

**Berner Bildungszentrum Pflege,
Nachdiplomstudium HF
Anästhesiepflege S 14**

Diplomarbeit

**Post - operatives Shivering beim
Erwachsenen**

Lauber Bettina und von Ow Benjamin

Tutor / Tutorin:

Giroud Michèle

Bern, 28. August 2017

Abstract

Shivering – englisch für zittern – ist ein unwillkürliches Kontrahieren der Skelettmuskulatur und kann post-operativ nach einer Allgemein- oder Regionalanästhesie auftreten. In der Literatur wird für Shivering eine Inzidenz von 5 - 63 % angegeben (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 768). Für die Betroffenen ist es äusserst unangenehm und kann auch ernsthafte Konsequenzen nach sich ziehen. Kardial und pulmonal vorbelastete Patienten laufen Gefahr, den um ein vielfaches erhöhten Energie- und Sauerstoffverbrauch nicht kompensieren zu können. Das Zittern stellt eine Gegenreaktion des Körpers auf eine reale oder als real empfundene Abweichung der Ist-Temperatur zur Soll-Körperkerntemperatur im Hypothalamus dar. Es ist einer der Mechanismen, über den der menschliche Körper verfügt, um die Körpertemperatur konstant zu halten und entsprechend nach oben beziehungsweise nach unten zu korrigieren. Die genauen Ursachen für Shivering sind ungeklärt. Es wird vermutet, dass die anästhesiologischen Verfahren und eingesetzten Medikamente sowohl zu einer Vasodilatation als auch zu einer Veränderung der Thermoregulation im Hypothalamus führen. Der Körper verliert dadurch einerseits an Wärme und andererseits setzt er die Gegenregulation bei einer Soll-Temperatur-Abweichung erst später ein.

Diese theoriegestützte Themenbearbeitung geht der Frage nach, welche peri-operativen therapeutischen Massnahmen Shivering verhindern oder therapieren können. Sie beschränkt sich auf Erwachsene nach Allgemeinanästhesie und schliesst Kinder, Regionalanästhesien und therapeutische Hypothermien aus. Nach Eberhard et al. (2005) sind das Absinken der Körperkerntemperatur intraoperativ, ein junges Alter und eine endoprothetische Operation die drei prädisponierende Faktoren, welche Shivering voraussagen können. Für die schnelle und einfache Erfassung eines Shiverings entwickelte Badjatia et al. (2008) die Bedside Shivering Assessment Scale (BSAS). Ein Vorwärmen des Patienten von 10 Minuten verhindert das Absinken der Körperkerntemperatur während einer Operation (Bräuer et al, 2014, p. 406). Das Zuführen von Wärme mittels Wärmematte, -decke oder Infusionswärmer ist sowohl für die Prävention wie die Therapie die erste pflegerische Massnahme. In der medikamentösen Therapie gibt es eine Vielzahl an verschiedenen Substanzen, die präventiv und therapeutisch eingesetzt werden können. In dieser Arbeit werden Opiate/Opioide, α -2-Rezeptor-Agonisten, Cholinergika und sonstige Substanzen bezogen auf ihren Anti-Shivering-Effekt erläutert. In der Praxis bietet sich neben den bekannteren Medikamenten Catapresan und Pethidin auch der Einsatz von Tramadol, Urapidil und Ondansetron an.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Themenwahl / Motivation	1
1.2. Ausgangslage / Problembeschreibung	1
1.3. Fragestellung	2
1.4. Zielsetzung	2
1.5. Abgrenzung	2
1.6. Methodisches Vorgehen	3
1.7. Ethisch rechtliche Aspekte	3
2. Hauptteil	4
2.1. Grundlagen Wärmehaushalt	4
2.2. Wärmeproduktion und Wärmeabgabe	4
2.3. Auswirkungen der Anästhesie auf den Wärmehaushalt	5
2.3. Shivering	7
2.3.1. Auswirkungen Shivering auf Physiologie	7
2.4. Prädisponierende Faktoren	8
2.5. Bedside Shivering Assessment Scale (BSAS)	11
2.6. Therapie	12
2.6.1. Pflegerische Massnahmen	12
2.6.2. Medikamentöse Massnahmen	13
3. Schlussteil	16
3.1. Diskussion von Bettina Lauber	16
3.2. Diskussion von Benjamin von Ow	17
3.3. Schlussfolgerungen und Konsequenzen von Bettina Lauber	20
3.4. Schlussfolgerung und Konsequenzen von Benjamin von Ow	21
3.5. Überprüfung der Fragestellung und Zielsetzung	25
4. Literaturverzeichnis	27

1. Einleitung

1.1. Themenwahl / Motivation

Seit bald zwei Jahren arbeiten wir auf der Anästhesie. In dieser Zeit trafen wir immer wieder auf das Phänomen des post-operatives Shivering. Direkt nach dem Aufwachen noch im Ausleitungsraum begannen die betroffenen Patienten an einem Teil oder dem ganzen Körper unkontrolliert zu zittern. Sie wurden vermehrt unruhig und konnten trotz Gesprächen nicht beruhigt werden. Zusätzlich beobachteten wir weitere klinische Auswirkungen. Die Herzfrequenz stieg an und die Sauerstoffsättigung fiel ab, oftmals trotz Sauerstoffgabe. Subjektiv entstand der Eindruck, dass post-operatives Shivering unangenehm und anstrengend ist. In der Schule hatten wir das Thema kurz angesprochen, jedoch nicht genauer bearbeitet. Wir hatten gelernt, bei post-operativen Shivering warme Decken aufzulegen, Sauerstoff zuzuführen und als Medikamente Pethidin 25 mg iv. als Bolus oder Catapresan 75-150 µg iv. fraktioniert zu verabreichen. Erst als das Zittern abklang normalisierten sich die Vitalparameter, die Patienten beruhigten sich, dösten vor sich hin und konnten in den Aufwachraum verlegt werden.

Diese Situationen ließen uns mit der Frage zurück, welche therapeutischen Massnahmen effektiv bei Shivering helfen, ob sich Shivering prä-operativ voraussagen lässt und was wir intra-operativ übernehmen können, um Shivering entgegen zu wirken.

1.2. Ausgangslage / Problembeschreibung

Der Pschyrembel online definiert Shivering – englisch für Zittern – als „*früh post-operativ auftretendes unwillkürliches Muskelzittern nach Anästhesie oder [...] nach Regionalanästhesie*“ (WW1). Dieses Muskelzittern ist ein bekanntes Phänomen nach Operationen, wenn auch die Häufigkeit in der Literatur sehr unterschiedlich beschrieben wird. Die Angaben variieren von 5 bis zu 65 % (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 768). Das bedeutet jedoch, dass bis zu zwei Drittel aller Patienten nach ihrer Operation von Shivering betroffen sind.

Wie wir in der Praxis selber feststellen konnten, wird das Zittern von den Patienten als ausgesprochen unangenehm empfunden. Darüberhinaus ist Shivering medizinisch von Bedeutung, da es beträchtliche physiologische Auswirkungen nach sich zieht. Im Shivering wird der Metabolismus des Körpers bis zu 600 % gesteigert (Hofman&Hamner, 2015, p. 37). Das Zittern der Muskeln erhöht den Verbrauch an Sauerstoff und Energie, so dass es zu Hypoxie, erhöhter Kohlendioxid-Produktion, Laktatazidose und vermehrter körpereigenen

Katecholaminausschüttung kommen kann. Gerade für vorerkrankte Patienten können diese Auswirkungen gefährlich werden und Komplikationen verursachen (Kierschke et al, 2012, p. 750).

Da Shivering mit diesen post-operativen Risiken verbunden ist, sehen wir es als relevant, der Frage nachzugehen, wie post-operatives Shivering entsteht, welche Patienten besonders gefährdet sind und welche Massnahmen und Interventionen uns zur Verfügung stehen, den Patienten schnell zu helfen und Folgeschäden zu vermeiden.

1.3. Fragestellung

Welche peri-operativen therapeutischen Massnahmen wirken einem post-operativen Shivering beim Erwachsenen entgegen?

1.4. Zielsetzung

- Die Physiologie des menschlichen Wärmehaushaltes und die Pathophysiologie des post-operativen Shivering werden beschrieben.
- Die negativen Auswirkungen des post-operativen Shiverings auf den menschlichen Organismus werden dargelegt.
- Mögliche Prädiktoren eines post-operativen Shiverings werden beschrieben.
- Die therapeutischen Massnahmen und ihr Einsatz werden ausgewertet. Daraus werden Konsequenzen für den Klinikalltag abgeleitet.

1.5. Abgrenzung

In unserer Arbeit beschränken wir uns auf das Auftreten von Shivering beim Erwachsenen nach elektiven Eingriffen in Allgemeinanästhesie sowohl mit intravenösen Anästhetika und volatilen Anästhetika. Nicht berücksichtigen werden wir Kinder, Notfallpatienten, Patienten mit gestörter Temperaturregulation, Patienten unter Regionalanästhesie und Shivering im Zusammenhang einer therapeutischen Hypothermie. Bei den Medikamenten werden wir uns auf ihre Wirkung bezüglich des Shiverings beschränken und nicht auf die pharmakologischen Eigenschaften eingehen.

1.6. Methodisches Vorgehen

Zur Bearbeitung der Fragestellung stützen wir uns auf verschiedene literarische Quellen. Es handelt sich somit um eine theoriegestützte Themenbearbeitung. Die Literaturrecherche erfolgte im Februar 2018 bis Juni 2018 über den IDS-Katalog Basel/ Bern. Wir recherchierten einerseits Fachbücher zum Wärmehaushalt und andererseits Studien und Reviews zu Shivering. In den Datenbanken bibnet.org, CINAHL, Cochrane Library und PubMed suchten wir mit den folgenden Schlagwörtern: Shivering, post-operativ, Wärmehaushalt, postanaesthetic. Der umfassendste Artikel zu Shivering verfasst von Schäfer&Kunitz erschien 2002 in der Zeitschrift „der Anästhesist“ vom Springer-Verlag. Die entscheidendste Studie zu den Risikofaktoren für Shivering stammt von Eberhard et al. aus dem Jahr 2005. Viele der für die Arbeit verwendeten Untersuchungen und Studien sind deutlich älter als 5 Jahre da es keine aktuelleren Daten gibt. Zur medikamentösen Therapie fanden wir neuere Reviews, welche die zitierten älteren Ergebnisse bestätigen.

1.7. Ethisch rechtliche Aspekte

Eine Anonymisierung ist aufgrund der theoriegestützten Art der Arbeit nicht nötig. Zur besseren Lesbarkeit verwenden wir durchgehend die männliche Form, dennoch beziehen wir alle Angaben auf beide Geschlechter.

2. Hauptteil

2.1. Grundlagen Wärmehaushalt

Menschen sind homoiotherme Lebewesen, was bedeutet, dass die Körperkerntemperatur unabhängig von der Umgebungstemperatur ist (Huch&Jürgens, 2007, p.9-10). Die normale Körperkerntemperatur beträgt beim gesunden Erwachsenen $36.8 \pm 0.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Kierschke et al, 2012, p. 746). Um diese konstant zu halten, messen Rezeptoren in der Haut, im Rückenmark und im Hypothalamus die Ist-Temperatur und vergleichen sie fortlaufend mit der Soll-Temperatur. Die $0.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Abweichungsspielraum stellen die „Neutralzone“ dar, in welcher der Ist- mit dem Soll-Wert übereinstimmt. Erkennt die Thermoregulation eine Abweichung der Neutralzone, greift der Körper mit Wärmeproduktion mittels Muskelkontraktion und Vasokonstriktion oder Wärmeabgabe mittels Vasodilatation und Schwitzen ein (Kierschke et al, 2012, p. 746).

2.2. Wärmeproduktion und Wärmeabgabe

Der menschliche Stoffwechsel wandelt Energie und Sauerstoff zu Wärme und Kohlendioxid. Der sogenannte „Grundumsatz“ definiert diejenige Menge Energie, die der menschliche Organismus braucht, um die Funktion der Organe aufrecht zu erhalten (Kierschke et al, 2012, p. 746). Um sich vor Wärmeverlust zu schützen, reagiert der Körper bei Kälte mit einer verminderten Hautdurchblutung durch Vasokonstriktion und behält dadurch die Wärme zentral beim Körperkern und gibt sie nicht in die Peripherie ab (Huch&Jürgens, 2007, p. 9). Zusätzlich kann der Körper erst durch willkürliche Muskelbewegungen - körperliche Anstrengung - und weiter durch unwillkürliche Muskelbewegungen - Shivering - zusätzlich Wärme produzieren (Wirthmüller, 2017, p. 8). Im Gegenzug lassen bei Hitze Vasodilatation und Schwitzen vermehrt Wärme in die Peripherie strömen (Kierschke et al, 2012, p. 746).

Die Wärmeabgabe erfolgt über die Haut mittels der Vorgänge Konvektion, Konduktion, Radiation und Evaporation (Kierschke et al, 2012, p. 746). Konvektion ist der Wärmetransport durch ein „bewegtes Medium“, wie die Umgebungsluft oder Blut (Kierschke et al, 2012, p. 746). Dagegen erfolgt die Wärmeabgabe bei der Konduktion über ein „ruhendes Medium“ (Kierschke et al, 2012, p. 746). Radiation ist die Wärmeabgabe in Form von Wärmestrahlung. Bei der Evaporation schlussendlich verliert der Körper Wärme durch Verdunstung. Die Energie wird von einer Flüssigkeitsoberfläche an ein Gas abgegeben (Kierschke et al, 2012, p. 746).

Aus dem Klinikalltag können als Beispiel für die Konvektion der Wegtransport der warmen Luftschicht von der Haut des Patienten durch den kalten Luftstrom der Lüftung im Operationssaal angegeben werden. Als Beispiel für die Konduktion dient die Wärmeabgabe vom Patienten zum Operationsstisch (Kierschke et al, 2012, p. 746). Das Temperaturgefälle zwischen Körpertemperatur des Patienten und Umgebungstemperatur des Operationssaal führt zu einem Wärmeverlust durch Radiation und die Evaporation entzieht dem Körper Wärme durch Verdunstungskälte bei Schweiß auf der Haut oder einem eröffneten Abdomen (Kierschke et al, 2012, p. 746).

2.3. Auswirkungen der Anästhesie auf den Wärmehaushalt

Eine Anästhesie greift auf verschiedene Weise in den natürlichen Wärmehaushalt ein. Je nach Art der Anästhesie fällt der Effekt unterschiedlich stark aus. Wie weiter unten noch genauer beschrieben, führen viele der verwendeten Medikamente zu einer ausgeprägten Vasodilatation (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 772). Der Tonus der Gefäße im Körper erschlafft, mehr warmes Blut gelangt von der Körpermitte in Arme und Beine, verliert Wärme und fließt kalt zurück in die Körpermitte. Dies führt zu einer Wärmeumverteilung und zu einem Absinken der Körperkerntemperatur (Schäfer&Kunitz, 2002, p.773). Unter Anästhesie bleibt die physiologische Reaktion des Regelkreises der Thermoregulation auf die tiefere Körpertemperatur aus. Anstatt bei einer Temperaturabweichung von 0.4 °C des Soll-Werts mit einer peripheren Vasokonstriktion gegenzusteuern, reagiert der Hypothalamus erst ab einer Körpertemperatur von 34 °C. Die Neutralzone der Thermoregulation verzehnfacht sich von 0.4 °C auf 4 °C (Kierschke et al, 2012, p.747).

Bereits Medikamente zur Prämedikation haben einen Einfluss auf den Wärmehaushalt. Die Einnahme eines Benzodiazepins oder Neuroleptikums senkt zwar mittels Vasodilatation die Körperkerntemperatur vor Beginn der Operation. Wie weiter unten erläutert führt das kleinere Temperaturgefälle zwischen Körperkerntemperatur und Umgebungstemperatur zu einem geringeren Wärmeverlust intra-operativ (Toyota et al, 2001, zitiert in Kierschke et al, 2012, p. 747). Clonidion als Prämedikation prä-operativ greift in die Thermoregulation ein und verändert die Neutralzone (Kierschke et al, 2012, p. 747). Ebenso können Medikamente, welche die Patienten unabhängig von der Anästhesie einnehmen, einen Einfluss auf den Wärmehaushalt haben. Während die kontinuierliche Einnahme gewisser Antidepressiva einen Temperaturabfall intra-operativ reduziert, führt die Einnahme gewisser Antipsychotika gerade zu einem verstärkten Abfall der Körperkerntemperatur (Kierschke et al, 2012, p. 747).

Die Medikamente zur Induktion der Anästhesie haben einen unterschiedlich ausgeprägten Effekt auf die Thermoregulation. Während Thiopental kaum Einfluss auf die Steuerung des

Wärmehaushalt hat, führt Propofol zu einer ausgeprägten Vasodilatation und einer wie oben beschriebenen Wärmeumverteilung und Senkung der Körpertemperatur. Ketamin hat durch seine pharmakologischen Eigenschaften den gegenteiligen Effekt. Die Aktivierung des Sympathikus und die dadurch vermehrte Ausschüttung von Noradrenalin führen zu einer Verengung der Gefässe und die Kerntemperatur bleibt konstant (Ikeda et al, 2001, zitiert in Kierschke et al, 2012, p. 747).

Auch der Unterhalt der Anästhesie beeinflusst den Temperaturhaushalt. Inhalative Anästhetika führen weniger zu Vasodilatation und Wärmeumverteilung als Propofol, dafür greifen sie stärker in die Thermoregulation im Hypothalamus ein (Kierschke et al, 2012, p. 747). Die Erweiterung der Neutralzone und die damit verbundene unterdrückte Gegenregulation führt wie beschrieben zu einer Wärmeumverteilung und einem Wärmeverlust.

Auch wenn wir in unserer Arbeit nicht weiter auf den Effekt der Regionalanästhesien in Bezug auf Shivering eingehen, soll hier erwähnt werden, dass Lokalanästhetika eine Blockade der Nervenfasern verursachen. Die daraus folgende Sympathikolyse führt zu einer Gefässerweiterung im anästhesierten Gebiet und damit zu einer vermehrten Wärmeabgabe. Ebenso beeinflusst die Blockade der afferenten (sensorischen) Nervenbahnen die zentrale Regulation der Temperatur. Die fehlende sensorische Rückmeldung der Rezeptoren wird im Hypothalamus als wärmer interpretiert als die effektiv vorherrschende Temperatur in dieser Körperregion. Je zentraler die Blockade, desto grösser ist die Auswirkung auf die Wärmeregulation. Umso wichtiger ist es zu bedenken, dass bei der Kombination von Allgemein- und Regionalanästhesien sich die Auswirkungen auf die Körpertemperatur potenzieren (Kierschke et al, 2012, p. 747).

Weitere Faktoren tragen zum Wärmeverlust bei. Durch die Beatmung kann ein Patient Wärme über die Ausatmung verlieren. Dieser Verlust wird verhindert, indem die Atemluft über den Respiator angewärmt und befeuchtet wird. Dies ist heute in der Anästhesie Standard. Kalte beziehungsweise nicht gewärmte Infusion- und Spüllösungen lassen die Körpertemperatur durch Konvektion abfallen. Als Annäherungsformel nennen Kierschke et al. (2012, p. 748), dass circa 50 ml Flüssigkeit bei Raumtemperatur pro kg Körpergewicht die Körpertemperatur um etwa 1 °C herabsetzt. Schlussendlich hat auch die Umgebungstemperatur einen Einfluss. Je grösser der Temperaturgradient, das heisst die Differenz zwischen der Umgebungstemperatur und der Körperkerntemperatur, umso ausgeprägter ist der Verlust (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 774).

Die Anästhesie hat daher einen unumgänglichen Einfluss auf die Körpertemperatur und deren Steuerung. Sessler (2000, zitiert in Kierschke et al, 2012, p. 748) hat in einer Untersuchung gezeigt, dass während der ersten Stunde der Anästhesie die Körpertemperatur bis um 1.6 °C

abfällt. In den weiteren Stunden nimmt die Temperatur um weitere 1.1 °C ab und stagniert dann in einer Plateauphase auf tiefem Niveau.

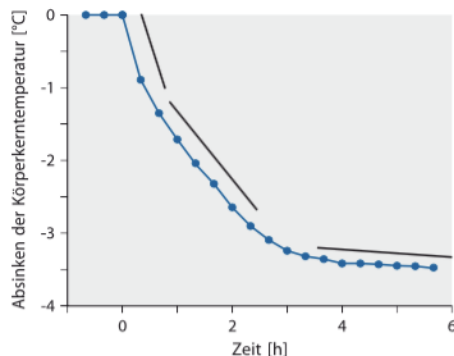


Abb1: Hypothermieverlauf während einer Allgemeinanästhesie (Kierschke et al, 2012, p. 748)

2.3. Shivering

Shivering ist eine natürliche, physiologische Antwort auf eine kontinuierliche Kältestimulation (Presciutti et al, 2012, p. 35). Wird dem Hypothalamus kontinuierlich über die Thermorezeptoren Werte unter dem Soll-Wert zurückgemeldet, aktiviert die Thermoregulation motorische Neurone, welche das Zittern - Shivering - auslösen. Shivering ist ein unwillkürlicher, rhythmischer Tremor vor allem der Skelettmuskulatur (Oszillation). Dies dient wie oben beschrieben der Wärmeproduktion. Dieser Mechanismus wird aktiviert, wenn die Körperkerntemperatur ca. 1 °C unter den Sollwert der Vasokonstriktion, der Neutralzone von 36.8 +/- 0.4 °C abgesunken ist (Presciutti et al, 2012, p. 35).

2.3.1. Auswirkungen Shivering auf Physiologie

Shivering resultiert aus einer stark verstärkten Muskelaktivität. Dies ist nicht nur äußerst unangenehm für die Betroffenen, es kann auch weitreichende Auswirkungen auf den gesamten Organismus haben (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 774).

Das Zittern der Muskeln führt zu einem gesteigerten Metabolismus. Der Energieverbrauch nimmt zu. Um diese Energie bereit zu stellen, muss das Herz mehr leisten. Der Blutdruck steigt, der Gefäßtonus wird verstärkt. Schäfer&Kunitz (2002, p. 775) zitieren eine Studie aus dem Jahr 1995, die aufzeigt, dass nicht-gewärmte Patienten höhere Noradrenalin-Werte im Blut hatten als gewärmte Patienten. Zur Energiegewinnung greift der Körper auf Eiweiss zurück, was zu metabolischen Veränderungen führt. Gleichzeitig steigt der Sauerstoff-Verbrauch bis auf das vierfache des Ausgangswertes. Der Körper reagiert darauf mit einer vermehrten Atemtätigkeit. Das Atemminutenvolumen steigt bis zu 30 l/min. Bei Shivering kann die Sauerstoffsättigung in der Körperperipherie auch bei nicht vorbelasteten Patienten unter

80 % fallen (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 775). Schlussendlich führt der erhöhte Energieverbrauch zu einer vermehrten Produktion von Kohlendioxid. Aus diesen drei Hauptnebenwirkungen lässt sich ableiten, dass Shivering wie im Folgenden für gewisse Patienten gefährlich werden kann.

Patienten mit einer koronaren Herzkrankheit sind einem erhöhten Risiko für Myokardischämie ausgesetzt. Patienten, die an einer Herzinsuffizienz leiden, laufen Gefahr zu dekomensieren. Das Risiko für post-operative ventrikuläre Tachykardien ist bei nicht-gewärmten kardial vorbelasteten Patienten verdoppelt (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 775).

Patienten mit einer respiratorischen Vorerkrankungen können eventuell die vermehrte Atemarbeit nicht aufbringen und sind von einem noch deutlicheren Sättigungsabfall bedroht.

Der intraokulare Druck steigt während des Shivering. Dies sollte bei Augenoperationen berücksichtigt werden, da es das Operationsresultat beeinträchtigen kann. Des weiteren gibt es Berichte über eine Erhöhung des intrakraniellen Druckes bei neurochirurgischen Patienten (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 775).

Durch die erhöhte unwillkürliche Muskelaktivität können post-operative Schmerzen begünstigt, wenn nicht sogar intensiviert werden. Schlussendlich kann auch die Patientensicherheit beeinträchtigt sein, da es zu Fehlmessungen bei der nicht-invasiven Überwachung kommen kann, wie zum Beispiel Artefakte im EKG, Ausfälle der Sauerstoffsättigungsmessung und verfälschte Blutdruckmesswerte (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 775).

2.4. Prädispositionierende Faktoren

Eberhard et al. (2005) suchten nach Faktoren, welche einen Hinweis liefern könnten, welche Patienten für post-operatives Shivering gefährdet sind. Alle Patienten, die in der Studie berücksichtigt wurden, erhielten eine Allgemeinanästhesie und waren vor der Intervention im normothermen Bereich. Nach dem Studienprotokoll wurden die Studienteilnehmer nach ihren biometrischen Daten, der Art der Operation und der vorbestehenden und bei Operation verwendeten Medikamente beurteilt. Die Operationssäle wiesen eine Standardtemperatur von 20-21 °C auf, wenn nötig durften die Patienten aktiv gewärmt werden. Nach dem Eingriff massen die Forscher die Körpertemperatur und beurteilten das Auftreten von Shivering bis eine Stunde post-operativ nach der Shivering Skala von Crossley und Mahajan (Eberhard et al, 2005, p. 1850).

Table 1. The shivering classification.

Grade	Description
0	No shivering.
1	No visible muscle activity, but one or more of piloerection, peripheral vasoconstriction or peripheral cyanosis (other causes excluded).
2	Muscular activity in only one muscle group.
3	Moderate muscular activity in more than one muscle group, but not generalised shaking.
4	Violent muscular activity that involves the entire body.

Abb2 : Shivering Classification

(Crossley, A.W.A. & Mahajan, R.P, 1994, p. 205)

Crossley (1992) hatte vor über 20 Jahre eine ähnliche Untersuchung durchgeführt und gab mehrere Faktoren an, welche das Auftreten von Shivering beeinflussen und andere Faktoren, die Shivering eher verhindern. Eberhard et al. führen in ihrer Studie an, dass seither keine Untersuchung durchgeführt wurde, um diese Faktoren zu bestätigen oder einzugrenzen. Nach Crossley (1992, zitiert in Eberhard et al, 2005, p. 1854) begünstigen eine lange Operationsdauer, männliches Geschlecht, anticholinerge Prämedikation, Spontanatmung, eine hohe ASA-Klassifikation, Allgemeinanästhesie, orthopädische Eingriffe und Bluttransfusion das Auftreten von Shivering, wogegen die Gabe von Propofol, Morphin und Alfentanil sowie ein höheres Patientenalter mit einem reduzierten Auftreten von Shivering verbunden ist. Obwohl Propofol wie oben beschrieben eine verstärkte Vasodilatation bewirkt und dadurch zu einem Wärmeverlust führt, scheinen die pharmakologischen Eigenschaften einen protektiven Effekt bei Shivering zu besitzen.

In ihrer Analyse verwarfen Eberhard et al. die von Crossley eruierten Faktoren und stellten selber 26 verschiedene Variablen fest, für die sie einen Einfluss auf das Shivering feststellen konnten. 23 davon erwiesen sich als statistisch zu wenig aussagekräftig. Die restlichen drei Faktoren zeigten dagegen eine umso grössere Aussagekraft: Alter des Patienten, endoprothetische Operation und Körperkerntemperatur.

Das **Alter** wiederum war dabei der wichtigste Risikofaktor, war er doch für 70 % der Aussagekraft des Modells verantwortlich (Eberhard et al, 2005, p. 1854). Je jünger die Patienten, umso höher war die Inzidenz für Shivering. Dementsprechend scheinen ältere Patienten vor Shivering geschützt zu sein. Es ist umstritten, welche Gründe dafür verantwortlich sind. Studien zeigen einen Zusammenhang zwischen einer regelmässigen Medikamenteneinnahme und einem protektiven Effekt für Shivering (Eberhard et al, 2005, p. 1854). Ältere Patienten nehmen statistisch öfter regelmässig Medikamente ein als jüngere Patienten. Ebenso korreliert eine höhere ASA-Klassifizierung mit einem fortgeschrittenen Alter.

Der zweite Faktor ist eine **orthopädische endoprothetische Operation**. Wieso es zu einem vermehrten Shivering nach diesen Eingriffen kommt, ist unklar. Die Verwendung von Knochenzement scheint dabei eine Rolle zu spielen. Eberhard et al. (2005, p. 1855) zitieren

eine Untersuchung von Miyaguchi et al., die herausfanden, dass Knochenzement die Ausschüttung von Cytokinen und Interleukinen stimuliert, welche in die Sollwerteneinstellung der Thermoregulation eingreifen.

Nach Eberhard et al. (2005, p. 1854) hat die **Körperkerntemperatur** im Vergleich zu den anderen beiden Faktoren, insbesondere dem Alter, den kleinsten Einfluss auf die Ausbildung von post-operativem Shivering. Wie in den Auswirkungen der Anästhesie auf den Wärmehaushalt beschrieben, kommt es in der ersten Stunde nach Induktion zu einer Wärmeumverteilung vom Körperkern zur Peripherie, was zur Antwort des Körpers der Vasokonstriktion führt. Nach Eberhard et al. ist die Körperkerntemperatur zu 80 % und Hautoberflächentemperatur zu 20 % für die Vasokonstriktion verantwortlich. Da oftmals nur schon das Auflegen von warmen Decken Shivering zu stoppen vermag, könnte angenommen werden, dass die Hautoberflächentemperatur kausativ auf Shivering wirkt. Dies konnte von Eberhard et al. (2005, p. 1855) jedoch nicht nachgewiesen werden. In ihrer Studie fanden Eberhard et al. nur für die Körperkerntemperatur in der multifaktoriellen statistischen Berechnung einen Zusammenhang zwischen Körperkerntemperatur und Shivering. Die Ungenauigkeit und die grossen Unterschiede in den Messmethoden der Temperatur limitieren dabei die Aussagekraft. Klar nachzuweisen war jedoch, dass Patienten mit einer Körperkerntemperatur unter 36 °C länger shiverten als Patienten, die wärmer waren (Eberhard et al, 2005, p. 1855).

Eberhard et al. (2005, p. 1856) weisen zum Abschluss ihrer Studie darauf hin, dass der Zusammenhang zwischen Shivering und post-operativen Infektionen nicht untersucht wurde. Auch ohne Infektzeichen treten gehäuft erhöhte Körperkerntemperaturen in den ersten 24 Stunden nach einer Operation auf. Es bleibt die Frage, ob bei normothermen Patienten Shivering auftritt, weil durch die Operation eine Verstellung der körpereigenen physiologischen Temperaturregulation auch ohne Infekt ausgelöst wird (Eberhard et al, 2005, p. 1855).

Auch die in der Anästhesie verwendeten Medikamente können Shivering begünstigen. Während Propofol pharmakologisch eine protektive Wirkung aufweist, tritt Shivering deutlich häufiger mit volatilen Anästhetika auf, insbesondere bei Isofluran und Lachgas (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 773). Sessler (2016, p. 42) und Hoshijima et al. (2016, p. 300) zeigten, dass die Gabe von Remifentanil unabhängig von der Dosierung vermehrt zu Shivering führt, im Gegensatz zu anderen Opiaten wie Fentanyl, Alfentanil und Sufentanil. Für die besondere Stellung von Remifentanil unter den Opiaten wird von den oben zitierten Forschern die kurze Stimulation der μ -Rezeptoren durch die ultrakurze Halbwertszeit als Ursache diskutiert.

2.5. Bedside Shivering Assessment Scale (BSAS)

Score	Type of shivering	Location
0	None	No shivering is detected on palpation of the masseter, neck, or chest muscles
1	Mild	Shivering localized to the neck and thorax only
2	Moderate	Shivering involves gross movement of the upper extremities (in addition to neck and thorax)
3	Severe	Shivering involves gross movements of the trunk and upper and lower extremities

^a Data from Badjatia et al.⁶

Abb3 : Bedside Shivering Assessment Scale (Badjatia et al, 2008, zitiert in Presciutti et al, 2012, p. 41).

Das oben genannte Assessment ist ein evidenzbasiertes Instrument zur Erfassung von Shivering entwickelt von Badjatia et al (2008). Während Crossley (1992) in seinem Assessment fünf Stufen definiert, beschränken sich Badjatia et al. auf vier Stufen. Das Assessment soll helfen, Patienten mit Shivering schnell zu identifizieren, und somit eine frühe Intervention einzuleiten, um die Nebenwirkungen – gesteigerter Energieverbrauch, gesteigerter Sauerstoffverbrauch und gesteigerte Kohlendioxidproduktion – von Shivering so gering wie möglich zu halten (Pat, 2013, p. 76). Presciutti et al. (2012, p. 36) fanden heraus, dass sich die genannten Nebenwirkungen am deutlichsten bei einer Ausbreitung des Shiverings von BSAS Score 2 zu BSAS Score 3 verschärfen. So steigt beispielsweise der Energieverbrauch im Shivering um 62 %, was einer Steigerung des Kalorienbedarf von 2303 kcal pro Tag zu 3686 kcal pro Tag darstellt.

Olsen et al. überprüften die Bedside Shivering Assesment Scale 2013 und kamen zur Konklusion, dass der Bedside Shivering Test ein gutes und aussagekräftiges Instrument ist, um die unterschiedlichsten Patienten realistisch einzuschätzen. Das Assessment-Protokoll sieht vor, dass die Pflegenden den Patienten für zwei Minuten zu überwachen. Der Fokus sollte dabei auf der klinischen Einschätzung, durch taktile Berührung am Nacken, Thorax, Armen und Beinen und der visuellen Inspektion sein (Olsen et al, 2013, p. 71).

Keiner der Autoren beschreibt, welche Therapie für die verschiedenen Stufen des Shiverings angewendet werden soll. Presciutti et al. (2012, p. 36) erwähnen lediglich, dass ab Stufe 1 therapeutische Massnahmen ergriffen werden sollten, um Shivering zu reduzieren.

2.6. Therapie

Vorsorge ist besser als Nachsorge. Dies bedeutet, dass die Anästhesieführung schon von Anfang an so geplant werden sollte, dass am Ende gar keine Therapieintervention durchgeführt werden muss (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 776).

2.6.1. Pflegerische Massnahmen

Wie die Studie von Bräuer et al. (2014) zeigt, reicht ein Vorwärmen, Prewarming, von 10 Minuten aus, um das rasche Absinken der Körperkerntemperatur während der Einleitung zu unterbinden. Optimalerweise wird der Patient schon beim Eintreffen in die Einleitung und vor dem Sicherheitscheck des Time-Out bewusst gewärmt. Wenn eine Wärmematte vorhanden ist, sollte diese als erstes eingeschaltet werden. Dadurch lässt sich die Zeit bis zur effektiven Einleitung vollständig ausnützen und der Patient erhält ca. 10 Minuten ein Prewarming. Eine Alternative zur Wärmematte sind Wärmedecken oder Wärmeluftdecken. Zusätzlich könnte das Prewarming in der Wartezone schon vorab durchgeführt werden (Bräuer et al, 2014, p. 406-412).

Die Temperatur im Operationssaal sollte nach Möglichkeit bei ca. 21 °C liegen. Genauso sollte auf die Raumtemperatur in der Einleitung und im Aufwachraum geachtet werden. Nasse Tücher führen zu Verdunstungskälte und sollten nicht auf dem Patienten liegen bleiben (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 776).

Wärmeluftdecken sind die einfachste und effektivste Methode den Patienten intra-operativ zu wärmen. Wärmeluftdecken sind in diversen Grössen und Formen erhältlich (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 777). Sie haben mehrere Vorteile: die Luft zirkuliert in der Decke und wird somit konstant gewärmt, gleichzeitig ist der Patient zugedeckt. Die Körpertemperatur des Patienten muss kontinuierlich monitorisiert werden, um eine Überhitzung zu verhindern.

Verbrennungsgefahr besteht bei dieser Methode kaum (Kierschke et al, 2012, p. 751-752).

Der Effekt der Wärmematte ist umstritten. Da der Patient auf dieser draufliegt, wird je nach Körpergewicht die Wärmezufuhr unterbrochen. Die Gefahr der Überhitzung steigt dadurch, dass der Patient sich nicht aktiv bewegen kann (Schoser et al, 2000, p. 83). Die Wärmematte hat auch seine Vorteile: sie kann vorab eingeschaltet werden und ist somit warm, wenn der Patient eintrifft. Da sie unter dem Patienten liegt behindert sie die Anästhesieeinleitung nicht (Bräuer et al, 2014, p. 412).

Intra-operativ empfiehlt sich bei grossen Infusionsmengen, beziehungsweise bei der Gabe von Blutprodukten, ein Gerät zu benutzen, welches die Flüssigkeiten gewärmt dem Patienten infundiert (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 776).

2.6.2. Medikamentöse Massnahmen

Vielen Wirkstoffen konnte in Studien ein Anti-Shivering-Effekt nachgewiesen werden, auch wenn die genaue Wirkweise oftmals unerklärt bleibt (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 777). Es finden sich Studien zu präventiver und/oder therapeutischer Wirkung bei Shivering unter anderen zu Tramadol, Pethidin, Morphin, Fentanyl, Alfentanil, Nalbuphin, Clonidin, Dexmedetomidin, Physostigmin, Urapidil, Ketamin, Ketanserin, Doxapram und Ondansetron - ohne eine vollständige Aufzählung vornehmen zu wollen. Die Medikamente lassen sich in folgende Gruppen einteilen: Opiate/Opioide, α -2-Rezeptor-Agonisten, Cholinergika und sonstige Substanzen. Im Folgenden wird auf die wichtigsten und im Alltag relevantesten Medikamente genauer eingegangen. Die Literaturangaben zu den einzelnen Wirkstoffen beziehen sich teilweise auf ältere Untersuchungen. Neuere zusammenfassende Reviews von Golembiewski (2015) und Park et al. (2012) bestätigten die Einzelergebnisse.

2.6.2.1. Opiate/ Opioide

Obwohl auch Morphin, Alfentanil und Fentanyl einen Anti-Shivering-Effekt aufweisen (Hoffman&Hamner, 2015, p. 38 und Schäfer&Kunitz, 2002, p. 778), ist doch der grösste Effekt bei Pethidin, Nalbuphin und Tramadol zu verzeichnen. Physiologisch scheint dafür die stärkere Affinität zum κ -Opioid-Rezeptor den Ausschlag zu geben.

Pethidin scheint zusätzlich zur Affinität zum μ -Opioid-Rezeptor eine Wirkung auf α -2-Adrenorezeptoren zu haben. Schäfer&Kunitz (2002, p. 779) geben basierend auf weiteren Studien eine Dosierungsempfehlung von 0.25 – 0.5 mg kg⁻¹ KG iv. und die Hälfte der initialen Dosis bei ausbleibender Wirkung.

Nalbuphin ist ebenfalls κ -Rezeptor agonistisch und im Gegensatz zu Pethidin μ -Rezeptor antagonistisch. Nach Schäfer&Kunitz (2002, p. 779) sollen 0.1 – 0.2 mg kg⁻¹ KG iv. gegeben werden.

Tramadol hat eine tiefere Bindung an die Opiat-Rezeptoren, verhindert jedoch die Wiederaufnahme von Noradrenalin und scheint wie Pethidin eine Wirkung auf α -2-Adrenorezeptoren zu haben (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 779). Die Studie von Mohta et al. (2009) zeigt, dass die iv.-Dosierung von Tramadol von 2 – 3 mg kg⁻¹ KG bei Beginn des Wundverschlusses eine gute Prävention von Shivering bewirkt. Zusätzlich ist der Patient gut gegen post-operative Schmerzen abgedeckt, ohne sediert zu sein (Mohta et al, 2009, p. 141-145).

2.6.2.2. α -2-Rezeptor-Agonisten

α -2-Rezeptor-Agonisten gehören zu den Sympatholytika und haben unterschiedlich ausgeprägte periphere und zentrale Wirkungen.

Clonidin erregt vor allem α -2-Rezeptoren im Zentralnervensystem. Es führt nach einem initialen Blutdruckanstieg zu Blutdruckabfall und Bradykardie. Es hat eine co-analgetische und sedative Wirkung. Der Anti-Shivering-Effekt scheint in der Sollwertsenkung der Thermoregulation zu beruhen. Die Wirkung ist abhängig von der Dosierung. Nach Schäfer&Kunitz (2002, p. 778) vermag eine Dosis von 75 μ g bis 150 μ g Clonidin iv. ein Shivering innerhalb von 2-3 Minuten zu beenden. Kranke et al. (2004, p. 724) haben verschiedene Studien ausgewertet und gezeigt, dass die beste prophylaktische Wirkung mit Clonidin durch eine Gabe von mindestens 140 μ g iv. während der Einleitung oder intra-operativ erreicht wurde.

Dexmedetomidin ist ein hochselektiver α -2-Rezeptoren-Agonist und führt zu Sedation, Analgesie und Anxiolyse (Hoffman&Hamner, 2015, p.38). Auch hier scheint der Anti-Shivering-Effekt auf der Sollwertverstellung der Thermoregulation und der Senkung der Schwelle peripherer Vasokonstriktion zu beruhen. Nach Hoffman&Hamner (2015, p. 38) reicht ein Bolus von 0.75 – 1 μ g kg^{-1} KG iv. intra-operativ bis 30 Minuten vor dem Ende der Operation, um Shivering effektiv zu verhindern ohne eine Bradykardie zu verursachen.

2.6.2.3. Cholinergika

Schäfer&Kunitz (2002, p. 779) zitieren eine ältere Studie von Horn et al. aus dem Jahre 1998, die Physostigmin einen deutlich hemmenden Effekt auf das Auftreten eines Shiverings zeigen konnte. Schäfer&Kunitz sehen darin einen Hinweis, dass Physostigmin durch die Stimulation der Hypothalamus-Nebennieren-Achse und der Ausschüttung von Vasopressin, Adrenalin und Noradrenalin in die Thermoregulation miteingreift. Für diese These spricht auch, dass nach der Prämedikation mit Anticholinergika Shivering vermehrt auftritt (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 779).

2.6.2.4. Sonstige Substanzen

Ketamin ist ein NMDH-Rezeptorantagonist mit anästhetischer und analgetischer Wirkung bei erhaltenen Schutzreflexen. Studien haben gezeigt, dass eine Ketamingabe von 0.5 mg kg^{-1} KG iv. Shivering vermeiden kann (Kose et al, 2008, p. 120). Weiter zeigt die Gabe von Ketamin 0.5 – 0.75 mg kg^{-1} KG iv. als Therapie bei bestehendem Shivering eine schnellere

Wirkung in den ersten vier Minuten des Ereignisses als die Gabe von Pethidin 25 mg iv. (Kose et al, 2008, p. 121). Die Studienteilnehmer berichteten jedoch über unangenehme Veränderungen der Körperwahrnehmung. Diese Ketamin-assoziierte Nebenwirkungen limitieren den Einsatz von Ketamin.

Urapidil ist ein Sympatholytikum und besitzt durch eine α -Rezeptorenblockade eine blutdrucksenkende Wirkung. Fritz et al. (2001, p. 406-409) zeigten in ihrer Studie, dass eine Gabe von 25 mg iv. Urapidil Shivering deutlich lindern konnte. Dagegen hatte die prophylaktische Gabe von $0.2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ KG}$ iv. keine Wirkung. Die Verwendung von Urapidil ist besonders bei denjenigen Patienten von Interesse, welche post-operative hypertensive Blutdruckwerte aufweisen, und bei denen auf die Gabe von Opiaten aufgrund einer drohenden Atemdepression verzichtet werden möchte.

Ondansetron ist ein 5HT₃-Antagonist, welcher vorwiegend als Antiemetikum eingesetzt wird, und welches zusätzlich Anti-Shivering-Eigenschaften besitzt. Interessant für die Prävention von Shivering ist eine Studie von Powell et al. (2000, p. 1423). Die Forscher zeigten, dass die Gabe von 4 mg und noch deutlicher 8 mg Ondansetron iv. vor der Einleitung die Inzidenz von Shivering deutlich senkt. Auffallend war dabei, dass in der Studie sowohl die Placebogruppe als auch die Ondansetrongruppe den gleichen intra-operativen Verlauf der Körperkerntemperatur verzeichnete. Ondansetron kann also auch bei Patienten, die intra-operativ hypotherm waren, Shivering vermeiden.

3. Schlussteil

3.1. Diskussion von Bettina Lauber

Post-operatives Shivering ist und bleibt ein gängiges Thema in der Anästhesie. Trotz neuerer Studien wurde noch keine optimale Prävention und kein Therapiekonzept gegen post-operatives Shivering gefunden. Jedoch zeigt uns die Studie von Eberhard et al. (2005) prädisponierende Faktoren, die uns in der Praxis teilweise unbekannt sind, auf. Vor allem die drei Hauptfaktoren: Alter des Patienten, endoprothetische Operation und die Körperkerntemperatur werden falsch eingeschätzt. Oftmals werden in der Praxis ältere Patienten in der Einleitung und intra-operativ mittels Warmluftdecke oder Wärmematte früher gewärmt als jüngere Patienten. Obwohl gemäss Eberhard et al, jüngere, gesündere Patienten eher zu post-operativem Shivering neigen. Über die Gründe, kann nur spekuliert werden. Auch das bei endoprothetischen Operationen, wie beispielsweise bei Hüft- oder Knieprothesen, vermehrt Shivering auftritt, konnte bisher nicht geklärt werden. Eberhard et al. (2005, p. 1855) vermuten, dass durch das Zementieren eine Art Abwehrmechanismus ausgelöst wird, der zu einer Interleukin – Ausschüttung führt, die wiederum die Sollwertstellung der Körperkerntemperatur verändert.

Was allseits bekannt ist, dass die gebräuchlichsten Anästhetika die natürlichen Abwehrmechanismen gegen Kälte dämpfen bzw. unterdrücken. Somit wird der Sollwert verschoben und die Körperkerntemperatur des Patienten sinkt. Ohne Gegenmassnahmen verliert die Körperkerntemperatur des Patienten innerhalb von 4 Stunden 3.5 °C bezogen auf den Anfangstemperatur des Patienten (siehe Abb1). Das heisst, wenn der Patient mit einer Körperkerntemperatur von 37 °C kommt, hat er nach 4 Stunden einen Wert von 32.5 °C.

In der Studie von Bräuer et al. (2014, p. 406-412) zeigten in ihrer Studie zentrale pflegerische Massnahmen auf, mit denen der Abfall der Körperkerntemperatur in der Praxis reduziert werden kann. Jeder Patient sollte in der Einleitung ein Prewarming von mindestens 10 Minuten erhalten und die Saaltemperatur sollte optimalerweise auf 21°C eingestellt werden. In der Praxis sind diese beiden Punkte leider nur schwer durchführbar. Nicht in jeder Anästhesie Einleitung hat es ein Wärmegerät, egal in welcher Art und Form und bei der Saaltemperatur hat der Chirurg auch ein Mitspracherecht.

Bei der medikamentösen Therapie des post-operativen Shiverings wird in den verschiedenen Studien von Schäfer&Kunitz (2002), sowie von Hoffman&Hamner (2015) ersichtlich, dass die altbekannten und gängigen Therapiemedikamente, welche in der Praxis eingesetzt werden ,

wie Pethidin und Catapresan, gegen post-operatives Shivering noch immer effizient sind. Jedoch haben Kose et al. (2008, p. 120-121) herausgefunden, dass Ketamin in der Dosierung von $0.5 - 0.75 \text{ mg kg}^{-1} \text{ KG}$ iv als Therapie bei Shivering in den ersten vier Minuten eine schnellere Wirkung zeigt und somit das post-operative Shivering schneller unterbinden kann, als die Gabe von Pethidin 25 mg iv. Andere Studien führen noch weitere Medikamente auf, welche sich auf die Prävention des post-operativen Shiverings bezieht. Mohta et al. (2009, p. 141-145) fanden heraus, dass die intravenöse Applikation von $2 - 3 \text{ mg kg}^{-1} \text{ KG}$ Tramadol bei Beginn des Wundverschlusses eine doppelte Wirkung erzielt. Einerseits ist der Patient gegen post-operative Schmerzen abgedeckt und andererseits hat es zusätzlich noch einen anti-shivering Effekt. Hoffman&Hamner (2015, p. 38) befürworten eine Bolusgabe von Dexmedetomidin $0.75 \mu\text{g kg}^{-1} \text{ KG}$ 30 Minuten vor Operationsende. Dies soll eine Prävention gegen Shivering sein und in der genannten Dosierung keine Bradykardie verursachen. In der Praxis wird diese Bolusgabe schwieriger durchzuführen sein, da die Ampullen konzentriert und teuer sind. Das letzte Medikament, das ich noch erwähnen möchte, ist Urapidil. Gemäss Fritz et al. (2001, p. 406-409) kann die Gabe von 25 mg Urapidil iv. Shivering lindern und wird vor allem bei Patienten eingesetzt welche hyperten in oder nach der Anästhesie Ausleitung sind.

Die Bedside Shivering Assessment Scale von Badjatia et al. (2008) ermöglicht das frühzeitige Erkennen von Shivering in der Praxis. Dadurch kann eine für den Patienten geeignete Therapie schneller eingeleitet werden. Der Fokus dieses Assessments liegt auf der visuellen und taktilen Einschätzung. Durch die Berührung des Patienten im Nacken und Thorax wird beurteilt, ob der Patient zittert (Olsen et al, 2013, p. 71). Anhand dieser Scala kann das Ausmass des post-operativen Shiverings beurteilt werden. Leider lässt sich in den Studien kein Hinweis darauf finden, ab welcher Stufe und mit welcher Therapie der Patient behandelt werden soll. Jedoch sensibilisiert dieses Assessment uns Anästhesiepflegepersonal auf das Shivering.

3.2. Diskussion von Benjamin von Ow

Die genauen Prozentangaben variieren, aber die Fachwelt ist sich einig, dass Shivering ein in der Anästhesie häufig auftretendes Problem ist. Ebenso unbestritten wird Shivering von den Patienten als äusserst unangenehm empfunden. Shivering kann aber auch ernsthafte Konsequenzen nach sich ziehen, wenn kardiovaskulär und pulmonal vorbelastete Patienten den stark erhöhten Sauerstoffbedarf nicht kompensieren können (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 768). Wieso genau es zu einem Shivering nach einer Anästhesie kommt, ist nicht abschliessend geklärt. Das unkontrollierte Zittern der Muskeln ist eine Reaktion des Körpers

auf eine reale oder als real empfundene Diskrepanz der effektiven Körperkerntemperatur und der Soll-Temperatur im Hypothalamus. Physiologisch stimmen die Soll-Temperatur mit der Körperkerntemperatur bei 36.8 °C mit einer Spielraum von 0.4 °C der „Neutralzone“ überein. Thermorezeptoren auf der Haut, im Rückenmark und im Hypothalamus überwachen dauernd die Temperatur. Wird die Neutralzone überschritten hat der Körper verschiedene Mechanismen zur Verfügung, die Körpertemperatur aktiv zu steigern (Muskelarbeit oder Vasodilatation) oder zu senken (Vasokonstriktion) (Kierschke et al, 2012, p. 746).

Die Anästhesie greift einerseits in diesen Regelkreis ein. Die „Neutralzone“ verzehnfacht sich auf 4 °C. Der Körper reagiert erst ab 34 °C mit Gegenmassnahmen wie Vasokonstriktion (Kirschke et al, 2012, p. 747). Andererseits verursachen viele der verwendeten Medikamente eine Vasodilatation. Das warme Blut strömt in die Peripherie und erkaltet. Diese beiden Auswirkungen potenzieren den Wärmeverlust. Unter Anästhesie fällt die Körperkerntemperatur besonders stark in der ersten Stunde (Kirschke et al, 2012, p. 748). Konvektion, Konduktion, Radiation und Evaporation sind die Mechanismen über die ein warmer Körper Wärme abgibt (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 769).

Hypothermie allein ist aber keine hinreichende Ursache für Shivering. Nicht alle Patienten, welche während einer Operation hypotherm werden, shivern post-operativ. Im Gegenzug können auch Patienten von Shivering betroffen sein, deren Temperatur während der ganzen Zeit von Einleitung bis Ausleitung konstant im Normbereich gehalten wurde. Crossley ging der Frage, wieso Patienten shivern, vor über 20 Jahren nach und stellte eine Liste verschiedener Faktoren zusammen, welche Shivering begünstigen. Eberhard et al. (2005) überprüften seine Ergebnisse und konnten diese auf drei statistisch klar aussagekräftige Prädiktoren herunterbrechen. Neben der Körperkerntemperatur sind insbesondere das Alter - jüngere Patienten sind eher von Shivering betroffen als ältere - und endoprothetische Eingriffe Indizien für ein mögliches post-operatives Shivering.

Von diesen drei Punkten lässt sich einzig die Körpertemperatur aktiv beeinflussen. Daher steht an erster Stelle der Prävention von Shivering das Wärmemanagement. Zur Wärmung eines Patienten stehen verschiedene Mittel zur Verfügung. Idealerweise sollte ein Patient schon vor der eigentlichen Einleitung gewärmt werden. Bräuer et al. (2014) beschreiben in ihrem Artikel, dass ein Prewarming nachweislich den intra-operativen Wärmeverlust minimieren kann. Weiter zitieren sie eine neuere Untersuchung von Horn et al. (2012), dass schon kurze Vorwärmphasen von 10-20 Minuten für diesen positiven Effekt ausreichen. Da praktisch keine Kontraindikationen gegen ein Prewarming sprechen, ist dies eine überaus einfache und effektive Massnahme. Wärmematten und Wärmeluftdecken helfen den Patienten intra-operativ aktiv wärmen. Eine erhöhte Saaltemperatur von idealerweise 21 °C

könnte das Temperaturgefälle und somit den Wärmeverlust vermindern, konkurriert im Alltag oftmals jedoch mit den Interessen des chirurgischen Teams (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 776). Verschiedene Geräte stehen zur Verfügung, Infusionen und Blutprodukte zu wärmen. Gerade bei grösseren Flüssigkeitsmengen oder Transfusionen mehrerer kalter Blutbeutel kann es sonst zu einem deutlichen Temperaturabfall kommen.

Der Bedside Shivering Test von Badjatia et al. (2008) bietet ein einfaches Hilfsmittel, um ein auftretendes Shivering einzuschätzen und zu objektivieren. Für die Therapie geben Badjatia et al. keine Empfehlung für Shivering nach den verschiedenen Schweregraden ab.

Medikamentös stehen neben eine ganze Reihe an Substanzen zur Auswahl, denen in verschiedenen Studien ein präventiver oder therapeutischer Effekt nachgewiesen wurde. Unter den Opiaten hat Remifentanyl bemerkenswerterweise unabhängig der Dosierung wahrscheinlich aufgrund seiner kurzen Stimulation der μ -Opioid-Rezeptoren und des schnellen Abbaus eine Shivering-fördernde Wirkung (Sessler, 2016, p. 42 und Hoshijima et al, 2016, p. 300). Pethidin, Tramadol und Nalbuphin haben einen klar erwiesenen Anti-Shivering-Effekt, welcher sich aus der höheren Affinität zum κ -Opioid-Rezeptor erklären lässt (Hoffman&Hamner, 2015, p. 38 und Schäfer&Kunitz, 2002, p. 778).

Clonidin und Dexmedetomidin sind α -2-Rezeptor-Agonisten. Ihren Anti-Shivering-Effekt beziehen sie aus der Sollwertsenkung im Regelkreis der Thermoregulation. Clonidin kann sowohl therapeutisch (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 778) als auch präventiv eingesetzt werden (Kranke et al. 2004, p. 724). Das neuere Medikament Dexmedetomidin kann nach Hoffman&Hamner (2015, p. 38) bei einer intra-operativen Gabe bis 30 Minuten vor Operationsende präventiv Shivering verhindern. Cholinergika wie Physostigmin stimulieren die Hypothalamus-Nebennieren-Achse und greifen somit ebenfalls in die Thermoregulation ein (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 779), was ihnen einen Anti-Shivering-Effekt verleiht.

Die drei weiteren Substanzen Ketamin, Urapidil und Ondansetron lassen sich präventiv als auch therapeutisch gegen Shivering einsetzen. Ketamin wirkt präventiv und therapeutisch (Kose et al, 2008, p. 120-121). Shivering klang mit Ketamin $0.5 - 0.75 \text{ mg kg}^{-1} \text{ KG iv.}$ schneller ab als mit Pethidin 25 mg iv. Die bekannten unangenehmen Nebenwirkungen von Ketamin limitieren jedoch den Einsatz. Urapidil ist besonders für Patienten mit gleichzeitiger Hypertonie und Gefahr einer Atemdepression durch Opiate beachtenswert (Fritz et al, 2001, p. 406-409). Nach einer Studie von Powell et al. (2000, p. 1423) schützt die Gabe von Ondansetron $4 - 8 \text{ mg iv.}$ zu Beginn der Operation vor Shivering unabhängig der Körperkerntemperatur.

3.3. Schlussfolgerungen und Konsequenzen von Bettina Lauber

Durch diese Diplomarbeit wurde ich sensibilisiert für das post-operative Shivering. Wie schon in der Themenwahl/Motivation beschrieben, ist das post-operative Shivering ein gängiges Phänomen, jedoch kennen wir nur die zwei Therapiemedikamente, Pethidin und Catapresan, welche bei uns im Spital Standard sind. Durch diese Arbeit habe ich von der Prävention über das Assessment bis hin zu den pflegerischen und medikamentösen Therapiemöglichkeiten viel dazugelernt.

Ich werde mir in der Praxis zum Ziel setzen, bei jedem Patienten die drei wichtigen Prädiktoren nach Eberhard et al. (2005) vor Augen zu führen und diese bewusst mit ja oder nein zu beantworten. 1. Wie alt ist der Patient? Je jünger desto grösser ist die Gefahr für post operatives Shivering. 2. Ist es ein Orthopädischer Patient? Und wenn ja, ist eine endoprothetischer Operation geplant? 3. Was ist die Ausgangstemperatur des Patienten? Kommt der Patient schon hypotherm in die Einleitung? Punkt 1 und 3 kann in jeder chirurgischen Disziplin vorkommen, während Punkt 2 vor allem in der Orthopädie vorkommt.

Die einfachste Lösung zu den drei Punkten ist das aktive Wärmen des Patienten intra-operativ. Beide Methoden, Wärmematte oder Warmluftdecke, bieten Vor und Nachteile. Das Wichtigste ist, das der Patient die sinnvollste Methode erhält und somit nicht hypotherm wird. Nach Möglichkeit, vor allem bei Wartezeiten bis der entsprechende Saal frei ist, sollte das Prewarming in der Einleitung stattfinden. Wie Bräuer et al. (2014, p. 406-412) erwähnten, reichen schon 10 Minuten des Prewarming aus, um einen positiven Effekt zu erreichen. Optimal wäre, wenn jeder Patient auf einer Wärmematte liegt. Diese Wärmematte könnten wir schon nach dem Umbetten und des Time Out einschalten. Die Wärme von unten empfinden die meisten Patienten als angenehm. Der grosse Vorteil ist, dass der Patient auf der Wärmematte draufliegt. Die Warmluftdecke, die auf dem Patienten drauf ist, stört uns bei der Arbeit. Diese müsste man bei einigen Anästhesiehandlungen oder Lagerung wieder entfernt werden und somit hätten wir allenfalls kein konstantes Prewarming von 10 Minuten. In der Praxis könnten wir diese 10 Minuten Prewarming eigentlich immer erreichen. Denn nach dem Time Out bis zur Saaleinfahrt mit Intubation und Lagerung vergehen mindestens 10 Minuten.

Kommen wir zu den Medikamenten. Durch diese Arbeit habe ich weitere Medikamente kennengelernt, die ich sinnvoll finde und nach Möglichkeit in der Praxis einsetzen möchte. Bis anhin war mir nicht bewusst, dass es durchaus mehr Möglichkeiten gibt als Catapresan oder Pethidin, egal ob die Medikamente als Prävention oder zur Therapie des post-operativen Shiverings eingesetzt werden. Drei weitere Medikamente möchte ich nun gerne genauer aufzeigen. 1. Tramadol – wie die Studie von Mohta et al. (2009, p. 141-145) gezeigt hat, können wir in der Praxis bei Beginn des Wundverschlusses Tramadol iv. in der Dosierung von

2-3 mg/kg injizieren. Dies hat mehrere Vorteile für den Patienten und für uns. Tramadol ist ein Schmerzmedikament, welches post-operativ wirkt, jedoch ohne die Atmung des Patienten einzuschränken. Zusätzlich ist es eine Prävention gegen das post-operative Shivering.

2. Odansetron – ich war sehr überrascht, dass dieses Medikament das Risiko für post-operatives Shivering senken kann. In der Praxis verabreichen wir Odansetron häufig, jedoch erst gegen Ende der Operation um post-operative Nausea zu verhindern. Die Studie von Powell et al. (2000, p. 1423) zeigten, dass eine Verabreichung von Odansetron bei der Einleitung in der Dosierung von 4-8 mg iv. das Risiko für post-operatives Shivering deutlich senkt. Dies heisst für die Praxis für mich, dass ich das Medikament schon bei der Einleitung geben werde und nicht erst gegen Ende der Operation. Da das Medikament bis zu acht Stunden wirkt, bleibt der anti post-operative Nausea-Effekt bestehen.

3. Urapidil – dies ist ein Medikament, welches häufig post-operativ gegen Hypertonie injiziert wird. Die Studie von Fritz et al. (2001, p. 406-409) zeigte, dass die Gabe von 25 mg Urapidil iv. post-operatives Shivering zwar rapide reduzieren kann, dass es jedoch als Prävention keine Wirkung zeigt. In der Praxis würden wir somit die Patienten, welche bei der Ausleitung shivern und hypertensiv sind mit diesem Medikament optimaler therapieren. Die Gesamtmenge von 25 mg würde ich jedoch titrieren, da die Gefahr einer kurzzeitigen Hypotonie besteht.

Ich bin der Meinung, dass Patienten nach der Extubation oft shivern, wir dies aber nicht als solches erkennen. Grund dafür ist, dass der Patient wenig shivert und wir dies visuell gar nicht sehen, oder dass wir in diesem Moment abgelenkt sind mit der Dokumentation im PC. Dies soll nicht heissen, dass wir den Patienten nicht immer im Auge behalten und ein Blick auf die Vitalparameter auf dem Monitor haben. Sondern, dass unser Fokus nicht nur auf das Shivering bezogen ist. Ein weiterer Grund für vermehrtes Shivering bei Patienten liegt in den Extubationskriterien. Gemäss diesen darf der Patient ab einer Körpertemperatur von 35.5°C extubiert werden. Dies sind 10°C unter der normalen Körperkerntemperatur. Jedoch würde uns die Bedside Shivering Assessment Scale von Badjatia et al. (2008) aufmerksamer auf post-operatives Shivering machen. Gemäss Olsen et al. (2013, p. 71), reicht es schon, den Patienten zwei Minuten lang visuell zu beobachten oder bei Bedarf taktil zu berühren mit dem Fokus auf Nacken, Thorax, Armen und Beinen. Je nach Beobachtung können wir anhand der Scala das Ausmass des Shiverings einordnen und frühzeitig geeignete pflegerische oder medikamentöse Therapiemassnahmen einleiten.

3.4. Schlussfolgerung und Konsequenzen von Benjamin von Ow

Die Beschäftigung mit dem Thema hat mir aufgezeigt, dass Shivering für Patienten eine sehr unangenehme und ernste Komplikation nach einer Operation darstellt. Ich konnte schon die Erfahrung machen, dass viele Patienten sich nicht bewusst an das Aufwachen aus der

Operation erinnern, jedoch Shivering im Gedächtnis negativ haften bleibt. Nach den Erkenntnissen aus dieser Arbeit weiss ich, dass Shivering effektiv sowohl verhindert als auch therapiert werden kann.

Durch die Diplomarbeit bin ich aufmerksamer geworden, ob einer meiner Patienten für Shivering gefährdet sein könnte. Für die Praxis wäre meiner Meinung nach wichtig nicht nur ein Assessment-Instrument für das Shivering wie den BSAS zu haben, sondern auch ein Assessment-Instrument, um das Risiko für Shivering schnell und einfach abschätzen zu können. Solch ein Instrument wurde noch nicht entworfen und auf seine Aussagekraft hin untersucht. Jedoch bietet die Untersuchung von Eberhard et al. (2005) und seine Erkenntnis, dass drei Prädiktoren – Körperkerntemperatur, endoprothetische Operation und Alter – das Risiko für Shivering am aussagekräftigsten voraussagen können, eine ideale Grundlage. In Kombination mit der weiteren Erkenntnis zu Remifentanyl und Shivering habe ich für mich ein Assessment entworfen. Zum Alter geben Eberhard et al. keine klare Angabe, wann ein Patient als jung und wann als alt einzustufen ist. In der statistischen Berechnung setzen Eberhard et al. 50 Jahre als Mittelwert an und so übernehme ich dieses Alter als Referenz.

Gefahr oder bestehende Hypothermie (< 35,5)	ja	nein
endoprothetische Operation	ja	nein
Alter < 50	ja	nein
Anästhesie mit Remifentanil	ja	nein

In meiner Praxis beabsichtige ich meine Patienten vor oder nach der Induktion der Anästhesie nach diesem Raster einzuschätzen. Werden drei oder mehr Fragen mit ja beantwortet, besteht die Gefahr eines post-operativen Shiverings und ich kann bereits zu Beginn der Operation präventive Massnahmen planen.

Auch wenn die Körperkerntemperatur der statistisch am wenigsten aussagekräftigste Punkt ist (Eberhard et al, 2005, p. 1854), ist es die Variable, die ich aktiv beeinflussen kann.

Gefährdete Patienten werde ich konsequent wärmen. Wie gesehen ist ein Prewarming von nur schon 10 Minuten ausreichend. Für die Praxis bedeutet dies für mich, dass ich die Patienten direkt nach der Intubation mit einer Temperatursonde überwache und schon in der Einleitung auf das Wärmemanagement achte. Je nach Klinik besteht die Möglichkeit des Einsatzes von Wärmematten. Diese kann ich bereits vor dem Eintreffen des Patienten einschalten, am besten gleich zu Beginn mit der Vorbereitung des Einleitungsarbeitsplatz. Der

Einsatz einer Wärmeluftdecke in der Einleitung bietet gleichzeitig einen Beitrag zum Komfort des Patienten.

Auch medikamentös stehen mir einige Mittel zur Verfügung, um präventiv zu agieren. Die Vielzahl an wirksamen Substanzen machen es einerseits schwer einen einfachen Therapieplan in der Praxis anzuwenden, andererseits bieten sie auch den Vorteil, dass für verschiedene Patienten individuelle Lösungen gefunden werden können. Aufgrund der Korrelation von Remifentanyl und Shivering achte ich in Zukunft bei meiner Narkoseführung, ob mein Patient für Shivering gefährdet ist, ob ein anderes Opioid verwendet und wenn nicht, ob zusätzlich ein Medikament zur Prävention verabreicht werden kann. In unserer Klinik wird **Tramadol** bisher nicht eingesetzt. Tramadol $2 - 3 \text{ mg kg}^{-1} \text{ KG}$ iv. vor Wundverschluss kann sowohl die Analgesie verbessern als auch Shivering verhindern (Mohta et al., 2009, p. 141-145). Ich sehe darin eine gute Alternative zu Hydromorphon als langwirksames Opioid vor Ende der Operation.

Clonidin wird in unserer Klinik je nach Oberarzt häufig als Co-Analgetikum und zur Sedation eingesetzt. Clonidin $140 \text{ } \mu\text{g}$ iv. in der Einleitung oder intra-operativ verhindert Shivering effektiv (Kranke et al. 2004, p. 724). In meiner Praxis sehe ich das grösste Potential für dieses Medikament in der Prävention. Ich werde bei den Patienten, die ich für Shivering gefährdet einstufe, Clonidin in der Anästhesieplanung vorschlagen, wenn die Vitalwerte des Patienten dies zulassen.

Wir verwenden **Dexmedetomidin** intra-operativ als Dauerinfusion mit $0.3 - 0.4 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1} \text{ KG}$ mit einem Bolus zu Beginn. Die Studien, welche den präventiven Effekt zu Shivering belegen, verwenden eine andere Dosierung (Hoffman&Hamner, 2015, p. 38). **Ketamin** verwenden wir ebenfalls je nach Oberarzt als Co-Analgetikum besonders bei älteren Patienten, die wie oben beschrieben, weniger von Shivering betroffen sind. In meinem Shivering-Management sehe ich weniger Verwendung für diese beiden Medikamente. Jedoch werde ich im Hinterkopf behalten, dass wenn Patienten diese Medikamente wegen einer anderen Indikation erhalten, sie ebenfalls bis zu einem gewissen Grad gegen Shivering geschützt sind.

Ondansetron hingegen ist eine weitere Substanz die ich in der Prävention verwenden werde, besonders da der präventive Effekt unabhängig der Körperkerntemperatur während der Operation nachgewiesen wurde. Die Studie von Powell et al. (2000, p. 1423) belegt die Anti-Shivering-Wirkung bei einer Gabe von $4-8 \text{ mg}$ Ondansetron iv. direkt zu Beginn der Operation. Wir verabreichen Ondansetron in unserer Klinik im Rahmen der Prophylaxe des post-operativen Erbrechens circa 30 Minuten vor Operationsende. Da die Wirkung von

Ondansetron bis zu acht Stunden anhält, werde ich in meiner Praxis Ondansetron bereits nach der Einleitung verabreichen.

Kommt es in der post-operativen Phase trotz meiner präventiven Massnahmen zu einem Shivering, muss der Patient rasch eine adäquate Therapie erhalten, um die Symptome schnell zu lindern und gefürchtete Komplikationen im Zusammenhang mit dem erhöhten Sauerstoffverbrauch zu verhindern.

Mit dem Bedside-Shivering-Assessment BSAS habe ich für die Praxis ein evidenzbasiertes Instrument um abzuschätzen, wie ausgeprägt ein Patient shivert: Mildes Shivering ist limitiert auf Kopf und Thorax, moderates Shivering zieht zusätzlich die oberen Extremitäten mit ein und starkes Shivering bedeutet ein Zittern am ganzen Körper. Da wie oben beschrieben gerade bei Shivering am ganzen Körper der Energieverbrauch stark ansteigt, sehe ich die Dringlichkeit schnell therapeutisch einzugreifen.

Die erste Massnahme in der Therapie ist das Wärmen. Ich werde in meiner Praxis darauf achten, Patienten in der Ausleitung sogleich zuzudecken und bei Shivering mit warmen Decken direkt auf der Haut zu versorgen. Reicht dies nicht aus, bedarf es eines weiteren Wärmens mit der Wärmeluftdecke. Dies kann auch im Aufwachraum erfolgen. Die Gabe von Sauerstoff ist wichtig, um eine Hypoxämie und einen Sättigungsabfall zu verhindern.

Für die medikamentöse Therapie sehe ich den Einsatz von drei Medikamenten. **Pethidin** ist ein sehr effektives Medikament gegen Shivering. Schäfer&Kunitz empfehlen 0.25 – 0.5 mg kg⁻¹ KG iv. und die Hälfte der initialen Dosis nach 15 Minuten falls die gewünschte Linderung nicht eintrifft. Als Opioid hat es gleichzeitig eine analgetische Wirkung. Im Klinikalltag haben sich 25 mg iv. unabhängig des Körpergewichts durchgesetzt, was für viele Patienten der Dosisempfehlung entspricht. Für mich sehe ich darin das erste Mittel der Wahl bei Shivering. Als Alternative bietet sich **Clonidin** an, falls es nicht schon als Prävention verabreicht wurde. Die Wirkung von Clonidin ist in der therapeutischen Dosis von 1 – 2 µg kg⁻¹ KG iv. sehr gut belegt und das Shivering lässt nach wenigen Minuten nach (Schäfer&Kunitz, 2002, p. 777). Für Patienten, die in der Ausleitung zusätzlich hyperten sind, bietet sich **Urapidil** an. Nach Fritz et al. (2001, p. 406-409) ist der therapeutische Effekt bei einer Dosis von 25 mg iv. als Bolus belegt. In der Praxis verabreichen wir jedoch Urapidil 5 mg-weise im Abstand von fünf Minuten. Die Gefahr eines zu grossen Blutdruckabfalles bei einer höheren Dosierung ist zu gross. Bis eine Dosis von 25 mg erreicht ist, verstreicht dadurch viel Zeit, was den Einsatz von Urapidil meines Erachtens limitiert.

3.5. Überprüfung der Fragestellung und Zielsetzung

Im folgenden werden wir noch einmal auf unsere Fragestellung und die Zielsetzungen eingehen und darstellen, inwieweit wir diese beantworten konnten.

Unsere Fragestellung war:

Welche peri-operativen therapeutischen Massnahmen wirken einem post-operatives Shivering beim Erwachsenen entgegen?

In unserer Arbeit konnten wir aufzeigen, dass es sowohl vor, während und nach einer Anästhesie pflegerische und medikamentöse Massnahmen gibt, um post-operatives Shivering sowohl zu verhindern als auch zu therapieren. Diese haben wir im Hauptteil ausführlich beschrieben.

Die Zielsetzungen im einzelnen:

- Die Physiologie des menschlichen Wärmehaushaltes und Pathophysiologie des post-operativen Shivering wird beschrieben.

Wir sind im Hauptteil auf die Physiologie des menschlichen Wärmehaushaltes eingegangen und haben erklärt, dass Shivering eine physiologische Antwort auf eine Kältestimulation ist. Der Körper registriert eine tiefere Temperatur als der Soll-Wert und erzeugt durch das Kältezittern sprich Shivering Wärme. Die Pathophysiologie des post-operativen Shiverings ist nicht abschliessend geklärt. Bekannt ist, dass die Anästhesie eine Soll- und Ist-Wertverstellung der Körperkerntemperatur verursacht. Jedoch ist nicht bekannt, warum nicht jeder Patient nach der Extubation shivert.

- Die negativen Auswirkungen des post-operativen Shiverings auf den menschlichen Organismus wird dargelegt.

Wir haben die drei Hauptnebenwirkungen und deren Gefahren dargelegt. Shivering führt zu gesteigertem Energieverbrauch, gesteigertem Sauerstoffverbrauch und gesteigerter Kohlendioxid-Produktion. Zusätzlich führten wir noch drei weitere Nebenwirkungen an wie der gesteigerte intraokulare Druck, die Begünstigung des post-operativen Schmerzes und die Fehlmessungen der nichtinvasiven Überwachung.

- Prädiktoren eines post-operativen Shiverings werden beschrieben.

Dank der umfassenden Studie von Eberhard et al. (2005) konnten wir die drei aussagekräftigsten Prädiktoren für ein post-operatives Shivering erläutern. Diese wären das Alter, eine orthopädische endo-prothetische Operation und die Körperkerntemperatur. In früheren Untersuchungen wurden noch viele weitere Faktoren mit Shivering in Zusammenhang gebracht von Eberhard et al. jedoch als zuwenig aussagekräftig eingestuft.

- Die therapeutischen Massnahmen und ihr Einsatz werden ausgewertet. Daraus werden Konsequenzen für den Klinikalltag abgeleitet.

Wir haben sowohl pflegerische als auch medikamentöse Massnahmen für die Prävention und die Therapie bearbeitet. Überraschend war, dass ein Prewarming von nur 10 Minuten ausreicht, um das Risiko des post-operativen Shiverings zu reduzieren. Dies ist eine einfache und effektive pflegerische Massnahme. Mehrere Studien haben verschiedenste Medikamente untersucht und deren Effekt auf das Shivering aufgezeigt, mit unterschiedlich starker Aussagekraft und Wirksamkeit. Wir haben uns in der Arbeit auf die wichtigsten beschränkt und deren Wirkung beschrieben.

Wie oben schon erwähnt beschränken wir uns für die Praxis auf die folgenden Medikamente, die unserer Meinung nach am sinnvollsten wären, im Alltag angewendet zu werden. Diese wären für die Prävention Tramadol und Ondansetron, für die Therapie Pethidin und Urapidil und für Prävention wie Therapie Clonidin in den im Hauptteil erklärten Dossierungen. In den Schlussfolgerungen der Autoren ist der Grund aufgeführt, wieso wir uns für diese 5 Medikamente entschieden haben.

Wir sehen im Bedside Shivering Assessment Scale von Badjatia et al. (2007) ein einfaches und effektives Instrument um Shivering einzuschätzen. Es wäre wünschenswert, wenn dieses Assessment-Instrument auf unserer Klinik standardmässig eingeführt würde.

4. Literaturverzeichnis

Bücher

Huch R. & Jürgens K. (Hrsg.), (2007). Mensch, Körper, Krankheiten (5. Aufl.). München: Elsevier, 9-10.

Kierschke et al. (2012). Anästhesie und Thermoregulation, in: Rossaint et al. (Hrsg.). Die Anästhesiologie. Heidelberg: Springer Verlag.

Page et al. (Hrsg.). (2014). Physiologie. (7. Aufl.). Stuttgart: Thieme.

Zeitschriften

Badjatia et al. (2007). Predictors and clinical implications of shivering during therapeutic normothermia. *Neurocrit Care*, 6, 186–191. doi: 10.1007/s12028-007-0011-2

Bräuer et al. (2014). Vorwärmung. Von der Kür zur Pflicht. *Anaesthesist*, 63, 406-414. doi: 10.1007/s00101-014-2316-9

Crossley, A.W.A. & Mahajan, R.P. (1994). The intensity of postoperative shivering is unrelated to axillary temperature. *Anaesthesia*, 49, 205-207. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1994.tb03422.x>

Eberhart et al. (2005). Independent Risk Factors for Postoperative Shivering. *Anesthesia & Analgesia*, 101(6), 1849-1857. doi: 10.1213/01.ANE.0000184128.41795.FE

Fritz et al. (2001). Urapidil zur Therapie von postanästhetischem Shivering nach Allgemeinanästhesie. Eine placebokontrollierte Pilotstudie. *Anaesthesist*, 50, 406-410. doi: <https://doi.org/10.1007/s001010100145>

Golembiewski, J. (2015). Pharmacological Management of Perioperative Shivering . *Journal of PeriAnesthesia Nursing* 30(4). 357-359. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2015.05.002>

Hoffman, J. & Hamner, C. (2015). Effectiveness of dexmedetomidine use in general anesthesia to prevent postoperative shivering: a systematic review protocol. *JBI Database of Systematic Reviews & Implementation Reports*, 13(2), 37-48. doi: 10.11124/jbisrir-2015-1902

Horn et al. (2012). The effect of short time periods of pre-operative warming in the prevention of peri-operative hypothermia. *Anaesthesia*, 67, 612–617. doi: 10.1111/j.1365-2044.2012.07073.x

Kose et al. (2008). The Efficacy of Ketamine for the Treatment of Postoperative Shivering. *Anesthesia&Analgesia*, 106/1, 120-122. doi: 10.1213/01.ane.0000296458.16313.7c

Kranke et al. (2004). Single-dose parenteral pharmacological interventions for the prevention of postoperative shivering: a quantitative systematic review of randomized controlled trials. *Anesthesia&Analgesia*. 99/3, 718-727. doi: 10.1213/01.ANE.0000130589.00098.CD

Lewis et al. (2015). Alpha-2 adrenergic agonists for the prevention of shivering following general anaesthesia. *Chochrane Database of Systematic Reviews*, 8. doi: 10.1002/14651858.CD011107.pub2

Madrid et al. (2016). Active body surface warming systems for preventing complications caused by inadvertent perioperative hypothermia in adults. *Chochrane Database of Systematic Reviews*, 4. doi: 10.1002/14651858.CD009016.pub2

Mohta et al. (2009). Tramadol for prevention of postanaesthetic shivering: a randomised double-blind comparison with pethidine. *Anaesthesia Journal of the Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland*, 64, 141-146. doi:10.1111/j.1365-2044.2008.05711.x

Nakasuji et al. (2010). Intra-operative high-dose remifentanil increases post-anaesthetic shivering. *British Journal of Anaesthesia*, 105/2, 162-167. doi: 10.1093/bja/aeq121

Olsen et al. (2013). Interrater Reliability of the Bedside Shivering Assessment Scale. *American Journal of Critical Care*, 22(1), 70-74. doi: <http://dx.doi.org/10.4037/ajcc2013907>

Park S.M. et al. (2012). Efficacy spectrum of antishivering medications: Meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical Care Medicine*, 40(11), 3070-3082. doi: 10.1097/CCM.0b013e31825b931e

Pat Aust, M. (2013). Assessment of a patient's shivering. *American Journal of critical care*, 22(1). doi: 10.4037/ajcc2013553

Powell et al. (2000). Ondansetron given before induction of anesthesia reduces shivering after general anaesthesia. *Anesthesia&Analgesia*, 90/6, 1423-1427. doi: 10.1097/00000539-200006000-00032

Presciutti et al. (2012). Shivering Management During Therapeutic Temperature Modulation: Nurses' Perspective. *American Association of Critical-Care Nurses*, 32(1), 33-42. doi: 10.4037/ccn2012189

Schäfer, M. & Kunitz, O. (2002). Postoperatives Shivering. *Anaesthesist*, 51, 768-783. doi: 10.1007/s00101-002-0381-y

Schoser, G. & Meßmer, M. (1999). Perioperative Hypothermie. *Anaesthesist*, 48, 931-943. doi: <https://doi.org/10.1007/s001010050810>

Singer, D. (2007). Warum 37°C?: Evolutionäre Grundlagen der Thermoregulation. *Anaesthesist*, 56, 899-906. doi: <https://doi.org/10.1007/s00101-007-1220-y>

Sessler, D. I. (2016). Opioids and postoperative shivering. *Journal of Clinical Anesthesia*, 31, 42-43. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinane.2015.11.006>

Hoshijima et al. (2016). Incidence of postoperative shivering comparing remifentanyl with other opioids: a meta-analysis. *Journal of Clinical Anesthesia*, 32, 300-312. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinane.2015.08.017>

Warting et al. (2014). Interventions for treating inadvertent postoperative hypothermia. *Chochrane Database of Systematic Reviews*, 11. doi: 10.1002/14651858.CD009892.pub2

Unterrichtsunterlagen

Wirthmüller, B. (2017). Hypothermie. Hyperthermie. Unterrichtsmaterial. Berner Bildungszentrum Pflege, Anästhesiologie, Intensivbehandlung, Notfall, Bern.

Websitesen

[WW1]: Pschyrembel online. Shivering. Zugriff am 18.01.18 auf <https://www.pschyrembel.de/Shivering/K00MP/doc/>

Abbildungen

(Abb1) Kirschke et al. (2012). Anästhesie und Thermoregulation, in: Rossaint et al. (Hrsg.). *Die Anästhesiologie*, Heidelberg: Springer Verlag p. 748.

(Abb2) Crossley&Mahajan (1994). The intensity of postoperative shivering is unrelated to axillary temperature. *Anaesthesia*, 49 p.205.

(Abb3) Badjatia et al. (2008). Metabolic impact of shivering during therapeutic temperature modulation: the Bedside Shivering Assessment Skale. *Stroke*, 39(12), zitiert in Presciutti et al. (2012). Shivering management during therapeutic modulation: nurses perspective. *American Association of Critical-Care Nurses*, 32(1), p.41.