhand der Klinik eingeschätzt (Sina Grape, et. al, 2012). Die Thematik dieses Assessments wird im Kapitel 2.8.1. nochmals aufgenommen.

Es soll stets bedacht werden, dass nicht jeder Mensch gleich auf Kälte reagiert. Deshalb soll der Klient stets individuell betrachtet und beurteilt werden.

2.6. Pathophysiologie der Hypothermie

2.6.1. Herzkreislauf Gefässsystem und Atmung

Primär wird durch den Hypothalamus im I. Stadium eine sympatho-adrenerge Gegenregulation eingeleitet, die das kardiale und pulmonale System stimuliert. Diese Stimulation kommt in der Klinik unter Anderem durch eine Tachykardie zum Ausdruck. Diese führt zu einem Anstieg des HZV (Stefan Schröder, et. al., 2010). Der myokardiale O_2 -Verbrauch wird in der Erregungsphase auf ein sechsfaches erhöht, was unter Umständen zu einer relativen Koronarischämie führen kann (Stefan Silbernagl, et. al., 2009). Bereits bei einer moderaten Hypothermie kann der Na^+ -, K^+ -, ATPase-Austausch gestört sein. Beim Absinken der Kerntemperatur ist die Kaliumkonzentration im Blut knapp, doch dies wendet sich in den weiteren Stadien zum Gegenteil. Die Hyperkaliämie entsteht folglich dadurch, dass die Kaliumionenverschiebung von extra- nach intrazellulär nicht stattfindet (Sandra Purle, 2008). Die Thematik der glucosegekoppelten Kaliumionen wird im Kapitel 2.6.5. aufgenommen.

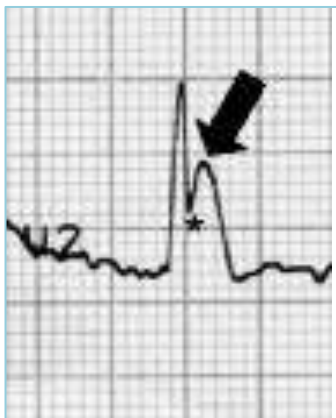


Abb. 6: Die Osborn-Welle. (Matthias Hoffmann, et. al., 2006, S.1)

Die entstandene Hyperkaliämie und Hyponatriämie können zu letalen Herzrhythmusstörungen führen (Volker Burst, 2009). Ausgeprägte Weichteiltraumen können einen weiteren Kaliumanstieg zur Folge haben (Jens Scholz, et. al., 2013).

Bei dem in der Themenbegründung 1.1. erwähnten Praxisbeispiel wurden im EKG Osborn-Wellen festgestellt. Diese sind ein Zeichen der Kaliumkanalfunktionsstörung (Matthias Hoffmann, et. al., 2006). Die unterkühlte Patientin wies solche J-, oder auch Osborn-Wellen genannt, auf, da die Aktionspotentialleitung vom Endo- zu Epikard verlangsamt war. Sie kann bereits bei milder Hypothermie oder in normothermer Form bei Hyperkaliämie in allen EKG-Ableitungen auftreten (Martin Igual, et. al., 1999). Zudem ist es möglich, dass bei einer schweren Hypothermie eine QT-Verlängerung oder eine QRS-Verbreiterung im EKG auftritt, was ebenso durch die verlangsamte Aktionspotentialleitung zu erklären ist.

Sinkt die Temperatur weiterhin, beginnt das Herzkreislaufsystem zu dekomensieren. Es kommt zur Bradykardie und Hypotonie. Im III. und IV. Stadium kommt es schlussendlich zu den potentiell reversiblen Herzrhythmen wie VT, KF oder gar zur Asystolie, da die Erregungsleitung und der Zellstoffwechsel gestört wird. Es kann zu einer Apoptose, d.h. zum Zelltod führen.

Während der Hypothermieentwicklung folgt eine Flüssigkeitsverschiebung von intravasal zu intrazellulär, wodurch das intravasale Volumen verringert wird (Lars Heuer, 2000). Durch das Ungleichgewicht des Elektrolythaushaltes und durch die SIRS wirksam werdenden Entzündungsmediatoren ist die Ödementwicklung ein häufiges Thema bei der akzidentiellen Hypothermie. Weitere Erläuterungen folgten im Kapitel 2.9.3.

Um den Wärmeverlust zu drosseln, wird bereits im Stadium der milden Hypothermie eine reflektorische Noradrenalinausschüttung eingeleitet. Diese hat eine akrale, periphere Vasokonstriktion zur Folge, die einen zentralen Blutdruckanstieg durch die Zentralisation des Blutes in den Körperkern provoziert. Dadurch werden die zentralen Organe vor dem raschen Auskühlen geschützt. Diese abnorme Vasokonstriktion führt zu einem Schmerz in den Akren (Sandra Purle, 2008). Durch die Zentralisation erfolgt klinisch die Zyanoseentwicklung und die blasse, kalte Veränderung der Extremitäten (Stefan Schröder, et. al., 2010). Die peripheren Gefässe werden ab dem moderaten Stadium zunehmend atonisch und vasoplegisch (Gitta Stockinger, et. al., 2010).

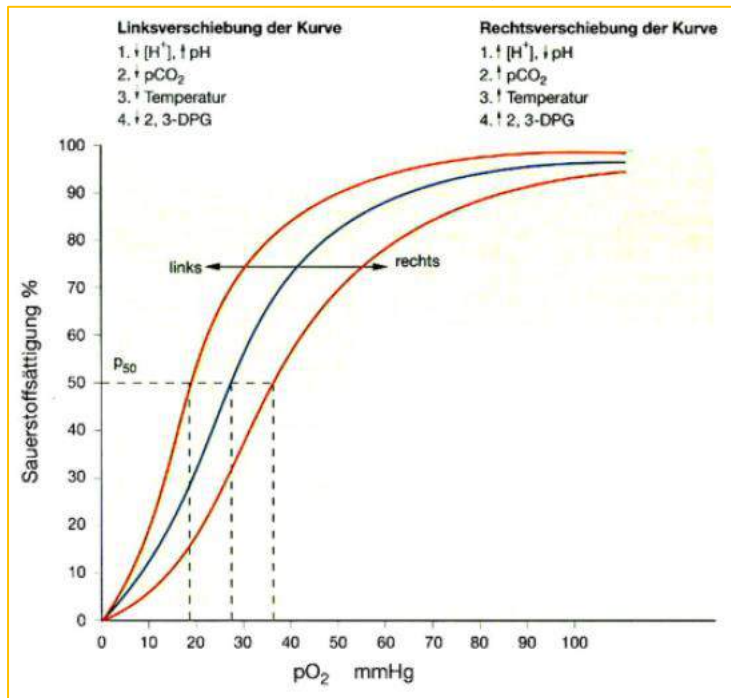


Abb. 7 : Sauerstoffdissoziationskurve. (Kurt Sperl, Oktober 2012, Folie 19)

Ein in der Erregungsphase befindender Patient hat ein tachypnoischen Atmungsmechanismus, der primär eine Alkalose zur Folge hat (Sina Grape, et. al., 2012). Tritt eine Erschöpfung ein, kann eine Bradypnoe beobachtet werden, die zu einer Azidosenentwicklung führt. Der Bronchialtonus während der Hypothermie ist deutlich erniedrigt. Doch schon bei einer milden Hypothermie kann spontan ein Bronchospasmus provoziert werden. Die Diffusionskapazität des CO_2 s ist verringert und die Sauerstoffdissoziationskurve auf Abb.7 zeigt eine Linksverschiebung auf. Das will heissen, dass die O_2 -Affinität zum Hämoglobin einerseits steigt, andererseits jedoch die Sauerstoffabgabe ans Gewebe erschwert ist (Lars Heuer, 2000). In Kombination mit der peripheren Vasokonstriktion wirkt sich dies doppelt ungünstig auf die Zellversorgung in der Peripherie aus. Es kann zu einer hypoxämisch bedingten Vasokonstriktion im Gefässsystem der Lunge kommen, was die O_2 -Zufuhr zusätzlich verschlechtert (Sibylle Gosteli, 2013).

2.6.2. Niere

Durch die im vorherigen Kapitel erwähnte Zentralisation registriert der Hypothalamus eine vermeintliche Hypervolämie, worauf er mit einer ADH-Freisetzung antwortet und eine Immersionsdiurese auslöst. Durch die Kältediurese gerät der Elektrolythaushalt ins Schwanken, was wiederum das Herzkreislaufsystem beeinflussen kann (Jens Scholz, et. al., 2013). In der Erschöpfungsphase erfolgt zusätzlich eine osmotische Diurese, die durch die entstandene Hyperglykämie begründet wird (Gitta Stockinger, et. al., 2010). Da der renale Blutfluss durch die vorangegangene Flüssigkeitsausscheidung abnimmt und die Hypothermie eine Rhabdomyolyse provoziert, steigt das Myoglobin und somit die Creatinkinase im Blut an und kann zu einer Niereninsuffizienz führen. Es folgt die Oligurie. Die Elektrolythauscheidung ist durch die Niereninsuffizienz gestört, was wiederum einen Einfluss auf andere Organsysteme hat (Lars Heuer, 2000).

2.6.3. Gastrointestinaltrakt

Die periphere Vasokonstriktion betrifft auch das Splanchnikusgebiet. Die Aussparung der Perfusion im Gastrointestinaltrakt und der Sympathikusüberhang im I. Hypothermiestadium haben zur Folge, dass die Darmperistaltik gedrosselt wird und sich die Gefahr einer Paralyse, bzw. eines nachfolgenden Ileus entwickelt. Zudem werden beim hypothermen Patienten gehäufte Fälle von gastrointestinalen Läsionen, d.h. Ulcus festgestellt. In seltenen Fällen kann sich durch die akzidentielle Hypothermie eine Pankreatitis ausbilden. Über die Pathophysiologie wird spekuliert (Lars Heuer, 2000).

2.6.4. Gerinnungssystem

Das Gerinnungssystem gerät beim akzidentiiell hypothermen Patienten durcheinander. Dies zeigen folgende Aspekte:

Die bereits erwähnte Kälte-diurese zieht eine erhöhte Blutviskosität mit sich. Diese erhöht das Thromboserisiko beachtlich (Jens Scholz, et. al., 2013). Es muss damit gerechnet werden, dass durch die im Kapitel 2.6.1. erwähnte intrazelluläre Flüssigkeitseinlagerung zusätzlich einen Einfluss auf die erhöhte intravasale Blutviskosität hat, was das Thromboserisiko wiederum erhöht (Volker Burst, 2009).

Die Leber ist durch die akzidentielle Hypothermie metabolisch wie auch exsudativ eingeschränkt. Die enzymatische Gerinnungskaskade ist inhibiert und hat eine erhöhte Blutungsneigung zur Folge (Lars Heuer, 2000). Dadurch ist bei unterkühlten Patienten die Blutgerinnung und die Thrombozytenfunktion gestört und verlangsamt (Stefan Schröder, et. al., 2010). Dieser Effekt der Kältekoagulopathie überwiegt ab der moderaten Phase und führt zu einer stärkeren Blutungsneigung (Sina Grape, et. al., 2012). Untersuchungen von Sandra Purle, 2008 haben ergeben, dass durch die Hypothermie die Thrombozytenzahl deutlich sank. Diese Thrombozytopenie blieb weit über die Wiedererwärmungszeit heraus erhalten (Sandra Purle, 2008). Die erhöhte Blutungszeit und das folglich erhöhte aPTT kann die Gefahr einer ICB unverkennbar erhöhen (Thomas Fleischmann, 2012).

Trotzdem besteht die Gefahr des Sludge-Phänomens, d.h. der Entstehung peripherer Mikrothromben, die zu einem Zirkulationsdefizit und demzufolge zu einer lokalen Unterversorgung des Gewebes führen. Ein DIC entsteht. Diese Kaskade wird durch die periphere Vasokonstriktion und der parallel folgenden Zentralisation ausgelöst, die von der Kälte getriggert ist (Stefan Schröder, et. al., 2010). Die in der Peripherie entstandenen Mikrothromben lassen das Gerinnungssystem reflektorisch aktivieren, was demnach eine Gerinnungssteigerung zur Folge hat und eine Verbrauchskoagulopathie mit sich bringen kann. Aufgrund der hypothermiebedingten Störung der Thrombozytenaggregation, ist die Thrombozytenaktivierung jedoch nur begrenzt wirksam (Stefan Schröder, et. al., 2010).

2.6.5. Stoffwechsel

Um die Wärmeproduktion auf das fünffache zu erhöhen, wird das Muskelzittern in der ersten Phase der akzidentiellen Hypothermie aktiviert. Dies erhöht den O₂-Bedarf im milden Hypothermiestadium auf das Vierfache. Der zelluläre, metabolische Sauerstoffverbrauch im Körper wird hingegen progressiv um rund 6% pro gesenktes °C gedrosselt und der Körper wird somit auf Sparflamme gesetzt. Dies hat eine höhere Hypoxietoleranz des Gehirns zur Folge. Liegt die Kerntemperatur bei 28°C, minimiert sich der Sauerstoffbedarf um 50% (Jens Scholz, et. al., 2013). Dieser Effekt wird in der therapeuti-

schen Hypothermie zu Nutze gemacht, wobei die Temperatur soweit gesenkt wird, dass die Erregungsphase der milden Hypothermie überwunden werden kann (Christian Hick, et. al., 2012).

Durch die Linksverschiebung der Sauerstoffdissoziationskurve (Abb. 7) entsteht eine relative Gewebhypoxie. Gasaustauschstörungen und Laktat-, wie auch CO₂-Retention resultieren peripher in einer metabolischen Azidose (Jens Scholz, et. al., 2013). In der Peripherie kommt es zu einem oxydativen Stress, da das ROS, d.h. die freien Radikale, nicht abtransportiert werden können. Die zellulären und extrazellulären Räume werden dadurch geschädigt und geschwächt (Achaea Janata, 2001).

Der Ruhestoffwechsel steigt in der Erregungsphase an und die Glucosespeicher werden angezapft. In der Erschöpfungsphase zwischen 32 bis 28°C beginnt die Insulinproduktion zu versiegen, was von einer Hyperglykämie gefolgt ist (Stefan Silbernagl, et. al., 2009). Es herrscht eine verminderte Insulinfreisetzung aus dem Pankreas und eine periphere Insulinresistenz vor (Gitta Stockinger, et. al., 2010). Der Effekt der Hyperglykämie wird verstärkt durch die hypothermiebedingte Ausschüttung der Hormone TSH und ACTH (Burst Volker, 2009).

Hepatologisch abbaubare Drogen und Medikamente werden durch die gestörte Leberfunktion schlechter metabolisiert. Medikamente wirken bereits ab der moderaten Hypothermie abgeschwächt und werden verzögert abgebaut (Stefan Schröder, 2010).

2.6.6. *Immunsystem*

Die akzidentielle Hypothermie löst ein SIRS aus, das die Bedeutung einer überschießenden, systemischen Entzündungsreaktion hat. Diese immunologische Ausschüttung der Mediatoren hat eine erhöhte Infektanfälligkeit zur Folge und birgt die Gefahr von Wundheilungsstörungen, Wund- oder Atemwegsinfekten (Philipp Mommsen, et. al., 2011). Diese Entzündungsmediatoren nehmen nur wenig Einfluss auf den hypothermen Körper. Doch sie werden umso ausgeprägter wirksam, wenn der Klient wieder erwärmt wird und die Wirkung der Mediatoren zum Tragen kommt. Des Weiteren wird nach erlittener akzidenteller Hypothermie in der ersten Zeit trotz SIRS eine Leukozytopenie feststellbar sein. Dies wird durch die Sequestration der Leberzellen begründet. Die Funktion der Makrophagen ist zu der verminderten Leukozytenzahl dürftig, da sie unter hypothermen Bedingungen kaum noch zur Aufgabe der Phagozytose im Stande sind (Lars Heuer, 2000). Dies bringt wiederum eine Einbusse der Immunabwehr mit sich. Das CRP steigt jedoch dazu schon bald nach Eintreten der akzidentiellen Hypothermie an (Sandra Purle, 2008).

2.6.7. *Zentrales Nervensystem*

Der Verlauf der Vigilanz verhält sich wie folgt: In der Erregungsphase erscheint der Patient zuerst hellwach und erregt, worauf bei einer Kerntemperatur von 32 bis 28°C der Zustand zum Verwirrten und Lethargischen verändert und schlussendlich in der Lähmungsphase im komatösen Stadium resultiert (Stefan Silbernagl, 2009). Dennis W. Choi, et. al. fanden bereits 1987 durch diverse Untersuchungen heraus, dass eine Hypothermie die Glutamatsynthese im Körper hemmt. Da die Glutaminsäure, auch Glutamat genannt, eine der wichtigsten, erregenden Neurotransmitter im ZNS ist, das Membranpotential ist dezimiert. Folglich kommt es zu einer Abnahme der Nervenleitgeschwindigkeit (Kwang Ryul Choi, 1987) Reflexe sind bei der schweren Hypothermie dadurch oft regrediert oder gar erloschen (Jens Scholz, et. al., 2013).

Die Pupillenreaktion ist bei einer schweren Hypothermie nicht mehr zu beobachten. Sind die Pupillen nicht reagibel und weit, befindet sich der Patient bereits im kritisch irreversiblen Stadium.

Es wird berichtet, dass Patienten, die extremen Kälteexpositionen ausgesetzt waren, sich zu entkleiden begannen. Es wird vermutet, dass eine schwere Hypothermie den Patienten ein subjektives Hitzegefühl verspüren lässt. Dieses noch ungeklärte Phänomen wird als „Kälte-Idiotie“ bezeichnet (Corinne Schön, 2013).

Nachdem der Patient bradypnoeisch geworden ist, entwickelt sich eine Hyperkapnie, die zerebral eine Vasodilatation zur Folge hat (Sybille Gosteli, 2013). In Kombination mit der elektrolythbedingten Veränderung der Gefässpermeabilität und der Entzündungsmediatorenausschüttung, steigt die Gefahr einer Hirnödementwicklung.

2.6.8. After-Drop-Mechanismus und vasogener Schock

Bereits in der Phase der moderaten Hypothermie kann der After-Drop-Mechanismus zur Thematik werden. Durch die oben erwähnte Zentralisation, wird das Gefälle der Schalen- und Kerntemperatur grösser (Jens Scholz, et. al., 2013). Kommt es zu einem plötzlichen Rückstrom des kalten Blutes von peripher zu zentral, können daraus maligne Herzrhythmusstörungen oder sogar eine Asystolie, dem sogenannten Bergungstod resultieren (Stefan Schröder, et. al., 2010). Davon zu differenzieren ist der vasogene Schock, der ebenfalls mit der Lageveränderung des Patienten im Zusammenhang steht. Wird der moderat hypotherme Patient statt senkrecht, horizontal gelagert, fällt die hydrostatische Komponente plötzlich und das Blut versackt in den kältebedingt atonischen Beinvenen (Jens Scholz, et. al., 2013). Bevor der Körper diese Lageveränderung gegen zu regulieren vermag, kommt es durch die vasoplegischen Gefässe zum Kollaps bis hin zum erwähnten vasogenen Schock (Gitta Stockinger, et. al., 2010).

2.6.9. Auferstanden nach Kältetod

„Auferstanden vom Kältetod- Sie war klinisch tot und erwachte völlig gelähmt. Jetzt läuft Anna Bågenholm wieder Ski.“ Dies schrieb Walter de Gregorio in seinem Bericht der Zeit Online am 16.03.00 über eine Patientin, die mit einer Kerntemperatur von 14,4°C nach einem Skiunfall im eisig kalten Wasser geborgen wurde. Solche und ähnliche Fälle publizierten diverse Medienstellen in der Vergangenheit. In der heutigen Zeit ist bekannt, dass eine kritisch irreversible Hypothermie reversibel sein kann. Deshalb wird selbst ein hypothermer Körper, der bereits tot zu sein scheint, wiedererwärmt (Jens Schulze, 2013). So äussert auch Dr. Hermann Brugger am 1. Swiss Accidental Hypothermia Day: „Nobody is dead, until he`s warm and dead.“

Die kältebedingte Drosselung der Körperfunktionen kann tatsächlich einen Scheintod vortäuschen, der durch fahles Aussehen, Bewusstlosigkeit, Pulslosigkeit, Atemstillstand oder gar Dysreflexie das Bild eines klinischen Todes vortäuscht. Deshalb soll auf die drei sicheren Todeszeichen geachtet werden. Laut Corinne Schön, 2013 gehören dazu die Totenstarre, die Totenflecken und die mit dem Leben nicht zu vereinbarenden Verletzungen. Bei Nichtvorhandensein dieser Zeichen und der im Punkt 2.7. erwähnten Ausschlusskriterien der Reanimation, muss wiedererwärmt werden. Tatsache ist und bleibt, dass die Todesfeststellung bei einem akzidentuell hypothermen Patienten eine Herausforderung darstellt.

Praxistransfer

Anhand der Abb. 8 von SMEDRIX, 2009 ist der Praxistransfer übersichtlich dargestellt. Die folgenden Kapitel erklären diese Aspekte ausführlich.

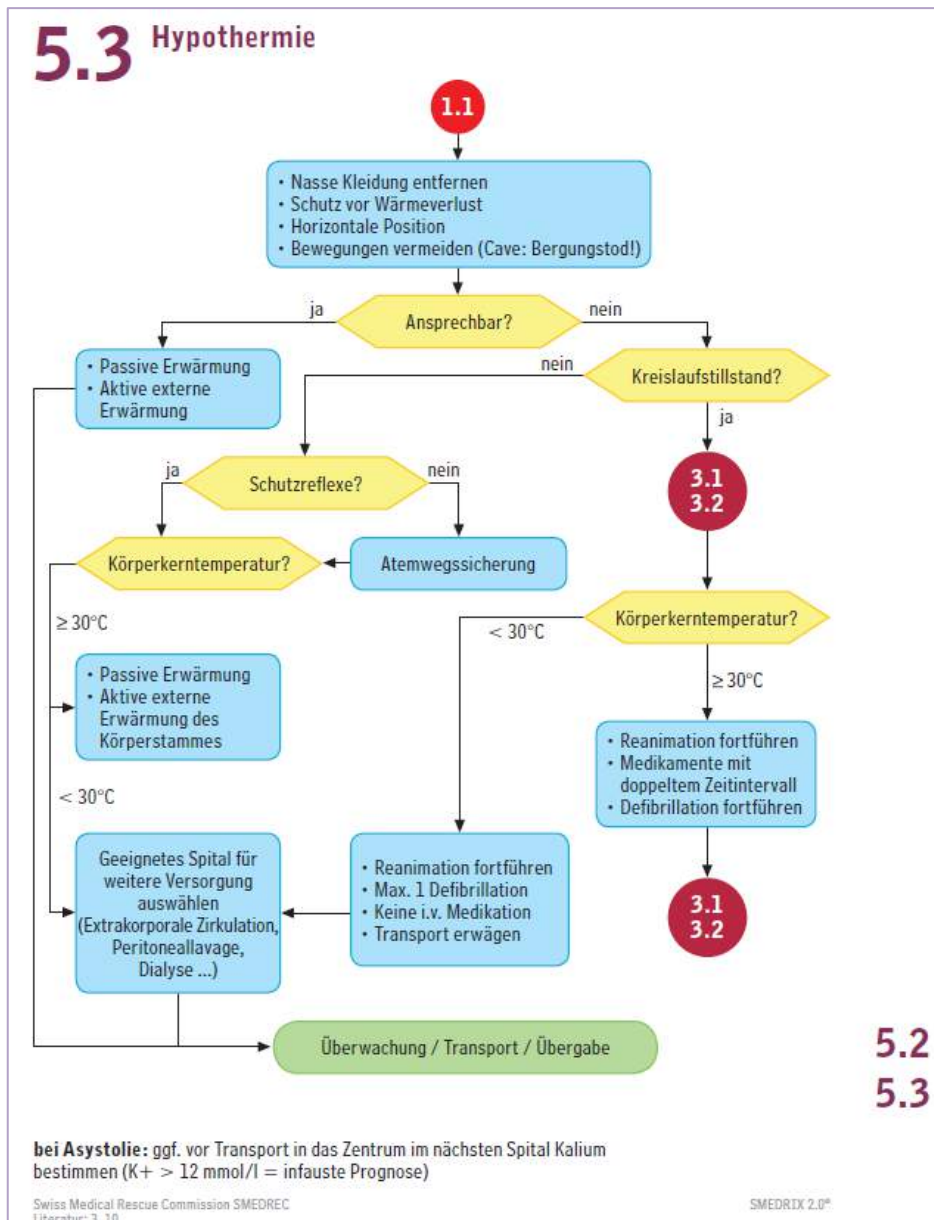


Abb. 8: Algorithmus Hypothermie (SMEDRIX, 2009, S. 23)

2.7. Kardiopulmonale Reanimation

Es hat sich bewährt, ab Stadium 2 in Reanimationsbereitschaft zu sein, da die Vulnerabilität beim hypothermen Myokard erhöht ist und dies maligne Rhythmen wie KT oder KF begünstigen (Beat Wolpoth, 2013). Diese Arrhythmien neigen dazu, sich nach der Wiedererwärmung selber wieder zu konvertieren (Jesmeet Soar, et. al., 2010). Entwickelt der hypotherme Patient eine pulslose KT oder ein Kammerflimmern, soll bei einer Körpertemperatur von unter 30°C nach dem üblichen Algorithmus reanimiert werden. Da die Defibrillationsversuche bei diesen Kerntemperaturen oft erfolglos blieben, soll lediglich dreimal mit 200V defibrilliert werden. Der Algorithmus von SMEDRIX, 2009

zeigt auf der Abb. 8 sogar, dass einen Defibrillationsversuch nicht überstiegen werden soll. Bleibt die Defibrillation erfolglos, wird die kardiopulmonale mechanische Reanimation über Stunden bis zur adäquaten Wiedererwärmung weitergeführt. Bevor der Strom zur Defibrillation abgegeben wird, muss zwingend auf einen trockenen Körper geachtet werden. Die längste Reanimationsdauer bei einem akzidentell hypothermen Patienten mit neurologisch erfolgreichen Outcome lag bei über 6h. Deshalb soll in der Betreuung von moderat bis kritisch irreversibeln Patienten ein Gerät wie LUKAS zum Inventar gehören (Peter Paal, et. al., 2012). Laut Peter Mair, 2013 wurde in Innsbruck deutlich besseres Outcome nach einer LUKAS-geführten CPR festgestellt. Das Gerät LUKAS gewährte eine adäquate Entleerung des linken Ventrikels, während der Auswurf durch die manuelle CPR oft zu knapp ausfalle.

Die mechanische Reanimation bleibt im selben Verhältnis von Kompression und Beatmung wie bei normothermen Patienten. Zur Erstbeurteilung darf jedoch statt die vorgegebenen 10 Sekunden, eine Minute Zeit genommen werden, um nach Lebenszeichen zu suchen, da die Ischämietoleranz mit sinkender Kerntemperatur steigt (Jesmeet Soar, et. al., 2010). Es wird sogar berichtet, dass sich ein hypothermer Patient über 66 Minuten in einem Kreislaufstillstand befunden hat, ohne dass er reanimiert wurde (Birgit Schwarz, et. al., 2002). Um während der mechanischen Reanimation die Auswurfleistung und die Effizienz zu kontrollieren, kann eine Echokardiografie in Betracht gezogen werden. Falls aufgrund der hypothermieinduzierten Vasokonstriktion keinen arteriellen Katheter radial oder femoral eingelegt werden kann, soll ein möglichst zentrales arterielles Gefäss punktiert werden (Jesmeet Soar, et. al., 2010).

Nach ROSC, auch Rückkehr des Spontankreislaufes genannt, wird eine Normoventilation, Oxygenierung, Normoglykämie und eine adäquate Kreislaufunterstützung eingeleitet (Smedrix, 2009).

Bezüglich der Medikamentengabe ist Vorsicht geboten. Da die Metabolisierung von Medikamenten während einer Hypothermie verlangsamt ist, kann dies bei wiederholten Applikationen zu einer toxischen Plasmakonzentration führen. Auf eine Medikamentengabe soll verzichtet werden, bis durch die Wiedererwärmungsmassnahmen eine Kerntemperatur von 30°C erreicht ist. Zwischen 30-35°C soll die Hälfte der sonst üblichen Medikamentendosis injiziert werden (Beat Wolpoth, 2013). Wird eine Normothermie erreicht, wird die Medikamentengabe nach den normalen ACLS-Richtlinien fortgeführt werden (Peter Paal, et. al., 2012). Nach diesem Ablauf handelt auch die Air Glacier in Sion, 2013.

Lars Heuer, 2000 machte die Erfahrung, dass eine reanimationsinduzierte Adrenalingabe in einem hypothermen Körper unglücklicherweise zusätzlich triggernd auf pathologische Herzrhythmen wirkt. Wohingegen Noradrenalin, Dopamin und Dobutamin eher stabilisierend auf den Herzrhythmus wirken.

Zur medikamentösen Reanimation gibt es jedoch wenig evidenzbasierte Literatur, da sich die Forschung bis anhin vorwiegend auf Tierversuche beschränkt (Josef Layon, et. al., 2009).

Im Falle der hypothermiebedingten Bradykardie ist wegen der hypohidrotischen Wirkung Rückhalt bei der Gabe von Atropin geboten. Ein externes Pacing sollte erst dann induziert sein, wenn bei der Bradykardie eine hämodynamische Instabilität dominiert.

Bezüglich Intubation gibt es ebenfalls verschiedene Meinungen. Die meisten Autoren empfehlen eine grosszügige Intubation. Befindet sich der Patient im Erschöpfungsstadium mit dem Anzeichen einer Bradypnoe, soll aufgrund der durch die Hypoventilation entstandenen Azidose eine kontrollierte Ventilation anhand der Intubation vorgenommen werden. Dies empfiehlt Sina Grape, et. al., 2012. Welche Auswirkungen Azidose

auf den Körper haben kann, wird im Kapitel 2.6. näher gebracht. Auch die Air Glacier Sion, 2013 intubiert den moderat hypothermen Patienten grosszügig. V.a. deshalb, weil im Zentrumsspital oft mit warmen Inhalationsgasen wiedererwärmt wird. Einzelne Kritiker meinen jedoch, dass solange ein Kreislauf vorhanden sei, von einer Intubation abgesehen werden soll, da die Gefahr des intubationsinduzierten Kammerflimmerns im hypothermen Körper zu gross sei. Doch eine adäquate Oxygenation und der Schutz vor Regurgitation oder Aspiration übersteigen das minime Risiko des intubationbedingten, endotracheal auszulösenden KF (Jessmeet Soar, et. al., 2010). Depolarisierende Muskelrelaxantien wie z.B. das oft unter der Intubation eingesetzte Succinylcholin können einen weiteren Kaliumanstieg bewirken, was sich ungünstig auf das Outcome auswirkt (Jens Scholz, et. al., 2013).

Es gibt Reanimationabbruchskriterien, die beim akzidentiell hypothermen Patienten relevant sind. Wenn der Körper keine kardiale Regung aufweist und die Atemwege mit Schnee gefüllt sind oder der Thorax durchgefroren ist, wird auf eine Reanimation verzichtet. Zudem ist der Zeitfaktor ebenfalls ausschlaggebend. Liegt ein Opfer mehr als 18 bis 35 Minuten mit behinderten Atemwegen unter dem Schnee, besteht laut Air Glacier, 2013 keine Überlebenschance mehr. Der Patient stirbt durch das entstandene Trippele-H- Syndrom, das auf der Kombination von Hypothermie, Hypoxie und der rückatmungsinduzierten Hyperkapnie basiert (Peter Paal, et. al., 2012). Ein weiteres Kriterium für einen Reanimationsverzicht ist der Kreislaufstillstand in Kombination mit eindeutig letalen Körperverletzungen. Auch die Totenflecken sind ein klares Todeszeichen, doch diese sind für die präklinisch beteiligten Berufsgruppen bei einem hypothermen Patienten oft schwer zu erkennen. V.a. dann, wenn eine traumatische Einwirkung mit starker Hämatomentwicklung vorliegt (Bruno Durrer, 2013). Damit werden wir am KSA jedoch auf dem Notfall kaum konfrontiert werden. Für die Notfallpflege und den Arzt gilt es grundsätzlich, vor Reanimationsabbruch die 6Hs und 6Ts bzw. das HITS zu berücksichtigen (Beat Wolpoth, 2013). Doch beim Kaliumwert gibt es eine spezielle Empfehlung: Liegt beim hypothermen Patienten ein Serumkalium von über 12mmol/l vor, wird auf eine Wiedererwärmung unter Reanimation verzichtet, da diese Situation als irreversibel gilt. Bei einem Wert unter 12mmol/l wird hingegen unter Wiedererwärmung wiederbelebt (Jens Scholz, et. al., 2013). Es wurde zudem herausgefunden, dass eine subakut entstandene akzidentielle Hypothermie sich ungünstiger auf das Outcome auswirkt als eine akut entstandene.

All die erwähnten Aspekte sind für die Notfallpflege grundsätzlich wichtig zu wissen, doch wie bereits erwähnt: Jeder Patient, der mit einer akzidentiellen Hypothermie auf dem Notfall eintrifft, soll individuell beurteilt und entsprechend behandelt werden (Birgit Schwarz, et. al., 2002).

2.8. Erstversorgung auf dem Notfall

Da im KSA erfahrungsgemäss v.a. Patienten mit einer milden Hypothermie eingewiesen werden, lohnt es sich, zur Raumzuteilung einige Gedanken zu machen. Dieses Patientengut wird meist in die Wundversorgung 1 geplant. Laut meinen Messungen liegt die Differenz der Raumtemperatur je nach Jahreszeit zwischen dem Zimmer 2 und der WV 1 um die 5 bis 15°C. Doch nicht nur der Effekt der Radiation, sondern auch der konduktive Effekt der Klimaanlage, die eine Luftumwälzung bewirkt, wirkt sich in der WV1 ungünstig auf den Wärmehaushalt des hypothermen Patienten aus.

Die Abb. 8 von SMEDRIX, 2009 zeigt parallel zu den folgenden Erklärungen knapp auf, wie die Erstversorgung eines hypothermen Patienten ablaufen soll. Der Patient soll

grundsätzlich nach ABCDE des Advanced Trauma Life Supports eingeschätzt und entsprechende Massnahmen eingeleitet werden. Diese Beurteilung beginnt bei A für Airway, die ich beim Einfahren des Patienten bereits beurteilen kann. Befindet sich der Patient in der Erregungsphase, darf er selbständig von der Rettungstrage auf den Schragen rutschen. Da die Gefahr des im Kapitel 2.6.8. erwähnten After-Drop-Syndroms, des vasogenen Schocks oder des Reperfusionssyndroms erst ab der moderaten Hypothermie zum Thema wird, darf der mild hypotherme Patient seine Kleider selbständig ausziehen. Zudem soll er sich körperlich aktivieren, da die Muskeltätigkeit zu einer schnelleren Erwärmung führt (Jasmeet Soar, et. al., 2010). Ab der moderaten Hypothermie steigt jedoch das Risiko eines After-Drop-Syndroms, des vasogenen Schocks und des Reperfusionssyndroms rasant an (Jens Scholz, et. al., 2013). Deshalb soll die Umlagerung durch mindestens vier Personen mit möglichst wenigen Erschütterungen vorgenommen werden. Der Patient muss stets in horizontaler Lage bleiben. Um einen kardiovaskulären Kollaps zu verhindern, ist es ideal, wenn der hypotherme Patient vom Rettungsdienst auf einem Spineboard immobilisiert wird (Stefan Schröder, et. al., 2010). Zudem möchte man verhindern, dass ein Reperfusionsschaden entsteht durch das plötzliche Einschwemmen von Sauerstoffradikalen und Laktat aus der Peripherie, da dies ebenfalls tödlich enden kann (Volker Burst, 2009). Die Kleidung soll aufgeschnitten und die nassen Utensilien entfernt werden, um den konduktiven Wärmeverlust zu drosseln. Die nassen Kleider sollen stets durch trockene Decken ausgetauscht werden (Stefan Schröder, et. al., 2010).

Falls der Verdacht eines gewaltsamen Einflusses besteht, soll korrekt nach den forensischen Richtlinien, die in der Diplomarbeit von Jörg Glowienka, 2011 erläutert sind, vorgegangen werden. Auch wenn der Verdacht der im Kapitel 2.6.7. erwähnten Kälteidiotie besteht, sollen die forensischen Schritte nicht ausgelassen werden.

Wurde das im Punkt 2.8.1. erwähnte Monitoring installiert und Breathing und Circulation klinisch beurteilt, wird ein venöser und / oder arterieller Zugang gelegt. Ist eine venöse Punktion innert 90 Sekunden aufgrund der peripheren Vasokonstriktion nicht erfolgreich, soll eine intraossäre Punktion vorgenommen werden (Christian Herion, 2013).

Bewegt sich bei dem akzidentiell hypothermen Patienten die Temperatur im unteren Bereich der milden Unterkühlung, kann der hohe O₂-Verbrauch während der Erregungsphase durch eine Sedation unterbrochen werden. Denn diese Phase lässt Wärme durch perspiratio insensibilis verflüchtigen und die gesteigerte Herzfrequenz und die Atemtätigkeit steigern den O₂-Verbrauch rasant. In der Phase der milden Hypothermie soll aufgrund der Erschöpfungsgefahr unabhängig vom Sauerstoffsättigungswert im Blut, O₂ appliziert werden (Robert Sieber, 2006). Laut Jesmeet Soar, et. al., 2010 soll eine O₂-Gabe auf das hypotherme Myokard einen stabilisierenden Einfluss haben (Jesmeet Soar, et. al., 2010). Eine Hypoglykämie, die beim Eintreffen des mild hypothermen Klienten oft schon durch den RD diagnostiziert wurde, soll unverzüglich behandelt werden (Sina Grape, et. al., 2012).

Kann der Patient sich nicht adäquat über das Geschehen äussern, ist ein genauer Bodycheck unerlässlich.

2.8.1. Monitoring

Da das Monitoring die allgemeine Erfassung der Vitalfunktionen zur Verlaufsbeobachtung beinhaltet, gehört nebst der technischen Überwachung auch die Erfassung der Klinik dazu (Sybille Gosteli, 2012). Bei einem Patienten, der an einer akzidentiellen Hypothermie leidet, ist das klinische Auge von besonderer Wichtigkeit. Der hypotherme

Patient kann mit dem Mittel (Abb. 9) der Swiss Staging Scale anhand der Klinik in kurzer Zeit beurteilt und in ein Stadium eingeteilt werden (Sina Grape, et. al. 2012). Bei Begleitverletzungen oder Alkohol-, Drogeneinflusses muss diese Skala mit Vorsicht eingesetzt werden.

Körperkerntemperatur (°C)	Schweregrad der Hypothermie	Stadium der Hypothermie	Klinische Symptome
35 bis 32	Mild	I	Patient alert, Kältezittern
32 bis 28	Mittelschwer	II	Patient verlangsamt, kein Kältezittern
24 bis 28	Schwer	III	Patient bewusstlos, atmet
<24		IV	Patient bewusstlos, Atem- und Kreislaufstillstand

Abb. 9: Klinische Einschätzung der Hypothermie durch das Swiss Staging System. (Schweiz. Med. Forum, Sina Grape, et. al., 2012, S.199).

Primär wird das Monitoring und die entsprechende Behandlung nach dem ATLS gerichtet. Dieses Konzept dürfte jedem Notfallpflegenden bekannt sein. Im Rahmen des Primary Surveys wird als Erstes beim Eintritt des akzidentiell hypothermen Patienten die **Airways**, d.h. die Atemwege und die HWS beurteilt. Dies kann beispielsweise durch eine erhöhte Atemarbeit, eine Unmöglichkeit des Sprechens, ein Brodeln, Stridor oder Nackenschmerz bei kombiniertem Trauma erkannt werden. Hat der schwer hypotherme Patient ein Trauma erlitten, kann er die SZ jedoch nicht äussern, soll die HWS prophylaktisch geschützt und untersucht werden.

Im nächsten Schritt wird das **Breathing** bezüglich Ventilation und Oxygenation überwacht. Klinisch können z.B. die Atemfrequenz, die Atemtiefe, der Einsatz der Atemhilfsmuskulatur, die hypoxisch bedingte Blaufärbung der Nägel oder die Zyanose beobachtet werden (Sybille Gosteli, 2013). Musste der Patient im ersten Schritt intubiert werden, erlaubt es das technische Monitoring, die innere Atmung über die CO₂-Kurve zu überwachen. Nachdem der Arzt die Lunge auskultiert hat, haben wir Pflegenden die Möglichkeit der Sauerstoffsättigungsüberwachung. Beim hypothermen Patienten ist dies peripher oft nicht möglich, worauf auf den Ohrclip gewechselt werden kann. Doch durch die akrale Perfusionsverminderung ist auch dieser Wert oft nicht verwertbar. Liegt der SpO₂-Wert unter 60%, kann dieser nicht als adäquate Messung beachtet werden (Thomas Fleischmann, 2012). Da auf dem INZ bei Erwachsenen nicht mit der frontalen SpO₂-Bestimmung gearbeitet wird, liegt die geeignete SpO₂-Bestimmung in der Punktion der ABGA (Stefan Schröder, et. al. 2010). Natürlich werden auch die anderen Werte der respiratorischen Komponente zur Breathingbeurteilung nötig sein. Ist die Ventilation oder Oxygenation beeinträchtigt, soll rasch ein Röntgen Thorax erfolgen (Lars Heuer, 2000). Wie im Kapitel 2.8. bereits erwähnt, soll zudem beim hypothermen Patienten nicht auf eine O₂-Gabe verzichtet werden, da dieser auf das Myocard einen stabilisierenden Einfluss hat.

Die Beurteilung der **Circulation** erfolgt über das Hautkolorit, der Hauttemperatur oder auch der Rekapillarisationszeit. Da der BD beim hypothermen Patienten oft manuell nicht messbar ist, soll in diesem Falle eine arterielle BD-Messung eingeleitet werden. Ist das Volumen knapp, sind die Carotiden kollabiert und die Peripherie kalt und blass. Zudem ist die Rekap-Zeit verlängert (Jesmeet Soar, et. al., 2010).

Da das kardiale Defizit einen Einfluss auf die Circulation haben kann, werden die Herztöne über das Stethoskop auskultiert und am Monitor die fünfadrig EKG-Überwachung installiert. Es ist wichtig, dass dies bei jeder Umlagerung des Klienten kleben bleibt, um allfällige Herzrhythmusveränderungen zu erkennen. Auch das Schreiben des 12-Ableitungs-EKGs dient dem kardialen Monitoring. Ein weiterer Faktor zur Beurteilung

der Circulation ist laut Jesmeet Soar, et. al., 2010 der Puls. Ist der Puls peripher oder zentral palpierbar? Wie ist die Qualität des Pulses? Die Kälte kann einen langsamen, fadenförmigen und unregelmässigen Puls zur Folge haben. Um die renale Funktion zu überwachen, wird ein Dauerkatheter eingelegt. Falls eine vesicale Temperaturmessung vorgenommen wird, soll der eingelegte Dauerkatheter mit einer Temperatursonde versehen sein. Durch den Dauerkatheter kann zudem eine Überwachung der Diurese und der Bilanzierung realisiert werden.

Die Neurologie wird anhand der Pupillenreaktion, der GCS-Überwachung, und der Reflexprüfung im Punkt der **Disability** beurteilt. Der akzidentiell hypotherme Patient mit einem Kreislaufstillstand hat weite, lichtstarre Pupillen, die durch die Wiedererwärmung reversibel sind (Jesmeet Soar, et. al., 2010).

Eine zerebrale Schädigung mitunter der Hypothermie klinisch zu diagnostizieren, wird schwierig sein. Je nach Hypothermiestadium ist die Vigilanz und somit der GCS-Score verändert. Die hypothermen Patienten, die auf dem INZ eingeliefert werden, leiden oft kombiniert an einer Intoxikation oder einer psychischen Erkrankung, die die Hypothermieeinschätzung nach der Swiss Staging Scale erschweren. Eine diagnostische Benzodiazepin- und Ethanoluntersuchung im Labor wird Klarheit über den Zustand des Patienten geben. Auch Blutzuckerentgleisungen können einen Einfluss auf das GCS haben.

Die Temperaturmessung gehört zum Basismonitoring und wird in der Beurteilung des **Environmental Controls** und des **Exposures** berücksichtigt (Sybille Gosteli, 2012). Die Wiedererwärmungsmassnahmen werden eingeleitet. Falls die Hypothermie jedoch letal hämodynamische oder respiratorische Auswirkungen hat, soll die Entfernung der nassen Kleider und erste Wiedererwärmungsmassnahmen vorgezogen werden (Bruno Durrer, 2013). Zum Schluss wird der hypothermieunspezifische Logroll zur Exposurebeurteilung vorgenommen.

2.8.2. Labordiagnostik

Wie bereits erwähnt, wird beim akzidentiell hypothermen Patienten eine ABGA zur respiratorischen Beurteilung gestochen. Zudem wird ein kleines Blutbild, Gerinnung, Na^+ , K^+ , C_2 , TSH im Blut und Benzodiazepine plus allenfalls Osmolarität im Urin nötig sein, um allfällige Folgen, Komorbiditäten oder gar Ursachen zu erkennen. Auch während der Wiedererwärmung sollen die Elektrolytwerte engmaschig überwacht werden (Gitta Stockinger, et. al., 2010).

Auf dem Laborauftrag kann die Körpertemperatur aufgeführt werden, da es durch die Hypothermie Wertverfälschungen geben kann. Dies gilt laut Lars Heuer, 2000 grundsätzlich auch für die ABGA. Nach Rücksprache mit Marion Renggli, Biomedizinische Analytikerin des Labors KSA, 2013 wird dies bei uns nicht praktiziert. Es wird davon ausgegangen, dass die Ärzte die Werte entsprechend den Körpertemperaturen des Patienten interpretieren. Laut Dr. Fritz Mertzluft, et. al., 2007 hat die Temperaturanpassung beim Radiometer-ABGA-Gerät einen beachtlichen Einfluss auf das Endresultat der respiratorischen Werte. So kann beispielsweise eine Kerntemperaturdifferenz von 37°C auf 25°C einen pCO_2 -Unterschied von 50mmHg zur Folge haben. Auch Urs Stolz, Produktmanager von Radiometer, 2013, der den Blutgasanalysator des KSAs vertritt, empfiehlt eine einheitliche Handhabung der Temperaturanpassung. Es existieren Umrechnungsformeln für die ABGA-Werte, die jedem Arzt bekannt sein sollten. Laut Ueli Bürgi, CA INZ, 2013 wird am KSA bei einer Hypothermie der Temperaturwert an dem Blutgasanalysator jeweils angeglichen.

Ein Parameter, welcher mit sinkender Temperatur zunehmend falsche Werte ergeben kann, ist der Hämatokrit. Das will heissen, dass auch bei einem normalen Hämatokrit eine Blutung vorliegen kann, zumal gerade die Blutgerinnung in der Hypothermie oft durcheinandergeraten ist (Thomas Fleischmann, 2012).

2.8.3. Anamnese

Das Vorgehen der Anamneseaufnahme des Patienten richtet sich nach dem Secondary Survey vorgeschlagenen SAMPLE, siehe Abb. 10.

Auf welche **Symptome** die Notfallpflegende in der Betreuung des akzidentuell hypothermen Klienten sensibel sein müssen, wurde in den vorangehenden Kapiteln besprochen.

S	ymptoms
A	llergies
M	edications
P	ast Illnesses / Pregnancy
L	ast meal
E	vents / Environment

Zum Aspekt der **Medikation** soll ausfindig gemacht werden, ob die Hypothermie in Kombination mit einer Intoxikation vorliegen könnte. Nimmt der Patient Analgesie oder blutdruckregulierende Medikationen ein? Weitere Substanzen wie Nikotin, Muskelrelaxantien oder Neuroleptika müssen ausgeschlossen werden. Zudem soll in Erfahrung gebracht werden, ob der akzidentuell hypotherme Patient vigilanzvermindernde Substanzen wie Ethanol oder Benzodiazepine zu sich genommen hat.

Abb. 10: Anamnese nach SAMPLE. (Helen Erni, 2012)

Past Illnesses wie Diabetes, KHK, Hypothyreose, Polytoxikomanie oder psychische Erkrankungen sollen in Erfahrung gebracht werden, damit diese in der Diagnostik und der Therapie des akzidentuell hypothermen Patienten berücksichtigt werden können.

Speziell bei der Hypothermie wird das **Ereignis** laut Air Glacier Sion, 2013 nach den W-Fragen aufgerollt.

- ❖ Was war die Ursache für die Hypothermie?
- ❖ In welchem Zeitraum passierte das Ereignis? Wie lange war der Klient der Kälte ausgesetzt?
- ❖ Was sah die Kinematik aus? Liegen Begleitverletzungen vor?
- ❖ Welcher Temperatur war der Patient ausgesetzt? War er in Kontakt mit Feuchtigkeit oder Regen?
- ❖ Wie war er bekleidet?
- ❖ Welche Mitfaktoren existieren? Handelt es sich um einen Risikopatienten?
- ❖ Gibt es Faktoren, die auf eine kriminelle Gewalteinwirkung hindeuten?

2.8.4. Temperaturmessung

Die Körperkerntemperatur zeigt die Betriebstemperatur lebenswichtiger, stoffwechselaktiver Organe wie Herz, Niere, Leber und Gehirn auf. Es sollten nur Messgeräte verwendet werden, die tiefe Temperaturmessungen erlauben (Stefan Schröder, et. al., 2010). Periphere Temperaturmessmethoden, wie die axilläre oder orale Bestimmung, messen die Schalentemperatur. Die angefügte Abb. 11 zeigt nochmals auf, was unter Schalen- und Kerntemperatur verstanden wird. Wichtig ist, die Schalen- und die Kerntemperatur zu überwachen und beide Werte zu dokumentieren, wobei es der Kerntemperatur eine engmaschigere Kontrolle bedarf (Thomas Fleischmann, 2012).

Die Kerntemperatur kann tympanal, ösophageal, rektal oder vesical gemessen werden (Jasmeet Soar, et. al., 2010). All diese Messmethoden sind am KSA grundsätzlich möglich. Doch nur die tympanale und ösophageale Variante stehen uns auf dem Notfall zur Verfügung. Die tympanale Messung erfolgt kontaktfrei über Infrarotstrahlung am *Auris media*.

Auf der Notfallaufnahme ist es wichtig, dass die Temperaturmessmethode die Kerntemperatur zeitnah wiedergeben kann, einfach zu handhaben ist und wenig zusätzliche, apparative Ressourcen benötigt (Thomas Fleischmann, 2012). Diese Eigenschaften treffen auf das tympanale Temperaturmessgerät, TermoScan Pro 4000 der Firma Braun, das im KSA im Einsatz ist, nur begrenzt zu. Laut Giovanni Lopez, Stv. Medizinaltechnik, 2013 kann das Gerät Temperaturen zwischen 20 bis 42,2°C adäquat messen. Diese Temperaturmessmethode ist bei reduziertem Karotisblutfluss, bei Kreislaufstillstand wie auch bei kühlen Umgebungstemperaturen mit einer schweren Hypothermie nicht zuverlässig (Jasmeet Soar, et. al., 2010). Zudem sind bei der akzidentiellen Hypothermie Schnee-, oder Wasserrückstände im *Auris externa* denkbar, was wiederum zu einer Verfälschung des tympanalen Wertes führt (Stefan Schröder, et. al., 2010).

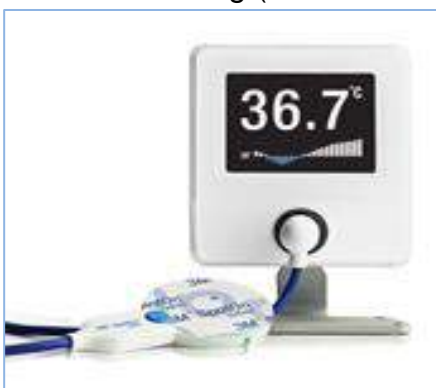


Abb. 12: Spot On-System von 3M. (Harald Stelzner, 2013, S.2)

Eine Alternative dazu wäre das SpotOn-System der Firma 3M, das die Kerntemperatur direkt über die Stirn messen kann, siehe Abb.12. Ein weiterer Vorteil ist die Kontinuität. Die Sonde kann von der Bergung über die Notfallbetreuung bis zur Verlegung belassen werden. Diese Messung macht jedoch nur Sinn, wenn die Blutzirkulation gewährleistet ist. Zudem ist dafür ein zusätzliches Gerät nötig. Dieses kostet laut Harald Stelzner, dem Productmanager der Firma 3M, 2013 1000Fr. im Startpaket, inklusive 400 Sensoren.

Die ösophageale Messung, die beim intubierten Patienten durch eine Sondeneinlage im unteren Drittel des Ösophagus angewendet werden kann, ist die genaueste Methode der Kerntemperaturmessung. Diese gibt am exaktesten Auskunft über die Temperatur, die am Myokard vorherrscht (Jasmeet Soar, et. al., 2010).

Die vesicale Messung ist ein auf der Intensivstation häufig eingesetztes Hilfsmittel. Die Temperatursonde kann in Kombination mit einem Harnableitungssystem in die Blase eingelegt werden kann. Eine Voraussetzung, dass die vesicale Messmethode zum Einsatz kommen kann, ist die adäquate Diurese. Herrscht eine Oligoanurie vor, können keine verwertbaren Messergebnisse entnommen werden (Thomas Fleischmann, 2012). Zudem kann die Temperatursonde erst auf der Intensivstation zur Anwendung kommen. Natürlich gäbe es auf der Intensivstation auch die Möglichkeit, die zentrale Bluttemperatur über einen Pulmonalis- oder PiCCO-Katheter zu messen. Aufgrund des hohen zeitlichen, personellen und apparativen Aufwandes sowie den Komplikationsrisiken, sind diese Verfahren auf dem Notfall ungeeignet (Thomas Fleischmann, 2012).

Die rektale Temperaturbestimmung wird hauptsächlich bei Kindern angewendet. Idealerweise wird diese in der analen Tiefe von 4 bis 8cm vorgenommen. Die Messtiefe ist entscheidend für das Ergebnis. So können schon wenige cm Unterschied eine Temperaturdifferenz von 1°C bewirken. Zudem beträgt die Latenzzeit bei Kerntemperaturände-

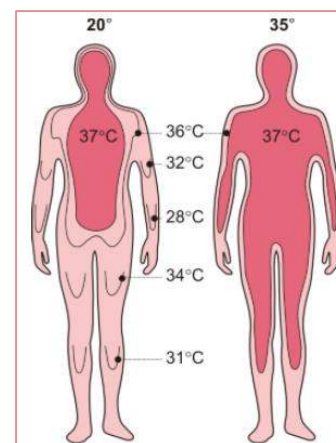


Abb. 11: Kern-, Schalentemperatur. (Markus Schwendinger, 2012)

rungen nicht weniger als zwei Stunden, was ein weiterer Nachteil darstellt (Thomas Fleischmann, 2012).

Um einen verlässlichen Temperaturparameter zu bekommen, sollen grundsätzlich in-
nert 90 Sekunden zwei Messungen erfolgen (Stefan Schröder, et. al., 2010). Zudem
wäre die Kontinuität gewährleistet, wenn die Kerntemperatur von der Präklinik des Ret-
tungsdienstes oder der Triage bis zur Stabilisierungs- und Rehabilitationsphase auf der
Intensivstation dieselbe Messmethode angewendet wird. Dies ist jedoch bei einer
schweren akzidentiellen Hypothermie nicht realisierbar, da auf dem INZ am KSA die
Geräte zur invasiven Temperaturmessung fehlen. Die Goldvariante ist nach wie vor die
ösophagele Messung (Bruno Durrer, 2013).

2.9. Wiedererwärmungsmassnahmen

Wann es keiner Wiedererwärmung bedarf, wurde bereits im Kapitel 2.7. erwähnt.
Eine kontinuierliche Kreislaufüberwachung während der Wiedererwärmung ist unerläss-
lich, da diverse Komplikationen, wie im Kapitel 2.9.3. erwähnt sind, auftreten können
(Herrmann Brugger, 2013).

In der moderaten, schweren und kritisch irreversiblen Hypothermiephasen soll die Kern-
temperatur lediglich 1 bis 3°C pro Stunde angehoben werden, da das Risiko von Se-
kundärschäden zu gross ist. Befindet sich die Kerntemperatur zwischen 32 bis 35°C,
darf eine maximale Erwärmung von 0,5 bis 1°C/h erfolgen (Bruno Durrer, 2013). Laut
Thomas Fleischmann, 2012 und einer Studie von Stefan Maisch, et. al., 2006 soll in
diesem Stadium die zentral gemessene Temperatur von 32°C sogar über 12 bis 24h auf
die Zieltemperatur von 35°C angehoben werden. Eine Wiedererwärmung kann ab einer
Temperatur von über 28°C mit starken Schmerzen verbunden sein, weshalb während
dieser Phase die zuverlässige Analgesie nicht ins Rückgrat geraten darf (Sandra Purle,
2008). Aufgrund der verzögerten Metabolisierung der Medikamente sollen die Richtli-
nien berücksichtigt werden (Beat Walpoth, 2013).

Grundsätzlich muss vermieden werden, die Wiedererwärmung an der Peripherie anzu-
setzen, sondern es muss primär vom Körperkern her erwärmt werden (Jens Scholz, et.
al., 2013). Es gibt passiv und aktiv äusserliche Wiedererwärmungsmassnahmen oder
aktiv interne. Man kann den Körper passiv durch warme Tücher oder der Ganzkör-
perisolation, z.B. der Hibbler-Packung wie auf Abb. 12 dargestellt, erwärmen. Oder ex-
tern aktiv durch Warmluftgebläse oder der Applikation warmer Infusionslösungen. Wo-
bei sich die aktiv interne Erwärmung über den extrakorporalen Weg oder über die La-
vage definiert. Diese Möglichkeiten lassen sich in *nichtinvasiv* und *invasiv* einordnen.
Die folgenden Kapitel gehen auf die gängigsten Varianten ein (Jasmeet Soar, et. al.,
2010).

2.9.1. Nichtinvasiv

Im Hypothermiestadium I wird v.a. auf die Wärmeisolierung und körpereigene Wärme-
steigerung gesetzt und nur geringfügig mit aktiven Wärmemassnahmen gearbeitet
(Thomas Fleischmann, 2012). Das Motto beim mild hypothermen Patienten lautet ge-
mäss Herrmann Brugger, 2013: „Warm sweet, warm drinks, warm move.“ D.h. durch
warme, gesüsste Getränke und aktiver Bewegung kann die Wiedererwärmung bereits
zufriedenstellend erfolgen. Die körpereigene Wärmeproduktion wird durch die Isolation
erhalten. Nach diesem Konzept kann bei Risikogruppen wie Betagten, Babies, Multi-

morbide oder Intoxikierten nicht vorgegangen werden. Diese lassen im Stadium I keinen Verzicht auf aktive, nichtinvasive Erwärmungsmassnahmen zu (Thomas Fleischmann, 2012).

Liegt die Körpertemperatur zwischen 28 bis 32°C im moderaten Bereich, ist es bereits nötig, die Wärme aktiv von aussen zuzuführen, da der Körper in dieser Phase nur mässig fähig ist, die Kerntemperatur in die normotherme Ausgangslage zu bringen. Mit den in der milden oder moderaten Hypothermie angewendeten, nichtinvasiven Massnahmen, kann ein Temperaturanstieg von bis zu 1°C pro Stunde erreicht werden (Thomas Fleischmann, 2012). Folgende Massnahmen sind gängig:

- Warmes Tuch, Isolationspackung

Der Patient mit einer akzidentiellen Hypothermie soll wie auf Abb. 13 abgebildet, auf eine Fläche von zwei Woldecken und einer Alufolie gelagert werden. Anschliessend

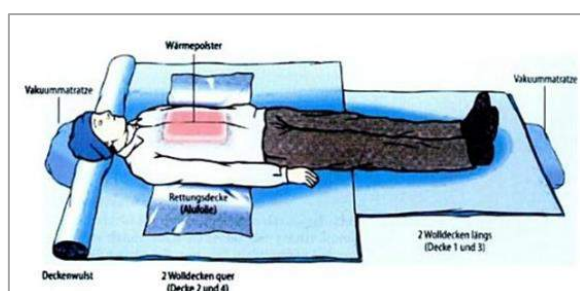


Abb. 13: Hibbler Packung. (Stefan Schröder, et. al., 2010)

sollen 2 bis 3 Wärmebeutel in Herznähe auf den Thorax und den Oberbauch gelegt werden. Der Patient wird dicht in die vorbereiteten Decken eingepackt und er bekommt einen Kopfschutz aufgesetzt, um eine weitere Auskühlung zu vermeiden (Jens Scholz, et. al. 2013). Die Schalentechnik der Decken und Unterlagen ist wichtig, um die Wärme optimal zu isolieren. Laut Air Glacier Sion, 2013 speichert die Luftpolsterfolie die Wärme besser als die Aluminiumfolie vor dem Aus-

kühlen, weshalb sie keine Alufolie mehr benutzen.

Auf dem Notfall macht es ebenfalls Sinn, den akzidentiell hypothermen Patienten in eine solche Isolationspackung mit vorgewärmten Leintüchern oder Nachthemden und Frottéetüchern von 60°C einzuschalen. Es ist erwiesen, dass Moltons und Frottéetücher einen höheren Isolationswert besitzen als Alufolien oder Baumwolltücher (Thomas Fleischmann, 2012). Da wir bis anhin keine Wärmebeutel, Luftpolster- oder Alufolien auf dem INZ des KSAs haben, soll auf die Schalenpackung geachtet werden. Auf diese Art und Weise wird ein Wärmeverlust über Konvektion verhindert und über Konduktion wie auch Radiation Wärme zugeführt.

- Bearhugger

Spezialwärmendecken wie der Bearhugger sind Systeme, in denen eine einstellbare Temperatur zirkuliert. Sie sind gut an den Patienten anzumodellieren. Es soll darauf geachtet werden, dass der Konvektionseffekt durch die zugeblasene Luft nicht zu ausgeprägt auf den Patienten wirkt. Deshalb wird die Decke so angebracht, dass die Luftlöcher nicht direkt auf die Haut des Patienten gerichtet sind. Die Bedingung für diese Methode ist, dass der Patient trocken ist. Ansonsten wirkt die Methode kontraproduktiv. Es wird das physikalische Prinzip der Konvektion zu Nutzen gemacht.

Der Anbieter produziert diese Systeme vorwiegend zur perioperativen Hypothermieprophylaxe. Deshalb gibt es verschiedenste Modelle. Bei einem hypothermen Patienten eignet sich die Ganzkörperdecke oder auch das Wärmehemd, das an den Bairhugger angeschlossen werden kann. Die Unterlage ist jedoch keine effektive Option (Beate Schwalbe, 2001). Da der Bairhugger auf dem INZ angewendet wird, sind beide Möglichkeiten denkbar. Der preisliche Aspekt mit Kosten von 12.53Fr. pro Decke und 71.24Fr. pro Nachthemd zeigt auf, dass das Nachthemd sich für den Einmalgebrauch auf unserem Notfall nicht lohnen würde (Maria Rosendo da Silva, 2013). Der Bearhug-

ger lässt sich auf die Temperaturstufen 36 bis 42°C einstellen. Diese Variante eignet sich besonders für Bereiche wie die Notfallaufnahme, die einen hohen Patientendurchlauf registrieren (Thomas Fleischmann, 2012). Sie ist günstig, schonend, jedoch nicht vollständig kontrollierbar. Zudem ist in diesem Gerät ein Bakterienfilter eingebaut, doch die Staub- und Keimaufrichtung besteht trotzdem (Beate Schwalbe, 2001).

2.1.2. Invasiv

Befindet sich ein Patient in der schweren oder kritischen Hypothermiestufe, sollen extrakorporale Manöver eingeleitet werden, um die Kerntemperatur zu steigern. Über die invasiven Wiedererwärmungsmassnahmen könnte ein Temperaturanstieg von bis zu 1 bis 12°C pro Stunde erzielt werden. Die invasiven Wiedererwärmungsmassnahmen sind bis auf die vorgewärmte Infusion zwar deutlich teurer, jedoch effektiver in der Wirkung. Deshalb sollte die extrakorporale Wiedererwärmung lediglich bei schwerer oder kritisch irreversibler, akzidenteller Hypothermie mit Kammerflimmern oder Asystolie angewendet werden (Jesmeet Soar, et. al., 2010). Invasive Methoden bringen stets ein erhöhtes Infektrisiko mit sich, wobei der immunologische Zustand des hypothermen Patienten ohnehin lädiert ist.

- Warmluftinhalation

10% der Körperwärme geht über die Schleimhaut verloren, weshalb an dieser Ressource angeknüpft wird (Beate Schwalbe, 2001). Hierbei wird nicht die Wärmezufuhr, sondern der Wärmeverlust angegangen. Bei beatmeten Patienten kann der Wärmeverlust durch einen Atemluftwärmer um rund 80% reduziert werden. Um die Konduktionswirkung auszuschöpfen, wird das Inhalat angefeuchtet. Denn wie im Kapitel 2.3. erwähnt, leitet Wasser rund 32-mal schneller als Luft. Dieses Vorgehen wird jedoch nur bei längerfristigen Verfahren vorgezogen (Jasmeet Soar, et. al., 2010).

In Aarau haben wir laut Anästhesieärztin, Dorothee Gragert, 2013 und Oberärztin der medizinischen Intensivstation, Susanna Meier, 2013 keine Möglichkeit, die Warmluftinhalation über das Beatmungsgerät zu aktivieren.

- Vorgewärmte Infusion

Eine Gabe von zwei Liter ungewärmter Infusionsflüssigkeit kann die Kerntemperatur um ca. 0,5°C senken und all die in Kapitel 2.6. erwähnten Nachteile mit sich bringen. Da die Volumengabe parallel zur Wiedererwärmung beim akzidentell hypothermen Klientel von grosser Wichtigkeit ist, soll die Infusion angewärmt infundiert werden. Die Temperaturempfehlung für den Wärmeschrank der Infusionsflüssigkeiten liegt bei maximal 40 bis 42°C (Thomas Fleischmann, 2012). Der Wärmeschrank der Infusionen auf dem Notfall am KSA wärmt die Lösungen auf eine Temperatur von 38°C auf.

Eine Therapie mit angewärmter Infusionsflüssigkeit sollte nie als alleinige Massnahme eingesetzt werden. Mit einer 42°C warmen Flüssigkeit auf einen 70 kg schweren Menschen mit einer Kerntemperatur von 25°C, kann pro Stunde eine minimale Temperatursteigerung von 0,29°C erzielt werden. Zudem kühlt die hängende Infusion schnell ab, bis sie intravasal ankommt (Robert Sieber, 2006). Der Level One oder der Druckbeutel gewährleisten einen Erhalt der Infusionstemperatur, da die Flüssigkeit rasch beim Körper ankommt (Thomas Fleischmann, 2012). Dafür werden grosslumige Zugänge benötigt. Lange Infusionsleitungen sollten wenn möglich vermieden werden. (Achaea Janata, 2011).

Zur Frage, welche Infusionsflüssigkeiten bei einem akzidentuell hypothermen Patienten angewendet werden sollen, meint Prof. Beat Walpoth, 2013, dass in der ersten Phase eine kristalloide, isotone Lösung, wie NaCl, angewendet wird. Dies weil sich eine durch Ringerlaktat zugeführte Kaliumgabe kontraproduktiv auf den hypothermen Körper auswirkt (Jens Scholz, et. al., 2013). Zudem ist das Laktat durch den anaeroben Stoffwechsel in der Peripherie ohnehin erhöht, somit würde sich durch eine Ringerlaktatgabe eine Laktatakkumulation entwickeln (Jörg Schulze, 2013). Um eine Chloridazidose zu unterbinden, soll demnach die Infusionsflüssigkeit im Verlauf auf Ringer-Acetat gewechselt werden.

- Lavagen

Eine Lavage kann bei Hohlräumen wie Blase, Peritoneum, Pleura oder Magen indiziert sein. Diese muss mit einer auf 40°C erwärmten, sterilen Spüllösungen durchgeführt werden. Da inzwischen effizientere, jedoch nicht weniger infektreichere Massnahmen existieren, wird die Methode der Lavage in der modernen Medizin eher selten angewendet (Herrmann Brugger, 2013).

- Extrakorporale Massnahmen

Die zur Zeit effektivste Massnahme zur Wiedererwärmung eines hypothermen Patienten ist die aktiv interne Variante der Herz-Lungen-Maschine, ECMO oder der Dialyse. Bei der HLM und der ECMO wird neben der Erwärmung sowohl eine suffiziente Oxygenierung wie auch ein intakter Kreislauf erzielt. Auf dem extrakorporalen Weg kann die metabolische Entgleisung korrigiert werden, was sich begünstigend auf das Outcome des akzidentuell hypothermen Patienten auswirkt. Es gibt Studien, die besagen, dass die ECMO das Risiko des kardiopulmonalen Versagens nach Wiedererwärmung verringern soll (Jasmeet Soar, et. al., 2010). Sie reduziert die Entzündungsmediatorausschüttung und dadurch das nachfolgende Gefässleck (Thomas Fleischmann, 2012). Schwere Opfer der akzidentiellen Hypothermie haben durch die ECMO-Behandlung einen signifikanten Überlebensvorteil, dies belegt die Studie von Dr. A. Weissmann (Peter Mair, 2013).

Dadurch, dass das extrakorporal laufende Blut durch diese Einrichtungen erwärmt wird, kann eine stündliche kontrollierte Temperatursteigerung von 8 bis 12°C erreicht werden. Dazu wird jedoch ein grosslumiges Gefäss punktiert, was wiederum eine merkliche Infektgefahr darstellt (Jasmeet Soar, et. al., 2010). Zudem werden in diesem Verfahren gerinnungsfördernde Substanzen zugegeben und eine verstärkte Hämodilution bewirkt (Thomas Fleischmann, 2012).

In Aarau haben wir auf der Intensivstation weder ECMO noch HLM zur Erwärmung des Blutes. Es bestände jedoch die Möglichkeit, das Blut über die Hämodialyse auf maximal 39°C zu erwärmen. Doch wenn eine solche Massnahme aufgrund der akzidentiellen Hypothermie nötig wäre, würde der Patient laut Susanna Meier, OA der medizinischen Intensivstation des KSAs, 2013 in das entsprechende Zentrumsspital Zürich verlegt. Die Patienten mit einer Körpertemperatur unter 30°C werden nach der Erstversorgung ins Unispital Zürich verlegt.

2.10. Komplikationen der Wiedererwärmung

„Das Problem ist nicht, den kalten Körper aufzuwärmen, sondern den aufgewärmten Körper am Leben zu halten.“, sagt Bruno Durrer am 27.11.13 am 1. Swiss Accidental

Hypothermia Day. Damit wird ausgedrückt, dass es eine grosse Herausforderung ist, den möglichen Komplikationen der akzidentiellen Hypothermie zu bestehen. Die Abb. 14 gibt eine Übersicht über die möglichen Komplikationen der Wiedererwärmung. Um dieses Risiko möglichst gering zu halten, soll der mild, schwer oder kritisch irreversibel hypotherme Klient um maximal 1 bis 3°C pro Stunde aufgewärmt werden. Zwischen 32 und 35°C wird empfohlen, die Kerntemperatur um höchstens 0,5 bis 1°C pro Stunde anzuheben.

Die Hauptkomplikation der aktiv externen Erwärmung ist der Wiedererwärmungsschock durch die periphere Vasodilatation. Und damit verbunden die Senkung des peripheren Gefässwiderstands, eine folgende Hypovolämie und die dadurch provozierte Hypotonie (Sina Grape, et. al., 2012). Die Hypothermie kann das Myokard schon so stark geschädigt haben, dass dies den hypotonen Effekt erhöht. Oft herrscht nach der Wiedererwärmung eine diastolische Dysfunktion vor. Zudem läuft man in Gefahr, dass durch die aktiv externe Wiedererwärmung das kalte Blut aus der Körperschale wieder ins Zentrum zurückfliesst. Dadurch wird einerseits das Afterdrop-Risiko erhöht und andererseits den

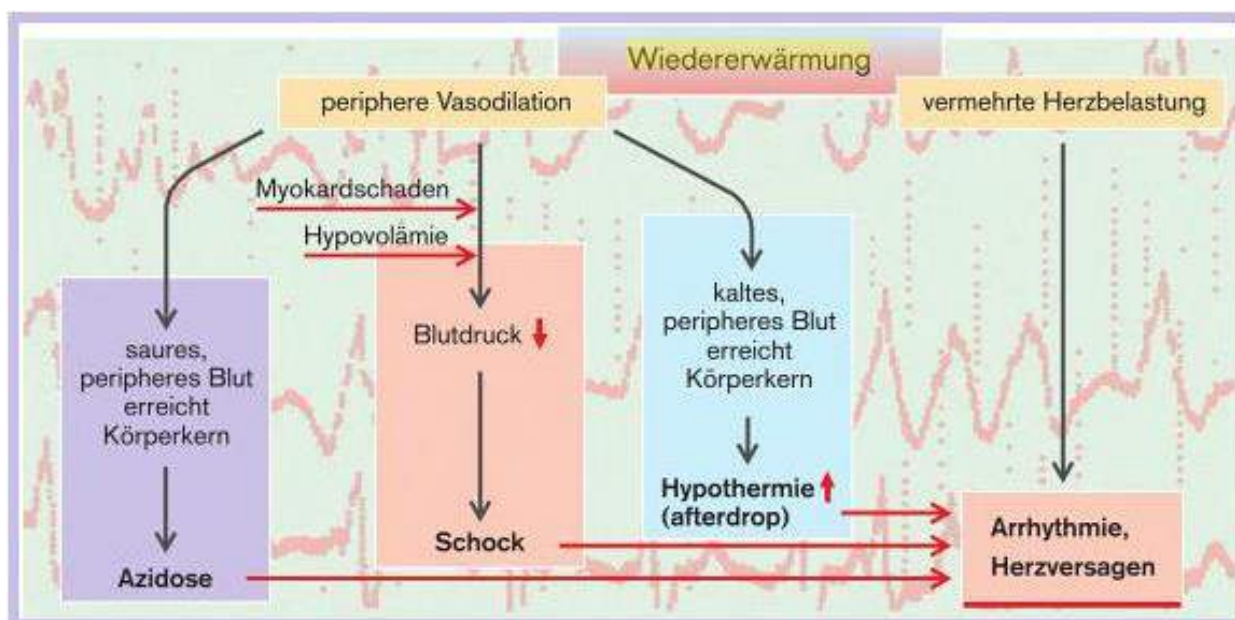


Abb. 14: Komplikationen der Wiedererwärmung. (Stefan Silbernagl, et. al., 2009, S.29)

Anfall von sauren Stoffwechselprodukten eine Laktatazidose verstärkt (Thomas Fleischmann, 2012). Dieses Einschwemmen von Sauerstoffradikalen und Laktat kann durch das entstandene Lungen- oder Hirnödemen zum raschen Tod führen (Volker Burst, 2009). Deshalb sollte eine periphere erwärmende Wiedererwärmung, wie ein Wasserbad gemieden werden.

Durch das von der Hypothermie ausgelöste SIRS entsteht eine Entzündungsmediatorfreisetzung, die in Kombination mit dem Elektrolytungleichgewicht und dem Reperfusionssyndrom zu einem Kapillarleck und folglich zu einem Flüssigkeitsefflux bzw. zu Ödemen führt. Gefürchtet ist das Hirn- und Lungenödem (Jens Scholz, et. al., 2013).

Eine Hypothermie schädigt das Immunsystem und das Infektrisiko steigt massiv an. Deshalb sollen lediglich invasive Aufwärmmethoden gewählt werden, wenn es tatsächlich indiziert ist (Sina Grappe, et. al., 2012). Es kommt dazu, dass das Blutungsrisiko beim hypothermen Patienten allgemein erhöht ist. Diese Gefahr bleibt auch einige Tage nach der kompletten Wiedererwärmung persistierend (Thomas Fleischmann, 2012).

Die Temperatur soll engmaschig überwacht werden, da sich posthypothermal eine Hyperthermie entwickeln kann, ausgelöst durch die während der Hypothermie freigesetzten Entzündungsmediatoren. Um keine Hyperthermie zu riskieren, empfehlen viele Autoren, die Kerntemperatur zwischen 32 bis 35°C nur geringfügig aktiv wiederzuerwärmen (Stefan Maisch, et. al., 2006).

Neuste Studien haben aufgrund des hohen Komplikationspotentials der Hypothermie die therapeutische Abkühlung nach Reanimation dementiert. Die Zahlen haben ergeben, dass die Patienten unter einer Normothermie das bessere Outcome hatten (Francis Kim, et. al., 2013).

2.11. Nachsorge

Es gibt diverse Aspekte, die in der Nachsorge eines akzidentuell hypothermen Patienten von grosser Wichtigkeit sind. Natürlich wird die Temperatur, wie in Kapitel 2.10. erwähnt, kontinuierlich monitorisiert. Die Notfall- bzw. die Intensivpflegenden sollen die Gefahren der möglichen Komplikationen genau kennen, um sensibilisiert und gezielt beobachten und entsprechende Interventionen einleiten können.

Da die effizientesten Wiedererwärmungsinterventionen auf der Intensivstation durchgeführt werden, sollte bei einer schweren oder kritisch irreversiblen Hypothermie eine rasche Verlegung auf die IPS oder das Zentrumsspital ins Auge gefasst werden.

Das Flüssigkeitsmanagement muss über die Wiedererwärmungsmassnahmen hinaus reflektiert werden. Durch den Dauerkatheter und die Blutdruckmessung kann der Flüssigkeitshaushalt technisch exakt erfasst werden. Wie in den vorangegangenen Kapiteln erwähnt, besteht durch die Kältdiurese, die Vasodilatation und das multifaktoriell verursachte Capillary Leack ein erhöhter Liquidbedarf im menschlichen Körper (Robert Sieber, 2006). Bei Ödembildung soll zwingend eine kontinuierliche Kompartimentüberwachung eingeleitet werden (Thomas Fleischmann, 2012). Auch um eine durch das anfallende CK verursachte Rhabdomyolyse zu unterbinden, soll die Flüssigkeit zügig infundiert werden. Hingegen darf aufgrund der reduzierten Myokardfunktion keine unkontrollierte Infundierung vorgenommen werden (Robert Sieber, 2006).

Bezüglich des Kaliummanagements kann eine Glucose-Insulin-Infusion infundiert werden, wenn der Kaliumwert über 6mmol/l beträgt. Diese hat zur Folge, dass ein Kaliumshift von intravasal nach intrazellulär bewirkt wird. Das Kalium muss engmaschig überwacht werden, da dieses einen Einfluss auf das spätere Outcome haben wird. Beiläufig wirkt sich die Kaloriengabe durch Glucose nach einer Hypothermie positiv auf die Stoffwechselsituation aus. Eine andere Methode, um das Serumkalium zu senken, ist die Calciumchloridgabe. Diese wirkt als Antagonist gegen den toxischen Kaliumeinfluss am Myokard. Dies gilt als eine Notfallindikation und kann ebenso im Akutstadium der Hyperkaliämie verabreicht werden. Ist eine Hyperkaliämie mit einer Azidose oder einer Niereninsuffizienz gekoppelt, kann eine Dosis NaBic 1,4% infundiert werden. Bleibt die Hyperkaliämie therapieresistent, soll die Hämodialyse als Mittel der Wahl betrachtet werden (Thomas Fleischmann, 2012).

Aufgrund der erhöhten Wahrscheinlichkeit einer Ulcusentwicklung, wird bis zur Beendigung der Stabilisierungsphase ein Protonenpumpenhemmer appliziert (Lars Heuer, 2000).

Durch die Aussparung der Perfusion im Splachnikusgebiet wird die Darmperistaltik gedrosselt und das Paralyserisiko bzw. den Hang zur Ileusentwicklung erhöht. Deshalb

soll der wiedererwärmte Klient vorübergehend prophylaktisch Laxantien erhalten (Lars Heuer, 2000). Zudem kann prophylaktisch eine Breitbandantibiose aufgrund der immunologischen Situation verabreicht werden. Gerade wenn invasiv wiedererwärmt wird, kann sich dies bezahlt machen (Sina Grape, et. al., 2012).

Des Weiteren gibt es diverse spezifische Massnahmen, zugehörig zu den gewählten Massnahmen im Rahmen der Hypothermie, wie z.B. die Katecholamingabe, die Intubation, die installierte Herzlungenmaschine etc. Sie ziehen eine zusätzliche Nachsorge mit sich. Darauf wird in diesem Kapitel nicht eingegangen.

3. Schlussteil

3.1. Beantwortung der Fragestellungen

Mit Hilfe meiner ausgewählten Literatur konnte ich viele Informationen über das Thema akzidentielle Hypothermie sammeln und neues Wissen aneignen. Die in der Disposition formulierten Kern- und Leitfragestellungen konnten soweit beantwortet werden. Aufgrund der unterschiedlichen Meinungen, konnten auf die Fragen jedoch oft nicht eindeutige Antworten gefunden werden, sondern lediglich verschiedene Empfehlungen. Diese werden schlussendlich in der Berufspraxis des Notfalls von der ärztlichen Verordnung abhängig gemacht.

Meine Kernfrage war die folgende:

- ➔ Wie kann die Betreuung und Versorgung des Patienten mit einer akzidentiellen Hypothermie auf dem Notfall von der Erstversorgung bis zur Verlegung durch das Notfallpersonal optimal gewährleistet werden?

Obwohl die Beantwortung simpel scheint, wird dafür ein grosses Mass an Fach- und Hintergrundwissen erfordert. Als Wegleitung dazu dienten die formulierten Leitfragen. Zumal der praktische Handlungsablauf zur akzidentiellen Hypothermie wichtig zu wissen ist, darf es am Basiswissen nicht mangeln. Nur so kann eine umfassende Betreuung und Versorgung erzielt werden. Das Fachwissen zu dieser Thematik kann in den Kapiteln 2.1. bis 2.6. entnommen werden. Um bei den Abläufen der divers beteiligten Fachdisziplinen eine Kontinuität zu gewährleisten, ist ebenso das Wissen der präklinischen Medizin bis zur Stabilisierungs- und Rehabilitationsphase auf der IPS für das Notfallpersonal von Wichtigkeit. Der praktische Transfer, der die Beantwortung der Kernfrage beinhaltet, ist in den Kapiteln 2.7 bis 2.11. geschildert. Auf die Leitfrage, wie ein Leitfaden für die Pflege zur Betreuung von akzidentiell hypothermen Patienten am besten erstellt werden kann, wird im Kapitel 3.2. Bezug genommen.

3.2. Fazit und Zielerreichung

Wie im Vorwort bereits erwähnt, stellte sich mein Hauptziel der fachlich fundierten Bearbeitung der Thematik „akzidentielle Hypothermie“ als Herausforderung heraus. Da es ein Bereich mit noch wenig evidenzbasierter Literatur ist, wurden von den Autoren verschiedenste Erklärungsansätze und Behandlungsvorgehen geschildert. Dieses breite

Spektrum wurde durch das erfahrene Personal der Air Glacier Sion und des Fachexperten Prof. B. Walpoth eingedämmt. Der 1. Accidental Hypothermia Day gab mir die Möglichkeit, die verfasste Arbeit zu überprüfen und die Evidenz und Aktualität reflektieren und neue Erkenntnisse einfließen lassen. Künftig wird sich die gewonnene Sicherheit in der Betreuung akzidentiell hypothermer Patienten in der Praxis bezahlt machen. Mein weiteres Ziel war es, ein praxisorientiertes Produkt zu verfassen. Die Diplomarbeit kann im Notfallalltag als Nachschlagewerk dienen. Obwohl die fachlich theoretische Basis rund die Hälfte der Arbeit ausmacht, bin ich der Meinung, dass nur mit einem fundierten Basiswissen eine optimale praktische Betreuung eingeleitet werden kann. Um die Verknüpfung zu den praktischen Aspekten zu gewährleisten, durfte der theoretische Teil nicht zu knapp ausfallen. Es wurde jedoch versucht, dem Praxistransfer stets die Eigenschaft des roten Fadens zu verleihen.

Um den akzidentiell hypothermen Patienten auf dem INZ am KSA optimal zu versorgen, soll auf zwei Ebenen angeknüpft werden. Einerseits am theoretischen Basiswissen und andererseits an den technischen Ressourcen. Inwiefern dies möglich ist, wird sich nach dem Verfassen der Arbeit herausstellen.

Da die Betreuung moderat bis kritisch irreversibel hypothermer Patienten auf dem INZ in Aarau eine Seltenheit darstellt, wird es eine Herausforderung sein, eine Kontinuität zu gewährleisten. Um eine optimale Pflege des hypothermen Patienten zu gewährleisten, müsste das Personal auf die Thematik sensibilisiert werden. Deshalb werde ich bei Bedarf, wie in meinen Zielen formuliert, an einer TS meine Arbeit vorstellen und die theoretischen und die praktischen Aspekte zusammenhängend erläutern. Zu den praktischen Handlungsabläufen werde ich gerne für das Notfallpersonal den im Anhang angefügten Pocketguide laminiert abgeben.

Am 1. Swiss Accidental Hypothermia Day wurde zudem unter den Fachärzten diskutiert, ob es möglich wäre, eine internationale Richtlinie zur akzidentiellen Hypothermie zu veröffentlichen. Falls dem so ist, wird sie bestimmt in den Notfallstandards des KSAs eingefügt. Auf dem Intranet des KSA ist im Ordner der Notfallstandards bereits eine kurze Übersicht zur Betreuung von Patienten mit einer „akzidentieller Hypothermie“ angefügt.

Um das im Kompetenzenkatalog der Notfallexpertin/-experten NDS formulierte Ziel „Sie/Er führt präventive, diagnostische und therapeutische Massnahmen den Richtlinien entsprechend gewissenhaft und exakt aus.“ zu erreichen, könnte eine weitere Möglichkeit darin bestehen, die akzidentielle Hypothermie als solches in einem P-Tag mit einzuschliessen.

Da die technischen Ressourcen am KSA zur Behandlung des akzidentiell hypothermen Patienten beschränkt sind, sollte beim moderat, schwer und kritisch irreversibel hypothermen Klienten eine rasche Verlegung ins Zentrumsspital diskutiert werden. Da die Erstversorgung möglicherweise am KSA vorgenommen wird, macht es Sinn, technische Hilfsmittel wie das Warmpacks auf dem INZ anzuschaffen. Zudem wäre die Temperaturmessung über den Stirnsensor der Firma 3M eine gute Option.

Zu diskutieren gilt, ob die Infusionen auf einer Temperatur von 38°C bleiben müssten oder ob diese evtl. nach oben reguliert werden könnte.

Ich konnte bei der Bearbeitung der Diplomarbeit viele neue Erkenntnisse gewinnen. Es war eine spannende Thematik, über die es sich auseinanderzusetzen lohnte. Dadurch, dass die akzidentielle Hypothermie ein wenig erforschtes Gebiet ist, ist es wahrscheinlich, dass die Grundlagenforschung künftig über das pathophysiologische Verständnis und die entsprechende Behandlung Klarheit verschaffen wird. So wird aktuell die Wirkung der EDTA-Injektion auf den hypothermen Organismus in Tierversuchen geprüft

(Ruth Huber, 2012). Oder eine tympanale Temperaturüberwachung per iPhone wird ausgetüftelt, um das Outcome des akzidentiell hypothermen Patienten zu optimieren (Bruno Durrer, 2013). Insgesamt dürfte durch die weitere Forschung eine geringere Morbidität und Mortalität von Hypothermieopfern zu erwarten sein.

3.3. Reflexion des persönlichen Lernprozesses

Anhand der Fach-, Methoden-, Handlungs- und Selbstkompetenz möchte ich die Reflexion des eigenen Lernprozesses erläutern:

In Bezug auf die Selbstkompetenz habe ich wenig Mühe gehabt, mich in das Thema einzulesen, denn die Thematik hat mich fasziniert und interessiert. Die Motivation, mich der Thematik akzidenteller Hypothermie zu widmen, steigerte die Bereitschaft, mehr als die für die Diplomarbeit empfohlenen Stunden zu investieren.

Da meine Französischkenntnisse zu wünschen übrig lassen, brauchte es Überwindung, in Sion die Basis der Air Glacier zu besuchen. Doch mit dem Verständnis und der Geduld der Mitarbeitenden klappte es besser, als zu Beginn erwartet. Auch der 1. Swiss Accidental Hypothermia Day löste etwas Bange aus, da dieser in Englisch abgehalten wurde und das Fachenglisch seine Tücken birgt. Doch beide Besuche waren sehr aufschlussreich.

Durch die intensive Befassung mit dem Thema konnte ich viele Erkenntnisse gewinnen und meine Fachkompetenz erweitern. Ich habe das Gefühl, eine gute Basis geschaffen zu haben, um mehr Verständnis für dieses Thema aufzubringen und dies in die Praxis umzusetzen. Mit der Zeit war ich im Stande, viele Zusammenhänge selber abzuleiten, liess jedoch meine Denkprozesse von der Literatur bezeugen. Nach dem Verfassen der Diplomarbeit fühle ich mich aus fachlicher Sicht sicher im Umgang mit Hypothermie.

Im Rahmen der Methodenkompetenz lässt sich der Zeitraster erwähnen, den ich am Anfang der DA erstellt habe (siehe Anhang). Ich gehöre zu den Menschen, die unter Druck besser arbeiten. Mein Ziel war es, dieses Mal den anderen Weg einzuschlagen. Während der Bearbeitung der Thematik ergaben sich diverse Ressourcen, um das Thema von einer anderen Seite zu sehen. Deshalb musste der Zeitplan angepasst werden. Allgemein hatte ich am Schluss noch zeitliche Kapazitäten, sodass ich die DA nach dem 1. Swiss Accidental Hypothermia Day nochmals verfeinern konnte.

Die akzidentielle Hypothermie ist ein Thema, zu dem viele Literaturwerke publiziert wurden. Doch es gibt wenig evidenzbasierte Unterlagen, weil nur wenig am menschlichen Organismus geforscht werden konnte. Da es viele gegensätzliche Theorien und Handlungsansätze gab, war es hilfreich, mit Experten aus der Praxis in Kontakt zu stehen. Dazu war der 1. Swiss Accidental Hypothermia Day und der Kontakt mit Prof. B. Walpoth eine grosse Bereicherung.

Der Besuch bei der Air Glacier in Sion trug dazu bei, die praktischen Themen der akzidentiellen Hypothermie 1:1 in der Praxis zu sehen. Beim nächsten Mal würde ich die Basis der Air Glacier in Lauterbrunnen besuchen, weil die sprachlichen Bedingungen für mich entspannter wären.

Das Fallbeispiel der älteren Dame mit einer milden akzidentiellen Hypothermie, die in der Themenbegründung 1.1. erwähnt wurde ist nur eine von vielen Situationen, die mich in der Vergangenheit immer wieder an den Punkt der Unsicherheit in meinem Handeln brachte. Ich bin jedoch optimistisch, dass die Arbeit insofern Früchte getragen hat, dass ich meine Handlungskompetenz im Umgang mit akzidentiell hypothermen Patienten optimieren konnte.

4. Literaturverzeichnis

Abbildungen

- Abbildung 1: Feuerwehr Eppelborn (2013). *Winterzeit- Erhöhte Unfallgefahr im Strassenverkehr*. Abgefragt am 16.07.2013, von <http://www.feuerwehr-eppelborn.de/>
- Abbildung 2: Schwendinger, M. (November, 2012). *Das System der Thermoregulation*. S.11.
- Abbildung 3: Halter, E. (September 2009). *Thermoregulation: Physikalische Mechanismen des Wärmeverlustes*.
- Abbildung 4: Heuer, L. (2000). Pathophysiologie der Hypothermie. *Doktorarbeit: Prospektive Untersuchung zur Wirksamkeit der aktiven perioperativen Wärmetherapie auf den Verlauf der Körpertemperatur und den perioperativen Verlauf polytraumatisierter Patienten*, S. 8.
- Abbildung 5: Silbernagel, S., Lang, F. (2009). Stadien der Hypothermie, *Taschenatlas Pathophysiologie*, S. 29.
- Abbildung 6: Hoffmann, M., Hasse, B., Widmer, F. (2006). Die Osborn-Welle. *Coup d'oeil*, 06/06, S. 907.
- Abbildung 7: Sperl, K. (Oktober, 2012). Sauerstoffdissoziationskurve - Respirationstrakt, Folie 19.
- Abbildung 8: Rupp, P., Val-D'Illez J. L., Meier K. (2009). Algorithmus Hypothermie. *SMEDRIX- Algorithmen für professionelle Helfer*, 2/2, S. 23.
- Abbildung 9: Grape, S., Walker S., Ravussin P. (2012). Klinische Einschätzung der Hypothermie durch das Swiss Staging System. *Schweiz Med Forum*, 9/12, S.199.
- Abbildung 10: Erni, H. (Oktober 2013). *Anamnese nach SAMPLE*.
- Abbildung 11: Schwendinger M. (November, 2012). Kern-, Schalentemperatur, S. 3.
- Abbildung 12: Stelzner, H. (2013). Spot On-System von 3M, *3M-Broschüre*, S. 2.
- Abbildung 13: Schröder, S., Schneider, D. (2010). Hibbler-Packung, *Wasserrettung und Notfallmedizin*, S. 133.
- Abbildung 14: Silbernagl, S., Lang F. (2009). Komplikationen der Wiedererwärmung, *Taschenatlas Pathophysiologie*, S. 29.

Textquellen

Wigger, A. (2010). *Obdachlose Teenager*. Abgefragt am 16.07.2013, von <http://www.srf.ch/player/>

Schweizerische Lebensrettungs-Gesellschaft SLRG (2009). Wasser- und Badeunfälle in der Schweiz. *Broschüre zur Studie der SLRG und der bfu, 9/09*, S. 5-6

Gmel, G., Wicki, M. (2005). Rauschtrinken und chronisch risikoreicher Konsum. *Schweizerische Fachstelle für Alkohol- und andere Drogenprobleme SFA Lausanne, 5/05*

Höpflinger, F., Hugentobler, V. (2005). *Familiale, ambulante und stationäre Pflege im Alter*. Abgefragt am 12.07.2013, von <http://www.obsan.admin.ch/>

Kupferschmidt, M., Rauber-Lüthy, C. (2012). Vergiftungen in der Schweiz. *Schweizerische Ärztezeitung, 12/12*, S. 1337-1338

Kuendig, H. (2010). Study: Alcohol dependence figures in the swiss general population: a sisyphian challenge for epidemiologists. *Schweizerische Fachstelle für Alkohol- und andere Drogenprobleme SFA, Lausanne 2/10*.

Etter, H.-J., Stucki, T., Techel, F., Zweifel, B. (2012). Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen. *WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, 5/12*, S. 30-49

Zanon, D., Ruf, C., Piller, C., Roth, K. (August 2008). *Pflegeprozess*.

Durrer, B. Leitender Notarzt Air Glacier Lauterbrunnen, 27.11.2013.

American Heart Association (2012). *Cold weather and cardiovascular disease*. Abgefragt am 23.10.2013, von <http://www.heart.org/>

Silbernagl, S., Lang, F. (2009). *Taschenatlas Pathophysiologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.

Schwendinger, M. (November, 2012). *Thermoregulation*.

Grape, S., Walker, S., Ravussin P. (2012). Die akzidentielle Hypothermie- Initiales Notfallmanagement am Unfallort und in der Notfallaufnahme. *Schweiz Med Forum, 9/12*, S. 199-202.

Scholz, J., Sefrin, P., Böttiger, B. W., Dörges, V., Wenzel, V. (2013). *Notfallmedizin*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Schröder, S., Schneider, D. (2010). *Wasserrettung und Notfallmedizin*. Landsberg: Ecomed.

Puls (2007). *Sturzrisiko im Alter – Muss das Gehen neu trainiert werden?* Abgefragt am 10.10.2013, von <http://www.puls.sf.tv/>

Sansone, F., Flocco, R., Zingarelli, E., Dato G.M., Punta, G., Parisi, F., Forsennati, PG., Bardi, GL, Imbustaro, I., Chiolero, C., Balossino, A., Borin, P., Peretto, V., Del Ponte, S., Casabonam R. (2012). Hypothermic cardiac arrest in the homeless: what can we do? Abgefragt am 15.06.2013 von <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

- Heuer, L. (2000). Doktorarbeit: Prospektive Untersuchung zur Wirksamkeit der aktiven perioperativen Wärmetherapie auf den Verlauf der Körpertemperatur und den perioperativen Verlauf polytraumatisierter Patienten. Ruhr-Universität Bochum.
- Hick C., Hick, A. (2012). *Intensivkurs Physiologie*. München: Elsevier GmbH.
- Kamber, T. (März, 2010). *Akzidentielle und therapeutische Hypothermie*.
- Schön, C. (Oktober, 2013). *Rechtsmedizin*.
- Smedix (2009). KSA-modifizierte Algorithmen, 2.0, S.23.
- Layon, J., Modell, J. (2009). *Drowning Update 2009*. Abgefragt am 09.10.2013, von [www. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/)
- Hoffmann, M., Hasse, B., Widmer, F. (2006). Hypothermer „Kamelhöcker“- die Osborn-Welle. *Coup d'oeil*, 06/06, S. 907.
- Koralewski, H.-E. (2006). *Energiehaushalt und Thermoregulation*. Abgerufen am 15.11.2013 von <http://www.charite.de/klinphysio/>
- Hufschmidt, A., Herrmann Lücking, C., Rauer, S. (2013). *Neurologie compact*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Sawicki, P. T. (2008). Altersassoziierte Stürze mindern Lebensqualität. *Pflegedienst*, 4/12, S. 4-8.
- Gragert, D., Assistenzärztin Anästhesie des Kantonsspital Aarau, 25.10.2013.
- Stockinger, G., Joubert, E., Gottschalk, U., Dodge, A. (2010). Akzidentielle Hypothermie bei pädiatrischen Patienten. *Kardiotechnik*, 2/10, 61-64.
- Michot, M. (April 2013). *Intoxikationen*.
- Gosteli, S., Studiengangverantwortliche Notfallpflege, P-Tag: Asthma, COPD (09.05.2013).
- Burst, V. (Juni 2009). Akzidentielle Hypothermie, 2. *interdisziplinärer Kölner Notfalltag*.
- Hösl, P. (November 2007). Akzidentielle Hypothermie, 2. *Rosenheimer Notfalltag*.
- Purle, S. (2008). Therapeutische Hypothermie nach kardiopulmonaler Reanimation- eine neue Therapieform zur Verhinderung schwerer neurologischer Schäden nach globaler Hirnischämie. *Doktorarbeit*, S. 9-83.
- Gosteli, S. (März 2012). *Monitoring*.
- Schulze, J. (2013). *ECMO*. Abgefragt am 28.10.2013 von <http://www.herz-lungenmaschine.ch/>
- Brugger, H. Leitender Arzt des Instituts für Alpine Notfallmedizin, 27.11.2013
- De Gregorio, W. (2000). *Auferstanden vom Kältetod*. Abgefragt am 10.10.2013, von <http://www.zeit.de/>
- Igual, M., Eichhorn, P., (1999). Osborn-Welle bei Hypothermie. *Schweizerische Medizinische Wochenschrift*, 3/10, S. 241.

Fleischmann, T. (2012). *Klinische Notfallmedizin*. München: Elsevier GmbH.

Hohenstein, C. (2012). *Der Fall: Hypothermie*. Abgefragt am 23.10.2013, von <http://www.cirs-notfallmedizin.de/>

Paal, P., Miani, M., Brown, D., et. al. (2012). Recommendation REC M 0030 of the Commission for Mountain Emergency Medicine.

Soar, J., Perkins, G.D., Abbas, G. (2010). ERC-Leitlinien, Kreislaufstillstand unter besonderen Umständen. *Notfall + Rettungsmedizin*, 7/13, S. 679-722.

Walpoth, B. Direktor der kardiovaskulären Forschung in der Abteilung für Chirurgie am Universitätsspital Genf, 18.10.2013 und 27.11.2013

Schwarz, B., Mair, P., Kornberger E. (2002). Kardiopulmonale Reanimation bei akzidenteller Hypothermie. *Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 4/390, S. 311-314.

Meier, S., OA der medizinischen Intensivpflegestation Kantonsspital Aarau, 25.10.2013.

Mommsen, P., Zeckey, C., Frink, M., Krettek, C., Hildebrand, F. (2011). *Akzidentielle Hypothermie bei Polytrauma*. Abgefragt am 27.07.2013 von <https://www.thieme-connect.com/>

Renggli, M. Biomedizinische Analytikerin im Labor des KSAs, 11.10.2013.

Air Glacier Sion (2013). Gespräch mit dem Team der Air Glacier Sion am Einblickstag, 13.10.2013.

Maisch, S., Ntalakoura, K., Boettcher, H., Helmke, K., Friedrich, P., Goetz, E. (2006). *Schwere akzidentelle Hypothermie mit Kreislaufstillstand und extrakorporaler Erwärmung*. Abgefragt am 12.06.2013 von <http://www.springer.com/>

Janata, A. (2001). *Therapeutische Hypothermie*. Abgefragt am 26.10.2013 von <http://www.springermedizin.at/>

Huber, R. (2012). *Spezialspritze bewahrt Unterkühlungsopfer vor dem Tod*. Abgefragt am 16.06.2013 von <http://www.presstext.com/>

Siebert, R. (2006). Akzidentielle Hypothermie. *Schweiz Med Forum*, 6/9, S. 939-944.

Choi, K.R., Maulucci G. M., Kriegstein A. R. (1987). Glutamate neurotoxicity in cortical cell culture. Abgefragt am 15.06.2013 von <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

Rosendo da Silva, M. (2013). Pflegeassistentin Anästhesie, 31.10.2013

Glowienka, J. (2011). *Diplomarbeit: Spurenschutz- eine nicht alltägliche Aufgabe auf der Notfallstation*.

Lopez, G. Stv. Medizinaltechnik am KSA, 07.11.2013.

Herion, C. (Januar, 2013). *BLS/ACLS*.

Mertzlufft, F., Bach, F. (2007). Therapeutische Hypothermie und Säure-Basen-Management. *Der Anästhesist*, 4/56, S. 366-370.

Mair, P. Leitender Arzt Anästhesie Universitätsklinik Innsbruck, 27.11.2013.

Bürgi, U. Leitender CA des INZs am KSA, 20.11.2013.

Stolz, U. (2013). Produktmanager von Radiometer RSCH GmbH, 07.11.2013.

Kim, F., Nichol, G., Maynard C., Hallstrom, A., Kudenchuk, P., Rea, T., Copass, M., Carlbom, D., Deem, S., Longstreth W., Olsufka, M., Cobb, L. (2013). Effect of Prehospital Induction of Mild Hypothermia on Survival and Neurological Status Among Adults With Cardiac Arrest. *American Medical Association*, S.1-8.

5. Glossar

6Hs	Hypothermie, Hypovolämie, Hypoxie, Hydrogen Ionen, Hypo-, Hyperkaliämie, Hypoglykämie
6Ts	Tension, Tamponade, Toxine, Thrombose Lunge, Thrombose Herz, Trauma
Abb.	Abbildung
ABCDE	Airway/HWS, Breathing, Circulation, Disability, Environment/ Exposure
ABGA	Arterielle Blutgasanalyse
ADH	Antidiuretisches Hormon
ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
ACLS	Advanced Cardiovascular Life Support
AEIOU	Alkohol, Epilepsie/Elektrizität, Injury, Opium und Unterkühlung/Urämie
AHA	American Heart Association
aPTT	Thromboplastinzeit
ATPase	Adenosintriphosphatasen
ATLS	Advanced Trauma Life Support
BD	Blutdruck
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
CA	Chefarzt
ca.	circa
C ₂	Ethanol, Alkohol
CK	Kreatin-Kinase
cm	Zentimeter
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CPR	Kardiopulmonale Reanimation
CRP	C-reaktives Protein
d.h.	das heisst
DIC	Disseminates intravascular coagulation
Dipl.	Diplomiert
Dr.	Doktor

DA	Diplomarbeit
ECMO	Gerät für den extrakorporalen Kreislausersatz, es handelt sich um eine Mini-HLM
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure bzw. Ethylendiamintetraacetat
EKG	Elektrokardiogramm
ERC	European Resuscitation Council
etc.	et cetera
Fr.	Franken
GCS	Glasgow Coma Scale
et. al.	und andere
h	Stunde
HF	Herzfrequenz
HITS	Hypoxie, Herztamponade, Hypovolämie, Intoxikation
HLM	Herz-Lungen-Maschine
HWS	Halswirbelsäule
HZV	Herzzeitvolumen
INZ	Interdisziplinäres Notfallzentrum
ICB	Intrazerebrale Blutung
IPS	Intensivpflegestation
K ⁺	Kalium
KF	Kammerflimmern
Kg	Kilogramm
KHK	Koronare Herzkrankheit
KSA	Kantonsspital Aarau
KT	Kammertachykardie = VT
LUKAS	Gerät zur mechanischen Reanimationshilfe
mmHg	Millimeter Quecksilbersäule
mmol/l	Millimol pro Liter
Na ⁺	Natrium
NaBic	Natriumbikarbonat
NaCl	Natriumchlorid

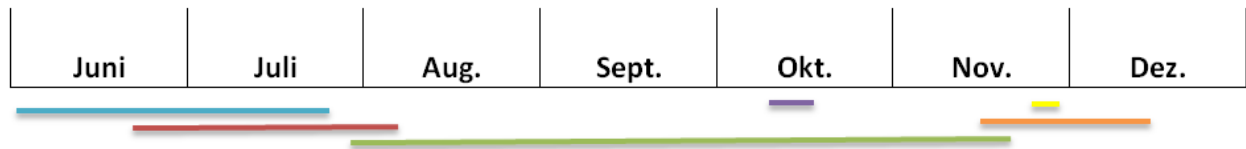
NDS	Nachdiplomstudiengang
OA	Oberarzt
O2	Sauerstoff
P-Tag	Praxisbegleitungstag
PAVK	Periphere Arterielle Verschlusskrankheit
PiCCO	Pulse Contour Cardiac Output
Prof.	Professor
Rea	Reanimation
RD	Rettungsdienst
ROS	freie Radikale
ROSC	Return of spontaneous circulation
RUMBA	Relevant, Understandable, Measurable, Behavioral, Achievable
S.	Seite
SAMPLE	Symptoms, Allergies, Medicaments, Past Illnesses, Last Meal, Event
SIRS	Systemisches inflammatorisches Response-Syndrom
SLF	Schnee- und Lawinenforschung
SLRG	Schweizerische Lebensrettungsgesellschaft
SpO2	Sauerstoffstättigung
SMEDRIX	von Sirmed erstellte Algorithmen
St. n.	Status nach
STIZ	Schweizerisches Toxikologisches Informationszentrum
Stv.	Stellvertretung
SZ	Schmerz
TS	Teamsitzung
TSH	Thyreotropin
V	Volt
v.a.	vor allem
VHF	Vorhofflimmern
VT	siehe KT
WV 1	Wundversorgung 1, ist ein Zimmer auf dem INZ am KSA mit allen Einrichtungen eines Anästhesieplatzes.

z.B. zum Beispiel

ZNS Zentrales Nervensystem

6. Anhang

Zeitplan



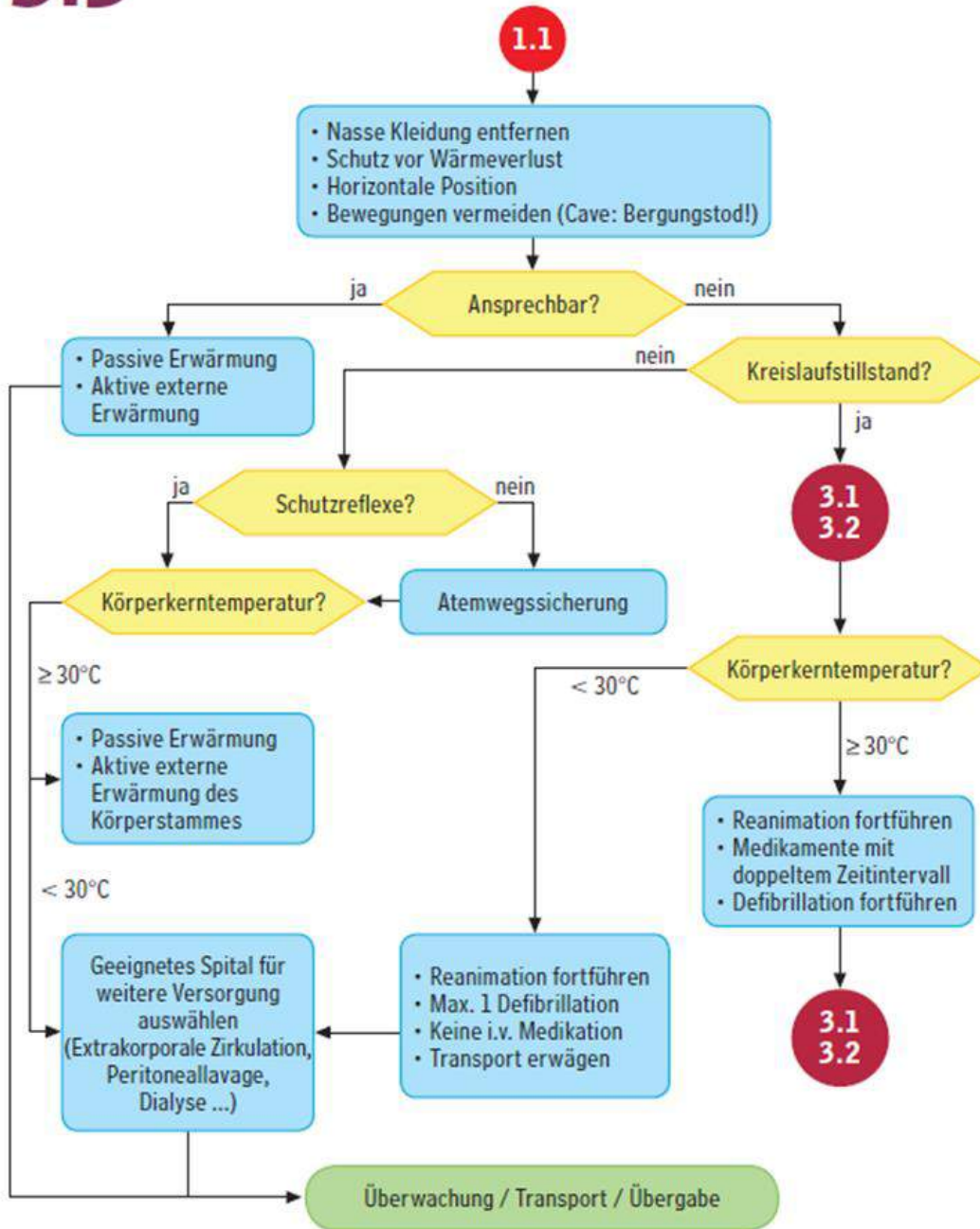
- Literatursammlung
- Dispositionsverfassung
- Diplomarbeitsverfassung
- Einblickstag Air Glacier
- 1. Accidental Hypothermia Day
- Verfeinerung, Gegenlesen, Abgabe DA

Budget/ Kosten:

- Accidental Hypothermia Day 50.- und Fahrt
- Besuch Air Glacier Sion und Fahrt
- DA-Druck: 50.-

Vorschlag Pocket-Card „akzidentielle Hypothermie“:

5.3 Hypothermie



5.2
5.3

bei Asystolie: ggf. vor Transport in das Zentrum im nächsten Spital Kalium bestimmen (K+ > 12 mmol/l = infauste Prognose)

Swiss Medical Rescue Commission SMEDREC
Literatur: 3. 10

SMEDRIX 2.0*

Smedrix (2009).

Akzidentielle Hypothermie

WV1 ungeeignet, da Temperatur zu niedrig und Konvektionseffekt zu hoch!

Körperkerntemperatur (°C)	Schweregrad der Hypothermie	Stadium der Hypothermie	Klinische Symptome
35 bis 32	Mild	I	Patient alert, Kältezittern
32 bis 28	Mittelschwer	II	Patient verlangsamt, kein Kältezittern
24 bis 28	Schwer	III	Patient bewusstlos, atmet
<24		IV	Patient bewusstlos, Atem- und Kreislaufstillstand

- Danger Zone ab moderater Phase, pathologische Herzrhythmen möglich. Osborn-Wellen im EKG sind denkbar.

RF: Alter, Medikamente wie Neuroleptika, Analgesie, Blutdruckmittel, etc.

Temperaturmessung zentral: z.B. tympanal, wenn kein Schnee/ Wasser drin, Kreislauf noch intakt ist und keine Carotisstenose vorherrscht.

Falls intubiert, ösophagele Messung für IPS zwingend. Vesical als sekundäre Wahl.

Wiedererwärmung:

Periphere Erwärmung vermeiden (vasogener Schock)!

- Milde Hypothermie: Süsse, warme Getränke und Bewegung. Körpereigene Wärme durch Hibler-Packung isolieren. Aufwärmungsgrad max. 0,5-1°C/h!
- Moderat, schwer und kritisch irreversibel: Ruhig und horizontal lagern, keine Erosionen, aktive Erwärmung nötig, Erwärmungsgrad max. 1-3°C/h.
- ➔ Nasse Kleidung rasch entfernen, Körper trocken halten
- ➔ O2-Gabe immer
- ➔ Temperatur bei ABGA-Auswertung anpassen, Kalium beachten!

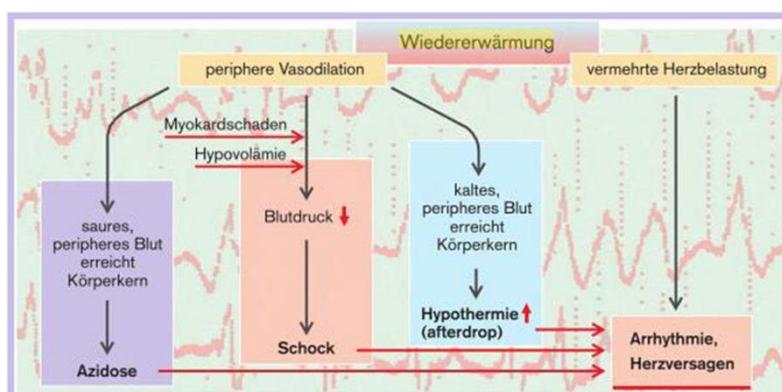
Invasive Wiedererwärmung:

- Infusion (NaCl), Volumensubstitution beachten! Level One nötig?

Non-Invasive Wiedererwärmung

- Isolationspackung
- Bair Hugger Stufeneinstellung je nach stündlichem Erwärmungsziel

Komplikationen der Wiedererwärmung



Quelle : Helen Erni (2013). Diplomarbeit: Akzidentielle Hypothermie