

Akzidentelle Hypothermie beim Traumapatienten

Die alltägliche Herausforderung eines alpinen Regionalspitals



Claudia Müller

NDS HF Notfallpflege

Kurs F17

Spital Davos, interdisziplinäre Notfallstation

Datum: 21. 08. 2018

Zusammenfassung

Im Rahmen der Notfallmedizin ist die Hypothermie sehr relevant. Durch verschiedene Einflussfaktoren kann der Patient auskühlen und in einen kritischen Zustand geraten. Die physiologischen und pathophysiologischen Effekte sind vielfältig und dürfen nicht unterschätzt werden. Vor allem in Zusammenhang mit einem Trauma kann eine Hypothermie häufig auftreten – in alpinen Regionen noch mehr als in tiefer gelegenen Gegenden. Um eine Unterkühlung zu vermeiden, respektive um der bereits bestehenden Hypothermie entgegenzuwirken gibt es Mittel und Massnahmen, welche entsprechend der Verfassung und Temperatur des unterkühlten Patienten gewählt werden müssen. Die Wiedererwärmung reicht von einfachsten Massnahmen bis hin zu invasiven, aufwändigen Methoden. Um ein geeignetes Wiedererwärmen einzuleiten ist es von Wichtigkeit, eine gute Einschätzung oder Messung der Körpertemperatur durchzuführen, die verschiedenen Wiedererwärmungsmethoden zu kennen und die Indikationen dafür richtig abzuschätzen.

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung..... 1
 1.1 Ausgangslage..... 1
 1.2 Fragestellung 1
 1.3 Abgrenzung 1
 2 Theoretischer Teil 2
 2.1 Thermoregulation 2
 2.2 Akzidentelle Hypothermie 2
 2.2.1 Stadien 3
 2.2.2 Begünstigende Faktoren 3
 2.3 Pathophysiologische Effekte 4
 2.3.1 Kardiovaskuläres System 4
 2.3.2 Respiratorisches System 4
 2.3.3 Metabolismus 5
 2.3.4 Blut und Gerinnung 5
 2.3.5 Renales System 5
 2.3.6 Neurologisches System 5
 2.3.7 Säure – Basen – Gleichgewicht und Elektrolythaushalt 5
 2.3.8 Gastrointestinales – und endokrines System 5
 2.4 Vom Afterdrop zum Bergungstod 6
 3 Messung der Körperkerntemperatur 6
 4 Wärmetherapie..... 7
 4.1 Externe Wärmemethode 7
 4.2 Interne Wärmemethoden 7
 5 Indikationen der verschiedenen Wärmemethoden 8
 6 Auseinandersetzung mit der Thematik 9
 7 Praxistransfer.....10
 8 Fazit13

Literaturverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Anhang

Selbständigkeitserklärung

Veröffentlichung und Verfügungsrecht

1 Einführung

1.1 Ausgangslage

Während sich das «Unterland» in den Wintermonaten in Grautönen hält, zieht es manchen Schnee- und Sportbegeisterten in die sonnigen und verschneiten Bündner Berge. Wie ich seit vielen Jahren beobachten kann, herrscht in Davos von Dezember bis März touristische Hochkonjunktur. Einheimische und Gäste trotzen der Kälte und geniessen ihre Freizeit beim Skifahren und Touren, Snowboarden, Telemarken, Schneeschuhwandern, Schlitteln, Langlaufen, Spazieren oder Eishockey Spielen. Das Interesse für modernere Sportarten wie Airboarden und Schneebiken nimmt stetig zu.

Für manch einen endet das Vergnügen jedoch im Rettungsschlitten und auf dem Notfall. In kurzen Zeitabständen gelangen die Verunglückten mit der Pistenrettung, der Ambulanz, der REGA oder auch zu Fuss auf unsere Notfallstation. Neben der oft schwierigen Entfernung der Skischuhe und Sportbekleidung sind wir auch häufig mit der Hypothermie konfrontiert. Etliche unserer Patienten liegen etwa eine halbe Stunde im Schnee und in der Kälte, bevor die Rettung kommt.

Eine unserer wichtigsten pflegerischen Tätigkeiten auf der Notfallstation besteht bei einer Unterkühlung in der Wärmezuführung. Es gibt verschiedene Techniken und Massnahmen, je nach Kältestadium des Patienten eignet sich die eine oder andere Variante. Auf der Notfallstation des Spital Davos werden seit Jahren die gleichen Massnahmen angewendet. Um das bestmögliche Ergebnis zum Wohl unserer Patienten zu erzielen, interessiert es mich, ob die «altbewährten» Methoden auch heute noch relevant und sinnvoll sind. Oder wurden weitere Techniken entwickelt, welche sich für unsere Notfallstation und unsere Patienten eignen.

1.2 Fragestellung

Welche Wärmemethoden eignen sich bei einem Traumapatienten mit einer akzidentiellen Hypothermie?

Welche pflegerischen Massnahmen kann ich zur Unterstützung der Wärmeregulation auf unserer Notfallstation anwenden?

1.3 Abgrenzung

In meiner Arbeit grenze ich mich von therapeutischen Indikationen der Hypothermie ab. Auf chronisch kranke Patienten, Betagte und Kinder werde ich hier nicht eingehen. Auch die Hypothermie bei C2- Patienten, bei denen die Thematik zwar relevant ist, werde ich nicht erläutern. Soziokulturelle und psychische Faktoren werden ebenfalls ausgeschlossen. Das Thema der Lawinenopfer würde hier den Rahmen sprengen, deshalb werde ich auch darauf nicht näher eingehen. Mein Fokus liegt auf einem gesunden Patienten zwischen 18 und 65 Jahren, welcher aufgrund eines Traumas mit folgender Immobilität eine Hypothermie erleidet.

Einfachheitshalber wird in dieser Diplomarbeit nur die männliche Schreibweise gewählt, diese gilt jeweils für beide Geschlechter.

Da es sich hierbei um eine Facharbeit handelt, welche vor allem von Fachpersonen gelesen wird, werde ich die Fachsprache benutzen und im Glossar nur die fachfremden Begriffe erläutern.

Im Anhang befinden sich unsere hausinternen Standards zum Thema Hypothermie. Diese sind nicht mehr auf dem aktuellsten Stand und befinden sich zurzeit in der Überarbeitung. Mit meiner Diplomarbeit konnte ich dabei Unterstützung bieten, zur endgültigen Herausgabe der neuen Standards hat die Zeit leider nicht gereicht. Die Veränderungen der

Dokumente enthalten hauptsächlich organisatorische Zuständigkeiten und einige Punkte zu neueren Materialien. Die Aspekte der Zuständigkeiten haben für diese Arbeit keine Relevanz. Bezüglich der Materialien werde ich mich beim Praxistransfer in Kapitel 7 an unsere neuen Möglichkeiten halten, welche wir zwar bereits nutzen, die aber in den Standards noch nicht aufgeführt sind.

2 Theoretischer Teil

In diesem Kapitel erläutere ich das theoretische Wissen zum Thema Thermoregulation und Hypothermie. Um gezielte Massnahmen auf dem Notfall zu treffen ist es wichtig, die Physiologie und Pathophysiologie zu verstehen.

2.1 Thermoregulation

Schmidt, Lang & Heckmann (2017) beschreiben den Menschen als eigentlich homöothermes Lebewesen, d.h. seine Körperkerntemperatur (KKT) ist unabhängig von der Umgebungstemperatur und wird innerhalb gewisser Grenzen konstant gehalten. Dabei besteht ein Temperaturunterschied zwischen dem Körperkern, welcher konstant zwischen 36,5 und 37° Celsius gehalten wird, und der Körperschale, welche je nach Umgebungstemperatur schwankt.

Die Körpertemperatur wird mit Kälte- und Wärmesensoren in der Haut gemessen, welche die Werte über thermoafferente Bahnen an das thermoregulatorische Zentrum im Hypothalamus weiterleiten. Dieses Zentrum ist die oberste Schaltstelle der Thermoregulation und vergleicht den Ist-Wert mit dem Soll-Wert. Stimmen diese zwei Werte nicht überein, erfolgt über die Muskulatur, Vasomotorik und Schweißbildung eine bestmögliche Annäherung des Soll-Wertes.

Die Wärmeabgabe des Körpers erfolgt über Konduktion, Konvektion, Strahlung und Verdunstung.

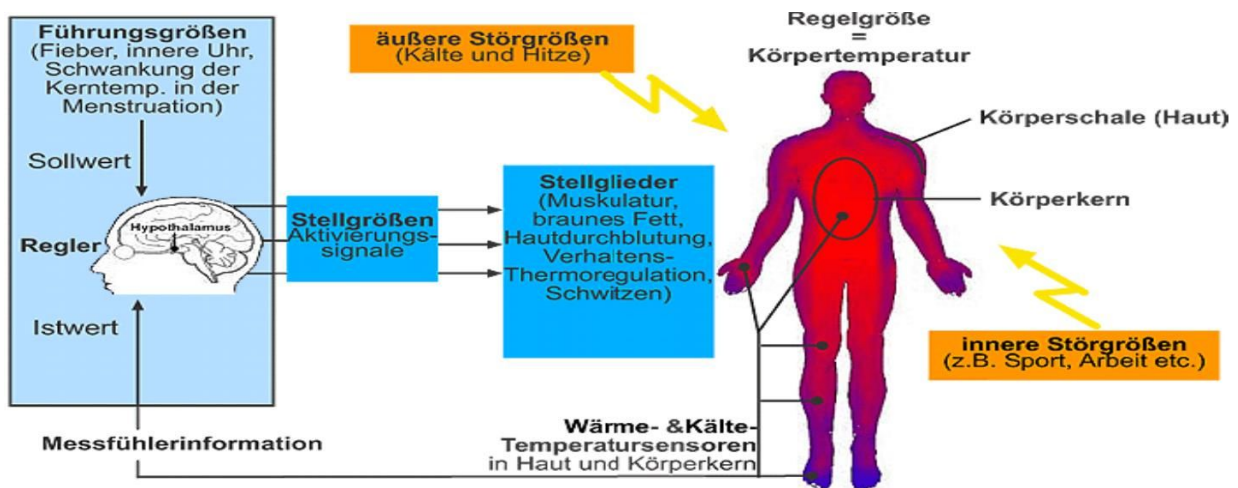


Abb.1, Thermoregulation, (Dinges, 2018)

2.2 Akzidentelle Hypothermie

«Hypothermie bezeichnet ein Absinken der Körperkerntemperatur auf unter 35° C. Dabei unterscheidet man

- ❖ Milde Hypothermie: 35 – 32° C,
- ❖ Mittelschwere Hypothermie: 32 – 28° C,
- ❖ Schwere Hypothermie: < 28° C.»

(Brauchle, 2015, S. 29)

Im Zusammenhang mit dieser Einteilung erwähnen Andruszkow und Hildebrand (2014), dass bei Patienten mit Polytrauma die physiologisch tolerierte Temperatur um jeweils 2° Celsius höher liegt.

Andruszkow und Hildebrand (2014) beschreiben die akzidentelle Hypothermie als unbeabsichtigter Abfall der KKT aufgrund einer Kälteexposition, ohne dass eine endogene Dysfunktion vorliegt.

2.2.1 Stadien

Bei meiner Literaturrecherche ist mir aufgefallen, dass sich viele Autoren an die Stadieneinteilung der schweizerischen Klassifikation halten. Diese Einteilung wird vor allem präklinisch eingesetzt, wenn eine exakte Ermittlung der KKT mittels Temperaturmessungen nicht möglich ist. Doch auch innerklinisch kann uns diese Klassifikation bei der Ersteinschätzung und im weiteren Verlauf Angaben zur Wärmeregulation des Patienten geben. Die schweizer Klassifizierung gibt zusammen mit den Stadien und Symptomen auch Empfehlungen zur Behandlung, diese werde ich jedoch erst in Kapitel 6 erwähnen und darauf eingehen.

Stadium	Klinische Symptome	Körperkerntemperatur
I	Wach, zitternd	35 – 32° Celsius
II	Eingetrübt, nicht zitternd	32 – 28° Celsius
III	Bewusstlos, nicht zitternd, Vitalzeichen vorhanden	28 – 24° Celsius
IV	Keine Vitalzeichen vorhanden	Unter 24° Celsius

Tab.1 Einteilung der Hypothermie nach der Schweizer Klassifizierung (Brauchle und Riccabana, 2015)

2.2.2 Begünstigende Faktoren

Brendebach (2013) beschreibt folgende Faktoren, welche eine akzidentelle Hypothermie begünstigen:

- ❖ Faktor Natur: Tiefe Umgebungstemperatur und/oder lange Expositionsdauer. Bei Wind kann eine Verstärkung des Kälteeffektes um ein 10faches, bei Nässe ein 14faches erwartet werden.
- ❖ Faktor Mensch: Erschöpfung, Kleinkinder und betagte Menschen, Medikamente und Drogen, Stoffwechselerkrankungen. Häufig kommt es in Zusammenhang mit einem Trauma zu einer Hypothermie.

2.3 Pathophysiologische Effekte

Für die Erläuterungen der pathophysiologischen Effekte halte ich mich an die Literatur von Andruszkow & Hildebrand (2014) und ergänze diese mit den Informationen von Hildebrand & Schöchl (2008)

2.3.1 Kardiovaskuläres System

Aufgrund der erhöhten sympathischen Aktivität kommt es zunächst zu einem Anstieg der Katecholaminkonzentration. Daraus resultiert eine Vasokonstriktion sowie ein Anstieg der Herzleistung durch Tachykardie und erhöhtem Herzminutenvolumen (HMV) um das Vier- bis Fünffache des Ruhewertes. Eine KKT unter 32° Celsius führt aufgrund der progredienten Vasokonstriktion zu einer Bradykardie und einem Abfall des HMV. Die Kontraktilität des Myokardes ist ab 28° Celsius eingeschränkt.

Im Elektrokardiogramm (EKG) zeigen sich bei der milden Hypothermie oft supraventrikuläre oder ventrikuläre Extrasystolen. Bei weiterem Absinken der KKT und dem damit zusammenhängenden Abfall des Kaliumspiegels, welcher auf die erhöhte β -adrenerge Stimulation zurückzuführen ist, kommt es zur Osborn-Welle im EKG. Eine progrediente Bradykardie ist bei einer KKT von 28° Celsius zu erwarten, Kammerflimmern oder eine Asystolie zeigt sich unter 25° Celsius.

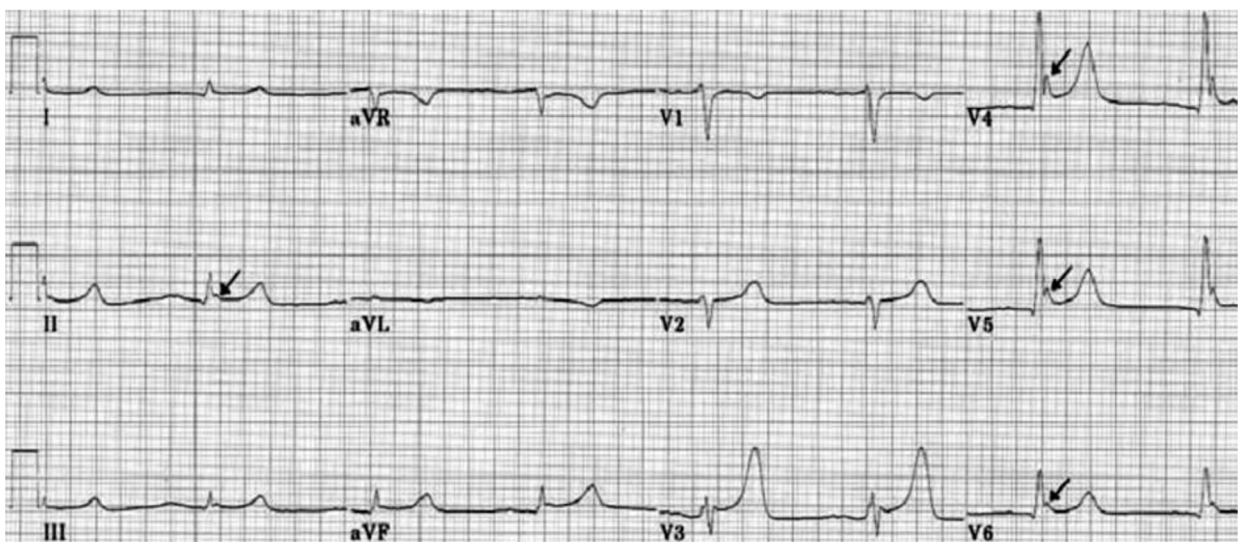


Abb.2, Osborn-Welle oder J-Welle (Pfeil), (Grape, Walker & Ravussin, 2012)

2.3.2 Respiratorisches System

Eine milde Hypothermie führt zunächst durch die zentrale Stimulation des Atemzentrums zu einer Zunahme der Atemfrequenz. Bei weiterem Abfall der KKT sinkt diese jedoch zusammen mit dem Atemzugsvolumen. Die ungenügende respiratorische Sauerstoffzufuhr führt zusammen mit der temperaturinduzierten Linksverschiebung der Sauerstoffbindungskurve und der vasokonstriktiven Veränderung des Ventilation - Perfusionsverhältnisses zu einer Reduktion der Oxygenierung der Zellen.

Die Ausbildung eines pulmonalen Ödems nach Wiedererwärmung wird häufig beobachtet. Wegen einer Abnahme der tracheobronchialen Zilienmotilität und der gesteigerten bronchialen Sekretion kommt es vermehrt zu Atelektasen und Bronchopneumonien. Der Hustenreflex als Schutz wird weitgehend unterdrückt.

2.3.3 Metabolismus

Pro 1° Celsius Temperaturabfall kommt es zu einer Verminderung der metabolischen Rate von 5%. Dies bedeutet eine Reduktion der Sauerstoffaufnahme, eine verminderte Kohlenstoffdioxidproduktion und eine Zunahme der Löslichkeit des Kohlendioxids im Blut.

2.3.4 Blut und Gerinnung

Die Abnahme der KKT von 1° Celsius hat einen Anstieg der Blutviskosität von 2% zur Folge. Aufgrund der Kälte-Diurese kann ein erhöhter Hämatokrit in der frühen Wiedererwärmungsphase beobachtet werden.

Aufgrund der herabgesetzten KKT kommt es zu einer Verlangsamung und Hemmung der Aktivitäten von zellulären sowie plasmatischen Komponenten in der Gerinnungskaskade. Dabei zeigen sich eine Thrombozytopenie sowie eine verminderte Thrombozyten-Aggregationsfähigkeit. Aufgrund einer Funktionsstörung der Thrombin – und Fibrinbildung kommt es trotz genügend vorhandener Gerinnungsfaktoren zu einer Herabsetzung der plasmatischen Gerinnung. Durch eine verminderte Ausschüttung von antifibrinolytischer Faktoren kann zusätzlich eine erhöhte fibrinolytische Aktivität nachgewiesen werden.

2.3.5 Renales System

Eine erhöhte Urinproduktion ist bereits bei einer Kälteexposition ohne Abfall der KKT zu beobachten. Unabhängig vom systemischen ADH-Spiegel kommt es bei einem Abfall der KKT von 2 – 3° Celsius zu einer osmotischen «kalten Diurese». Zudem zeigt sich trotz sinkender Glomerulationsrate und renalem Blutfluss eine Reduktion der glomerulären Enzymaktivität, was eine verminderte tubuläre Natrium- und Wasserresorption zur Folge hat.

2.3.6 Neurologisches System

Pro 1° Celsius Abnahme der KKT verringert sich der zerebrale Blutfluss um 6-7%. Zudem ist eine Verlangsamung des zerebralen Metabolismus zu erwarten, was eine zunehmende Reduktion des Bewusstseins zur Folge hat. Eine regelhafte Bewusstlosigkeit tritt bei einer KKT von unter 30° Celsius ein. Eine schwere Hypothermie geht mit einem komatösen Zustand, dem Verlust der okularen Reflexe und einer Reduktion der Aktivität der Elektroenzephalografie (EEG) einher.

2.3.7 Säure – Basen – Gleichgewicht und Elektrolythaushalt

Wie bereits in Punkt 2.2.1 beschrieben, kommt es bei einem Absinken der KKT zu einem Abfall des systemischen Kaliumspiegels. Eine zunehmende Hypothermie hat eine Verschiebung des Kaliums nach intrazellulär zur Folge, was die bereits bestehende Hypokaliämie verschärft. Bei ca. 30% der hypothermen Patienten zeigt sich eine metabolische Azidose, welche durch das physiologische Kältezittern und eine verminderte hepatische Clearance begünstigt wird.

2.3.8 Gastrointestinales – und endokrines System

Bei einer mittelschweren Hypothermie zeigt sich häufig ein leichter Ileus und eine reduzierte hepatische Funktion. Folgen der schweren Hypothermie können ausgeprägte gastrische Stressulzera sowie eine hämorrhagische Pankreatitis sein.

Eine Hyperglykämie kann häufig beobachtet werden – bei der milden Hypothermie aufgrund des erhöhten Katecholaminspiegels und deren Einfluss auf die Insulinsekretion, bei der schweren Hypothermie wegen einer Reduktion der Insulinfreisetzung und dem direkten Effekt auf die pankreatischen Inselzellen. Zudem wird das Insulin an seinen Rezeptoren blockiert.

2.4 Vom Afterdrop zum Bergungstod

«Als Bergungstod bezeichnet man das Phänomen, dass vermeintliche gerettete Patienten, die längere Zeit in kalter Umgebung überlebt haben, Minuten nach der Rettung plötzlich sterben bzw. einen Herz-Kreislauf-Stillstand erleiden. Der sogenannte Afterdrop oder in weiterer Folge der Bergungstod hat bei Unterkühlung von Personen physiologische Ursachen». (Brauchle und Riccabona, 2015, S. 23)

Brauchle und Riccabona (2015) beschreiben den gefürchteten Afterdrop als Abfall der KKT, bei welchem der Körper versucht, mittels einer Zentralisation die lebenswichtigen Zentren warm zu halten. Das bedeutet, die Durchblutung der Körperoberfläche wird verringert, das Blut konzentriert sich auf den Körperkern und die Temperatur der Körperschale sinkt noch weiter ab. Der Temperaturunterschied zwischen Körperkern- und Schale steigt an. Beim Wiedererwärmen des Körpers mittels den in Kapitel 6 genannten Methoden kann es in der Peripherie zu einer Vasodilatation kommen. Das saure, kalte periphere Schalenblut wird schnell nach zentral verlagert und kühlt den eigentlich schon erwärmten Körperkern wieder ab. Zusätzlich kommt es durch die Vasodilatation zu einer Hypotonie. Das Herz, welches durch die Hypothermie und das saure Blut bereits beeinträchtigt ist, kann den Blutdruckabfall schlecht kompensieren. Daraus resultieren kardiale Arrhythmien bis hin zum Kammerflimmern.

3 Messung der Körperkerntemperatur

Für die genaue Einschätzung der Hypothermie und die bevorstehende Therapie ist eine rasch einsetzbare und valide Messung der KKT von zentraler Bedeutung. Folgende Tabelle von Brandt, Mühlsteff und Imhoff (2013) erlaubt eine Übersicht über die verschiedenen Möglichkeiten der Temperaturmessung.

Ort	Genauigkeit	Reaktionszeit	Invasivität	Probleme/ Komplikationen
Pulmonalarterie	Goldstandart	Schnell	Sehr hoch	Infektion, Komplikation aufgrund der Punktion
Ösophagus	Gut	Schnell	Mittel	Perforation, Irritation, mögliche Beeinflussung und Irritation durch die Atmung
Blase	Gut	Schnell	Hoch	Infektion, Präzision hängt von der Urinproduktion ab
Rektum	Mittel	Langsam	Mittel	Perforation, Irritation
Nasopharynx	Gut	Schnell	Mittel	Irritation, Blutung, Dislokation
Gastrointestinale Pille	Gut	Mittel bis langsam	Niedrig	Selten verfügbar, schwer zu schlucken, keine Standartlokalisation
Trommelfell (Kontaktmessung)	Gut	Schnell	Mittel	Irritation, Perforation, Dislokation

Trommelfell (kontaktlose Messung; IR)	Mittel	Schnell	Niedrig	Genauigkeit
Mundhöhle	Mittel	Schnell	Niedrig	Genauigkeit
Axilla	Niedrig	Langsam	Niedrig	Genauigkeit
Stirn	Gut	Langsam	Niedrig	Lange Startzeit
Innerer Lidwinkel	niedrig	schnell	niedrig	Genauigkeit

Tab.2, Körpertemperatur – Messorte und Messmethoden (Brandt, Mühlsteff & Imhoff, 2013)

4 Wärmetherapie

Während meiner Literaturrecherche stellte ich fest, dass sich die Autoren bezüglich der empfohlenen Wärmetherapien weitgehend einig sind. Im folgenden Kapitel halte ich mich an die Literatur von Brandt, Mühlsteff & Imhoff (2013), da diese die verschiedenen Wärmemethoden verständlich und umfänglich beschreiben und sich mit anderen Literaturen decken.

4.1 Externe Wärmemethode

Isolierung: Um den Wärmeverlust über die Haut zu reduzieren sollte die Zeit, in welcher Hautpartien frei liegen, kurzgehalten und der Körper von der Umgebungsluft isoliert werden. Dazu reicht bereits eine Krankenhausdecke aus Baumwolle, welche den Wärmeverlust bereits um 30% reduziert.

Erhöhung der Umgebungstemperatur: Eine Erhöhung der Umgebungstemperatur kann eine Hypothermie vermeiden. Um einen Wärmeverlust zu reduzieren, müsste die Raumtemperatur mehr als 26° Celsius betragen.

Infrarotstrahlung: Für Patienten die längere Zeit unbedeckt gelagert sind, sind Infrarotstrahler eine effektive Wärmemethode. Dabei unterscheiden sich die verschiedenen Geräte in der Wellenlänge und Strahlungsenergie.

Konvektives Wärmen: Eine weitere effektive Methode für das Erwärmen der Patienten ist die Zufuhr von Warmluft. Dieses System besteht aus einer Heizeinheit mit Ventilator, welcher die erwärmte Luft über einen Schlauch in spezielle Decken bläst.

Konduktives Wärmen: Wärmedecken, welche durch zirkulierendes Wasser, Widerstandsheizung mit Kohlefasern oder mit Polymeren geheizt werden, zeigen eine effektive Wirkung, sofern ein guter Hautkontakt zur Decke besteht. Wärmematratten, welche durch einen Warmwasserkreislauf oder elektrisch geheizt sind, zeigen eine geringere Wirkung als die Decken.

Weitere Methoden wie die Anfeuchtung und/oder erwärmen der Atemluft, Warmwasserimmersion und Prewarming werden in hier nicht weiter erläutert, da sie für diese Arbeit nicht relevant sind.

4.2 Interne Wärmemethoden

Gewärmte Infusionen: Die KKT eines Erwachsenen sinkt um ca. 0,25° Celsius bei Gabe von 1000ml Infusionslösung bei Raumtemperatur. Dies bedeutet, dass bei bereits hypothermen Patienten die Gabe von gewärmten Infusionen von Bedeutung ist. Um die Wirksamkeit dieser Methode zu erreichen, wird eine Flüssigkeitsgabe von mindestens 500ml vorausgesetzt. Somit ist diese Methode vor allem bei Patienten mit Volumenverschiebungen- oder Verlust indiziert.

Wärmen mit intravaskulären Kathetern: Das Wärmen mittels intravaskulärem katheterbasiertem System erfordert einen zentralvenösen Zugang, über welchen ein Wärmekatheter eingeführt wird. An der Spitze dieses Katheters befindet sich ein Wärmeaustausch-Ballon, der von Wärmeflüssigkeit durchströmt wird.

Extrakorporale Wärmemethoden: Benötigt der Patient keine hämodynamische Unterstützung, kann das extrakorporale Wiedererwärmen mittels Hämodialyse oder venovenöser Hämofiltration erfolgen. Diese Methode erlaubt eine gleichzeitige Elektrolytkorrektur oder ein Nierenversagen zu verhindern, bzw. zu behandeln. Die extrakorporale Erwärmung mit hämodynamischer Unterstützung ist die effektivste, aber gleichzeitig auch invasivste Methode. Sie erlaubt neben der Wiedererwärmung von schwerer Hypothermie gleichzeitig hämodynamische Instabilitäten zu behandeln, oder gar die vollständige Übernahme der Herz-Lungenfunktion. Dazu wird die Extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) oder die Herz-Lungen-Maschine (HLM) eingesetzt.

5 Indikationen der verschiedenen Wärmemethoden

In Anlehnung an die Schweizer Klassifizierung für Hypothermie fassen Paal, Sumann und Brugger (2015) die Indikationen der Wärmetechniken der verschiedenen Stadien in einer übersichtlichen Tabelle zusammen und ergänzen sie mit der zu erhoffenden Erwärmungsrate.

Stadium /Indikation	Erwärmungstechnik	Erwärmungsrate (°C/h)
	Ohne Kreislaufunterstützung	
I	Warme Umgebung und Bekleidung, warme gesüsste Getränke, aktive Bewegung	~ 2° C/h
II oder III mit stabilem Kreislauf	Aktive externe Erwärmung durch warme Umgebung, Erwärmung mit Wärmepackung, Warmluftdecken	0.1 – 3.4° C/h
II und III mit stabilem Kreislauf	Hämodialyse / Hämofiltration	~ 2 – 4° C/h
IV wenn keine ECMO/HLM verfügbar ist	Peritoneal – oder Thoraxlavage	~ 3° C/h
unklar	Veno-venöse ECMO ¹	~ 4° C/h
	Mit Kreislaufunterstützung	
III mit instabilem Kreislauf oder IV	Veno-arterielle ECMO	~ 6° C/h
III mit instabilem Kreislauf oder IV wenn keine ECMO verfügbar ist	HLM ²	~ 9° C/h

Tab.3, Effizienz diverser Erwärmungstechniken (Paal, Sumann & Brugger, 2015)

¹ Extrakorporale Membranoxygenierung

² Herz-Lungen-Maschine

6 Auseinandersetzung mit der Thematik

Die Stadieneinteilung nach der schweizerischen Klassifizierung ist sehr hilfreich für die Erstbeurteilung, doch erst eine effektive Messung der KKT gibt uns genaue Angaben zur Hypothermie. Dabei macht es Sinn, initial eine schnelle, nicht invasive Methode zu wählen, um möglichst wenig Zeit bis zur Diagnosestellung und folgendem Therapiebeginn zu verlieren. Eine der invasiveren Methoden lohnt sich mit Sicherheit ab Stadium II im Rahmen der Therapie zu erwägen.

Während meiner Literaturrecherche habe ich keine Studien oder Berichte gefunden, welche die in meiner Arbeit erwähnten Wärmetechniken widerlegen. Die Medizin scheint sich bezüglich der Therapie der akzidentellen Hypothermie weitgehend einig zu sein, was eine einheitliche Wärmetherapie ermöglichen sollte. Dabei spielen die jeweiligen Möglichkeiten des Spitals natürlich eine grosse Rolle.

Die Wahl der Wärmetechnik hängt jedoch nicht nur von den vorhandenen Ressourcen ab, sondern primär vom Stadium der Hypothermie und der Kreislaufstabilität. Eine milde Hypothermie zu wärmen benötigt einfache Mittel, welche trotzdem sehr effektiv sind. Ein stabiler hypothermer Patient im Stadium II kann ebenfalls mit aktiver externer Wärmetherapie gewärmt werden. Die Schweizer Klassifizierung geht davon aus, dass Patienten ab dem Stadium III kreislaufunfähig werden können, was eine invasive Wärmemethode mit Kreislaufunterstützung erfordert. Dies bedingt, dass das Zielkrankenhaus über entsprechende Ressourcen verfügt. Daher ist es wichtig vorgängig abzuklären, welches Spital die Möglichkeit zu einer solchen Behandlung hat.

Wie in Kapitel 2.1 bereits erwähnt, erfolgt die Wärmeabgabe des Körpers über Konduktion, Konvektion, Strahlung und Verdunstung. All diese Komponenten treffen beim Traumapatienten zu, während er auf Hilfe wartet; aufgrund der Immobilität ist er gezwungen auf dem Schnee oder einer kalten Unterlage zu liegen oder sitzen → Abkühlung durch Konduktion; er ist der kühlen Umgebungsluft ausgesetzt → Abkühlung durch Konvektion; er trägt ausgekühlte, eventuell nasse Kleidung auf sich → Abkühlung durch Strahlung; er ist möglicherweise der Nässe ausgesetzt → Abkühlung durch Verdunstung.

In der folgenden Tabelle zeige ich auf, welche Möglichkeiten der Wiedererwärmung respektive Wärmeerhaltung in Zusammenhang mit der Wärmeabgabe bestehen. Diese Massnahmen sind nicht nur bei einem hypothermen Patienten relevant, sondern für uns auch in unserem täglichen Arbeitsprozess von grosser Wichtigkeit.

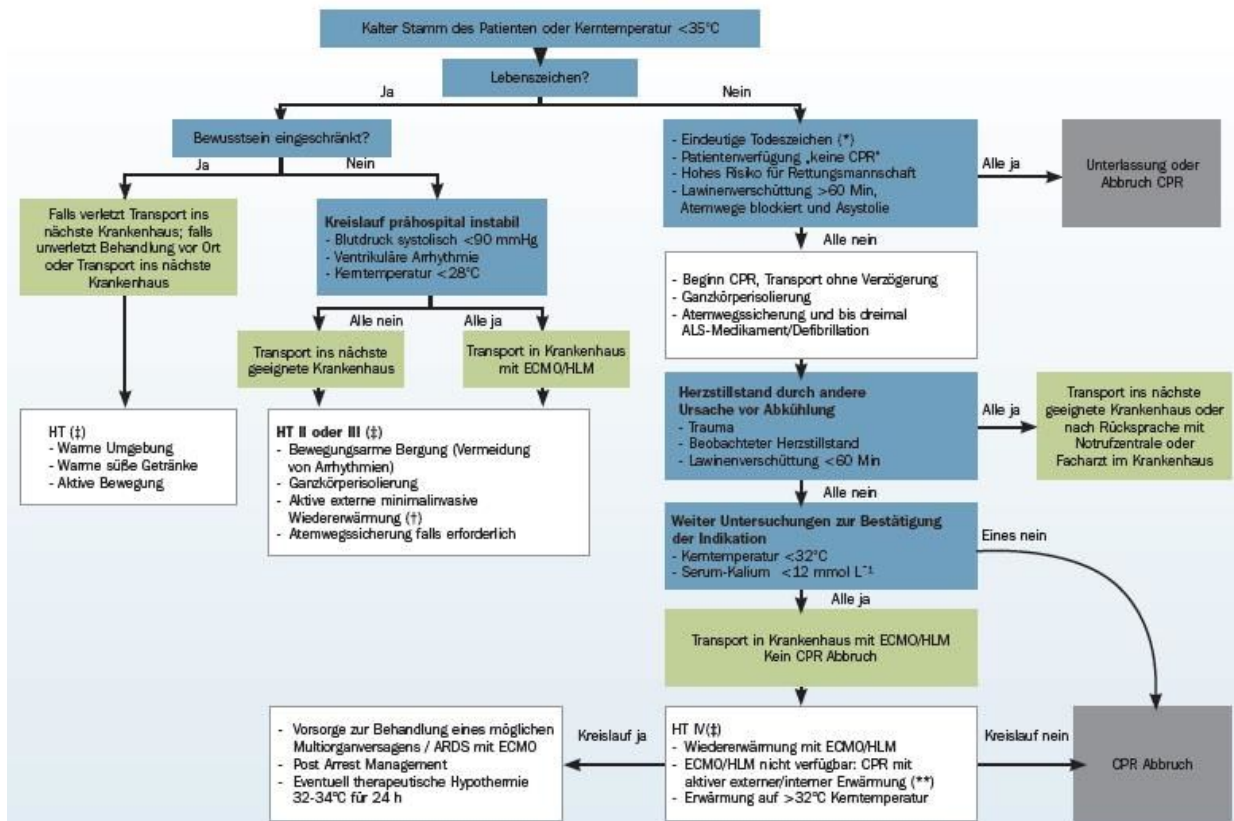
Wärmeverlust	Massnahmen
Abkühlung durch Konduktion	Kalte Unterlage vermeiden: Warme Gelmatte nutzen
Abkühlung durch Konvektion	Durchzug, kühle Luft vermeiden: Fenster und Türen schliessen, Raumtemperatur erhöhen, Warmluftdecken
Abkühlung durch Strahlung	Umgebungstemperatur anpassen: nasse Kleider entfernen, Zudecken, Wärmelampen nutzen,
Abkühlung durch Verdunstung	Für trockene Hautverhältnisse sorgen (abtrocknen)

Tab.4, Wärmeverlust und Massnahmen

7 Praxistransfer

Ob der hypotherme Patient zu uns ins Spital Davos transportiert oder mit der REGA direkt ins Kantonsspital Graubünden, beziehungsweise ins Kantonsspital St.Gallen oder die Universitätsklinik Zürich geflogen wird, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Neben der physischen Verfassung des hypothermen Patienten spielen in den Bergen auch die Umwelteinflüsse eine Rolle. So kann zum Beispiel die REGA bei schlechter Sicht aufgrund Schneefalls oder starkem Nebel und Wind nicht fliegen. Bei massiven Schneeniederschlägen kann es vorkommen, dass die Zufahrtsstrassen nach Davos aufgrund erhöhter Lawinengefahr oder wegen erschwelter Schneeräumung für mehrere Stunden gesperrt werden müssen. Diese Situation schränkt die Wahl des Zielkrankenhauses natürlich ein, was für Patienten mit einer mittleren und schweren Hypothermie ein schlechteres Outcome bedeutet. Es versteht sich von selbst, dass das Spital Davos auch in dieser Situation sein Bestes gibt und mit all seinen verfügbaren Ressourcen um das Leben des Patienten kämpft.

Im Idealfall ist wenigstens ein Weg zur Verlegung des hypothermen Patienten in ein geeignetes Zielkrankenhaus frei. Für die Entscheidung, welches Zielkrankenhaus angefahren, resp. angefliegen wird, nutzen Paal, Sumann und Brugger (2015) einen Algorithmus, welcher das präklinische Rettungsteam bei der Behandlung und Entscheidung unterstützen soll.



(**) Eindeutige Todeszeichen: Dekapitation, Rumpfdurchtrennung, gesamter Körper gefroren, verkohlt oder verwest. Beachte: Körperstarre und dilatierte fixe Pupillen können auch bei reversibler Hypothermie vorhanden sein. (§) Schweizer Stadieneinteilung. (†) Warme Umgebung, chemische Wärmebeutel, Wärmeluftdecken, warme Infusionen (38–42°C). Bei persistierendem instabilem Kreislauf Wiedererwärmung mit ECMO/HLM. Falls der Patient zur Kaliumbestimmung in ein nahegelegenes Krankenhaus gebracht wird, sollte ein Krankenhaus in Richtung einer Klinik mit ECMO/HLM ausgewählt werden. (**) Siehe Tabelle 5. CPR = kardiopulmonale Reanimation, ECMO = extrakorporale Membranoxygenierung, HT = Hypothermie.

Abb.3, Algorithmus zur Behandlung von hypothermen Patienten (Paal, Sumann & Brugger, 2015)

Entscheidet sich das Rettungsteam für eine Verlegung auf unsere Notfallstation, bekommen wir von ihnen die Anmeldung und bereiten uns entsprechend darauf vor. Weder bei meiner Literaturrecherche noch in den Standards unseres Spitals konnte ich Angaben zur Indikation eines Schockraumes für hypotherme Patienten finden. Diese Entscheidung muss individuell unter Berücksichtigung des Zustandes des Patienten getroffen werden. Ein Patient mit leichter Hypothermie ohne schwere Verletzung kann meiner Meinung nach in der normalen Koje behandelt werden. Unterkühlte Patienten erhalten vom Rettungsteam präklinisch in der Regel einen Wärmebeutel im Bereich des Körperstammes und werden mit einer Rettungsdecke isoliert. Auf der Notfallstation wird durch uns die kalte und nasse Bekleidung entfernt und die Patienten erhalten warme Decken aus dem Wärmeschrank. Wie in Punkt 4.1 bereits erwähnt, erreichen wir durch diese Massnahme bereits eine gute Isolierung und eine Reduktion des Wärmeverlustes von 30%. Zusätzlich bieten wir warmen und gesüßten Tee an, sofern keine zeitnahe Operation geplant ist. Durch das physiologische Kältezittern unterstützt der Körper die Wiedererwärmung selbstständig. Da bereits bei der leichten Hypothermie Herzrhythmusstörungen auftreten können, werden die Patienten monitorisiert. Beim polytraumatisierten Patienten ist die Schockraumindikation aufgrund der Verletzungen schon bei einer leichten Hypothermie gegeben. Zudem ist zu bedenken, dass diese Patienten die Unterkühlung weniger tolerieren als der «gesunde» Patient. Hier würde ich mich für die Erwärmung mit der warmen Gelmatte und der Warmluftdecke entscheiden. Je nach Verletzung muss mit einer Hypovolämie gerechnet werden, welche zusammen mit der erhöhten Diurese eine grosszügige Flüssigkeitsgabe erfordert. Diese sollte in dem Fall unbedingt mit gewärmten Infusionen erfolgen, um den Patienten nicht weiter zu kühlen. Unsere Infusionen können mittels Infusionswärmer oder Mikrowelle gewärmt werden. Bei Indikationen für grosse Infusionsmengen haben wir die Möglichkeit, eine Wasserwanne mittels Wärmesonde auf die gewünschte Temperatur zu erhitzen und mehrere Infusionen gleichzeitig zu erwärmen. Diese Methode ist zwar etwas veraltet, erfüllt aber nach wie vor ihren Zweck zu Gunsten des Patienten.

Beim polytraumatisierten Patienten gehört die DK-Einlage dazu - in Zusammenhang mit der Hypothermie ist hier zu überlegen, ob ein Katheter mit Temperatursonde sinnvoll wäre, da der Patient bei der folgenden Operation weiter der kühlen Umgebung im Operationsaal ausgesetzt und eine gute Temperaturkontrolle notwendig ist.

Sämtliches Material, welches wir für die Hypothermie benötigen, finde ich in dem eigens dafür eingerichteten «Lawinenschrank» im Schockraum. Welches Material darin enthalten ist, kann in unserem Standard nachgelesen werden.

Hypothermien des Stadium II und III behandeln wir weniger. Diese sind für mich eine klare Schockraum- Indikation. Hier gehört eine warme Gelmatte und Warmluftdecken zwingend dazu. Der Einsatz einer Wärmelampe kann sinnvoll sein, wenn zur körperlichen Untersuchung die Wärmdecke an vereinzelt Körperstellen entfernt werden muss. Die Einlage einer Temperatursonde in die Blase macht hier Sinn, eine Aufwärmung mittels Blasenspülung kann sich als wertvoll erweisen. Zudem werden auch hier wieder warme Infusionen verabreicht.

Die Literatur empfiehlt in diesem Stadium das Wiedererwärmen mittels Hämodialyse/ Hämofiltration. Diese Methode ist in unseren Standards nicht aufgeführt. Da das Spital Davos jedoch seit einigen Jahren über eine Dialysestation verfügt, wäre meiner Meinung nach ein Überdenken dieser Massnahme angebracht. Die Problematik sehe ich dabei jedoch im personellen Bereich. Für die Bedienung einer Hämodialyse benötigt es geschultes Personal, welches jedoch nicht immer anwesend ist. Das Dialyseteam rund um die Uhr in Rufbereitschaft zu halten wäre wirtschaftlich nicht sinnvoll, da die Eintreffenswahrscheinlichkeit sehr gering ist.

Eine schwere Hypothermie bedarf der Erwärmung mittels ECMO oder HLM. Diese Massnahmen sind bei uns nicht durchführbar und es wird eine zügige Verlegung ins Kantonsspital St. Gallen oder in die Universitätsklinik Zürich angestrebt.

Die offene Herzmassage, wie sie in unserem Standard erwähnt ist, wurde gemäss meinen Erkundigungen bei der langjährigen Notfallpflege und unserem Chefarzt in den letzten

Jahren nicht mehr durchgeführt. Diese Massnahme käme zum Einsatz, wenn Davos wetterbedingt weder über die Strasse noch durch die Luft erreichbar ist, der Patient somit auf keinem Weg weiterverlegt werden kann und sämtliche anderen Massnahmen keine Wirksamkeit zeigen. Das Outcome dabei ist jedoch sehr gering, da uns das Know-how und die Ressourcen für die weitere Behandlung fehlen.

Ein Leitsatz, der sowohl in diversen Literaturen sowie auch in unserem Standard zu finden ist, zählt auf jeden Fall für alle unsere Patienten:

"Nobody is dead until warm and dead"

Das bedeutet, dass der Patient erst dann für Tod erklärt wird, wenn wir ihn wiedererwärmen konnten, er aber trotzdem keine Lebenszeichen mehr aufzeigt und sämtliche Wiederbelebungsmassnahmen erfolglos bleiben.

Folgende Tabellen bieten einen Überblick über die auf unserer Notfallstation vorhandenen Temperaturmessmethoden und Wärmetherapien, wie ich sie aufgrund meines Fachwissens nach dieser Arbeit empfehlen würde. Es versteht sich von selbst, dass sämtliche Massnahmen immer individuell auf die Situation anzupassen sind.

Stadium	Temperaturmessmethoden
I/II/III	Ohrthermometer
II/III/IV	Blasenkatheter mit Temperatursonde
III/IV	Ösophagale Temperatursonde

Tab. 5, Temperaturmessmethoden Spital Davos

Stadium	Wärmetherapie
I	Isolierung mit warmen Decken
I/II/III	Infrarotstrahlung / Heizlampe
I/II/III/	Erhöhung der Umgebungstemperatur
II/III/IV	Konvektives Wärmen mit Warmluft
II/III/IV	Konduktives Wärmen mit vorgewärmten Gelmatten
II/III/IV	Warme Infusionen
II/III/IV	Warme Blasenpülungen

Tab. 6, mögliche Wärmetherapien Spital Davos

8 Fazit

Die Hypothermie ist ein nicht zu unterschätzender Effekt beim Traumapatienten, welcher mit vielen physiologischen und pathophysiologischen Veränderungen einher geht und weitere Komplikationen zur Folge haben kann. Dies bedingt, dass nicht nur das Traumaereignis als solches behandelt werden darf, sondern gleichzeitig auch der Fokus auf das Wärmemanagement gelegt werden muss. Je nach Trauma und Stadium der Hypothermie kann das Wiedererwärmen sogar höhere Priorität haben als die Versorgung der eigentlichen Verletzung.

Welche Wärmemethode sich bei einem Traumapatienten mit einer akzidentellen Hypothermie eignet, hängt primär vom Stadium der Hypothermie ab. Je kühler der Patient, desto drastischere Massnahmen sind angebracht. Die Massnahmen, die unsere Notfallstation seit Jahren anwendet, sind auch heute noch aktuell und werden in der Literatur als effektiv beschrieben.

Dank dieser vertieften Auseinandersetzung mit dem Thema akzidentelle Hypothermie kann ich unsere Patienten im kommenden Winter rundum gut betreuen – mit der richtigen Wahl der Wiedererwärmungsmethode und dem Wissen und Erkennen der möglichen pathophysiologischen Effekte.



Abb.4, Anflug der REGA auf das Spital Davos (Bild Keystone)

Literaturverzeichnis

Andruszkow, H. & Hildebrand, F., (2014), Akzidentelle Hypothermie/schwere Unterkühlung, *Notarzt*, 7-15

Brandt, S., Mühlsteff, J. & Imhoff M., (2013), Akzidentelle Hypothermie – Diagnose, Prävention und Therapie, *DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR BIOMEDIZINISCHE TECHNIK IM VDE*, VDE-Positionspapier

Brauchle, M. & Riccabona, M., (2015), Akzidentelle Hypothermie beim Polytrauma, *Intensiv 1*, 23, 20-26

Brendebach, L. (2013), *Notarzt-Leitfaden*, Basel, Schweizerischer Ärzteverlag

Hildebrand, F. & Schöchli, H., (2008), Akzidentelle Hypothermie, *Notfallmedizin*, 9–21

Schmidt, R., Lang, F. & Heckmann M., (2017), *Physiologie des Menschen*, Würzburg, Springer-Verlag

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1. Dinges, S. (2018) NDS Notfall Fachmodul 2, Hyperthermie und Hypothermie

Abb. 2. Grape, S., Walker, S. & Ravussin, P., (2012), Die akzidentelle Hypothermie, *CURRICULUM*, 9, 199–202

Abb. 3. Paal, P., Sumann, G. & Brugger, H. (2015), Akzidentelle Hypothermie – LAVINENMEDIZIN, DFP - Literaturstudium

Tab. 1. Brauchle, S., Riccabona, M., (2015), Akzidentelle Hypothermie beim Polytrauma, *Intensiv 1*, 23, 20-26

Tab. 2. Brandt S., Mühlsteff J. & Imhoff M., (2013), Akzidentelle Hypothermie – Diagnose, Prävention und Therapie, *DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR BIOMEDIZINISCHE TECHNIK IM VDE*, VDE-Positionspapier

Tab. 3. Paal, P., Sumann, G. & Brugger, H., (2015), Akzidentelle Hypothermie – LAVINENMEDIZIN, DFP – Literaturstudium

Tab. 4. Wärmeverlust und Massnahmen (selbstentwickelte Tabelle)

Tab. 5. Temperaturmessmethoden Spital Davos (selbstentwickelte Tabelle)

Tab. 6. Mögliche Wärmetherapien Spital Davos (selbstentwickelte Tabelle)

Glossar

Elektroenzephalographie	Methode der medizinischen Diagnostik und der neurologischen Forschung zur Messung der elektrischen Aktivität des Gehirns durch Aufzeichnung der Spannungsschwankungen an der Kopfoberfläche
Konvektion	Direkte Wärmeabgabe an die Umgebungsluft
Konduktion	Direkte Wärmeabgabe an ein anliegendes, kühleres Element

Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass diese Diplom-/ Projektarbeit von mir selbständig erstellt wurde. Das bedeutet, dass ich keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel beigezogen und keine fremden Texte als eigene ausgegeben habe. Alle Textpassagen in der Diplom-/ Projektarbeit, die wörtlich oder sinngemäss aus Quellen entnommen wurden, sind als solche gekennzeichnet.

Datum:

Unterschrift:

Veröffentlichung und Verfügungsrecht

Die Z-INA verpflichtet sich, die Diplom-/ Projektarbeit gemäss den untenstehenden Verfügungen jederzeit vertraulich zu behandeln.

Bitte wählen Sie die Art der vertraulichen Behandlung:

<input type="checkbox"/>	Veröffentlichung ohne Vorbehalte
<input type="checkbox"/>	Keine Veröffentlichung

Datum:

Unterschrift:

Bei Paararbeit Unterschrift der 2. Autorin/ des Autors:

Von der Z-INA auszufüllen:

Die Z-INA behält sich vor, eine Diplom-/ Projektarbeit nicht zur Veröffentlichung frei zu geben.

<input type="checkbox"/>	Die Diplom-/ Projektarbeit kann seitens Z-INA veröffentlicht werden
<input type="checkbox"/>	Die Diplom-/ Projektarbeit kann seitens Z-INA nicht veröffentlicht werden

Datum:

Unterschrift der Studiengangsleitung: