

S3-Leitlinie:**Vermeidung von unbeabsichtigter perioperativer Hypothermie***A. Torossian¹ · A. Bräuer² · J. Höcker³ · B. Bein⁴ · H. Wulf¹ · E.-P. Horn⁵**KURZFASSUNG** (NACHDRUCK)****Zusammenfassung**

Hintergrund: Etwa 26-90% aller elektiv operierten Patienten erleiden eine unbeabsichtigte postoperative Hypothermie (<36 °C). Dies ist mit einem relativen Risiko von 3,25 (95% CI 1,35-7,84) für postoperative Wundinfektionen, 4,49 (1,00-20,16) für kardiale Komplikationen und 1,33 (1,06-1,66) für Bluttransfusionen verglichen mit normothermen Patienten assoziiert. Hypotherme Patienten fühlen sich unwohl und haben bei Kältezittern einen um etwa 40% erhöhten Sauerstoffverbrauch.

Methode: Es erfolgte eine systematische Literaturrecherche bis einschließlich Oktober 2012 mit einer weiteren Literatursuche von November 2012 bis August 2014. Die Empfehlungen wurden im strukturierten Konsensusverfahren von fünf Fachgesellschaften erarbeitet und konsentiert.

Ergebnisse: Die Körperkerntemperatur soll 1-2 Stunden vor Beginn der Anästhesie und intraoperativ kontinuierlich oder alle 15 Minuten gemessen werden. Je nach Operationsgebiet soll die Temperatur perioperativ oral, naso-/oropharyngeal, ösophageal, vesikal oder direkt tympanal gemessen werden. Präoperativ sollen Patienten 20-30 Minuten vorgewärmt werden, um den Temperaturabfall effektiv zu verringern. Vorgewärmte Patienten müssen erst ab einer geplanten Anästhesiedauer länger als 60 Minuten auch intraoperativ aktiv gewärmt werden (ansonsten bereits ab 30 Minuten). Die Temperatur im Opera-

tionssaal soll bei Erwachsenen mindestens 21°C, bei Kindern mindestens 24°C betragen. Infusionen und Blutprodukte sollen ab Infusionsraten >500 ml/h gewärmt werden. Perioperativ soll die größtmögliche Körperoberfläche isoliert werden. Eine Allgemeinanästhesie sollte bei Normothermie ausgeleitet werden. Eine postoperative Hypothermie soll bis zum Erreichen von Normothermie mit konvektiver oder konduktiver Wärme und ein sogenanntes „shivering“ (Kältezittern) medikamentös behandelt werden.

Schlussfolgerung: Eine unbeabsichtigte perioperative Hypothermie kann das Operationsergebnis und den postoperativen Verlauf negativ beeinflussen und sollte aktiv vermieden werden.

Summary

Introduction: 26-90% of all patients undergoing elective surgery suffer from inadvertent postoperative hypothermia, i.e., a core body temperature below 36°C. Compared to normothermic patients, these patients have more frequent wound infections (relative risk (RR) 3.25, 95% confidence interval (CI) 1.35-7.84, cardiac complications (RR 4.49, CI 1.00-20.16), and blood transfusions (RR 1.33, CI 1.06-1.66). Hypothermic patients feel uncomfortable, and shivering raises oxygen consumption by about 40%.

Methods: This guideline is based on a systematic review of the literature up to and including October 2012 and a further one from November 2012 to

1 Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Marburg (Direktor: Prof. Dr. H. F. W. Wulf)

2 Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin Göttingen (Direktor: Prof. Dr. M. Quintel)

3 Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel (komm. Direktor: Prof. Dr. M. Steinfath)

4 Abteilung für Anästhesiologie und operative Intensivmedizin, Asklepios Klinik St. Georg, Hamburg (Chefarzt: Prof. Dr. B. Bein)

5 Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin, Regio Kliniken, Pinneberg (Chefarzt: PD Dr. E.-P. Horn)

* Beschluss des Engeren Präsidiums der DGA vom 10.01.2014 (Umlaufverfahren)

** Mit freundlicher Genehmigung von Dtsch Ärztebl Int 2015;112:166-72

Langfassung: www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/001-018.html

Schlüsselwörter

Hypothermie, unbeabsichtigt – Körperkerntemperaturmessung – Vorrwärmung – Intraoperative Wärzung – Shivering

Keywords

Hypothermia, inadvertent – Core Body Temperature Measurement – Prewarming – Intraoperative Warming – Shivering

August 2014. The recommendations were developed and agreed upon by representatives of five medical specialty societies in a structured consensus process.

Results: The patient's core temperature should be measured 1-2 hours before the start of anesthesia, and either continuously or every 15 minutes during surgery. Depending on the nature of the operation, the site of temperature measurement should be oral, naso-/oropharyngeal, esophageal, vesical, or tympanic (direct). The patient should be actively prewarmed 20-30 minutes before surgery to counteract the decline in temperature. Prewarmed patients must be actively warmed intraoperatively as well if the planned duration of anesthesia is longer than 60 minutes (without prewarming, 30 minutes). The ambient temperature in the operating room should be at least 21°C for adult patients and at least 24°C for children. Infusions and blood transfusions that are given at rates of >500 ml/h should be warmed first. Perioperatively, the largest possible area of the body surface should be thermally insulated. Emergence from general anesthesia should take place at normal body temperature. Postoperative hypothermia, if present, should be treated by the administration of convective or conductive heat until normothermia is achieved. Shivering can be treated with medications.

Conclusion: Inadvertent perioperative hypothermia can adversely affect the outcome of surgery and the patient's post-operative course. It should be actively prevented.

Einleitung

Eine Hypothermie (Körpertemperatur <36°C) entwickeln postoperativ 26-90% aller elektiv operierten Patienten [1]. Das Hypothermie-Risiko ist besonders hoch bei Patienten über 60 Jahre mit Ernährungsmangel und Vorerkrankungen, welche die Thermoregulation beeinträchtigen (z.B. Diabetes mellitus mit Polyneuropathie), aber auch bei großen und langen chirurgischen Eingriffen und

je niedriger die OP-Saal-Temperatur ist. In Hypothermie beträgt das relative Risiko für schwere Komplikationen, wie Wundheilungsstörungen 3,25 (95% CI 1,35-7,84), für kardiale Störungen 4,49 (1,00-20,16) und für vermehrte Blutungen mit Bluttransfusionen 1,33 (1,06-1,66) im Vergleich mit Normothermie [2]. Vor diesem Hintergrund erfordert die aktuelle Evidenzlage zur Vorbeugung, Erkennung und Behandlung von perioperativer Hypothermie eine Umsetzung in praxisrelevante Empfehlungen. Dies war das Ziel der ersten deutschsprachigen interdisziplinären S3-Leitlinie unter Federführung der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) gemeinsam mit der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie (DGCH), der Deutschen Gesellschaft für Kinderchirurgie (DGKIC), der Deutschen Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste (DGF) und der Österreichischen Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin (ÖGARI) (Abb. 1). Die wesentlichen Leitsätze werden im Folgenden dargestellt, für detaillierte Ausführungen verweisen wir auf die Langfassung der Leitlinie [3].

Methodik

Die Entwicklung dieser Leitlinie wurde in Marburg initiiert und methodisch durch Frau Prof. Dr. Ina Kopp von der AWMF begleitet. Die Leitliniengruppe umfasste 14 Experten, davon neun als Kapitel-verantwortliche Autoren (Tab. 1). Im Rahmen der konstituierenden Konsensuskonferenz stellte der Koordinator eine orientierende Literaturrecherche vor, und die Leitliniengruppe konsentierte im nominalen Gruppenprozess Schlagwörter zur Literatursuche in PubMed, APC Journal Club und CINAHL, sowie fünf klinische Schlüsselfragen:

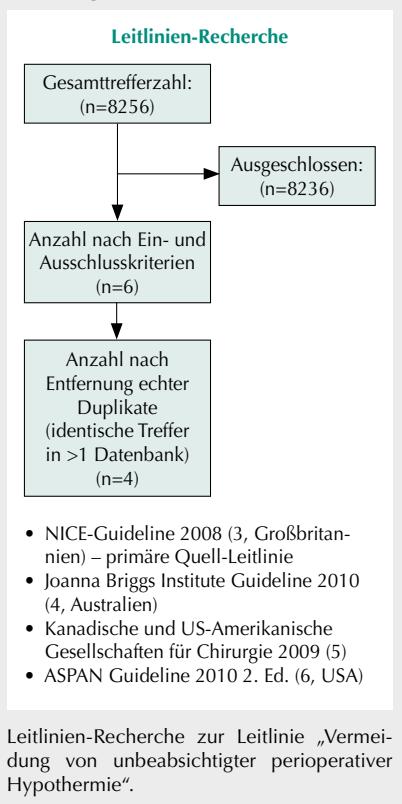
- Wie ist die normale Körperkerntemperatur eines operativen Patienten, wann und wo soll diese perioperativ verlässlich gemessen werden?
- Was sind die Risikofaktoren für die Entstehung einer perioperativen Hypothermie?
- Was sind die Folgen einer perioperativen Hypothermie?
- Welche Wärmemaßnahmen zur Reduktion von perioperativer Hypothermie gibt es?
- Wie soll die Leitlinie implementiert werden?

Tabelle 1

Zusammensetzung der Leitliniengruppe zur Leitlinie „Vermeidung von unbeabsichtigter perioperativer Hypothermie“

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)	Prof. Dr. med. Berthold Bein (Hamburg) ^{*,2} Prof. Dr. med. Anselm Bräuer (Göttingen) ^{*,2} PD Dr. med. Jan Höcker (Kiel) ^{*,2} PD Dr. med. Ernst-Peter Horn (Pinneberg) ^{*,2} PD Dr. med. Karl-Peter Ittner (Regensburg) ^{*,2} Prof. Dr. med. Alexander Torossian (Marburg) ^{*,2} - Koordinator Prof. Dr. med. Wolfgang Weyland (Düsseldorf) Prof. Dr. med. Hinnerk Wulf (Marburg)
Deutsche Gesellschaft für Chirurgie (DGCH)	Prof. Dr. med. Ernst Klar (Rostock)
Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie (DGKIC)	Prof. Dr. med. Peter Schmittenbecher ² (Karlsruhe)
Deutsche Gesellschaft für Fachkrankenpflege und Funktionsdienste (DGF)	Tillmann Müller-Wolff (Reutlingen) Ina Welk ² (Kiel)
Österreichische Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin (ÖGARI)	PD Dr. med. Oliver Kimberger (Wien)
Schweizerische Gesellschaft für Anästhesiologie und Reanimation (SGAR)	Prof. Dr. med. Robert Greif (Bern) - ohne Mandat

* Mitglied der Steuergruppe; ² Kapitel-verantwortliche Autoren; **fett**: federführende Autoren

Abbildung 1

Der Koordinator wurde mit einer Leitlinienrecherche/Synopsis beauftragt, um eine Adaptation von Empfehlungen vornehmen zu können („Leitlinien-Adaptation“). Die Suche erfolgte in GIN, AHRQ (National Guidelines Clearinghouse), Cochrane Library sowie Medline via PubMed einschließlich einer Handrecherche. Es wurden vier internationale Leitlinien identifiziert [2,4-6] und nach DELBI, Domäne 3 [7] bewertet (Abb. 1). Die NICE clinical guideline 65 von 2008 [2] erzielte die beste Bewertung (primäre Quell-Leitlinie). Aus dieser Leitlinie wurde das Kapitel „Risikofaktoren“ gekürzt übernommen. Anschließend führte der Koordinator eine systematische Aktualisierungsrecherche („de-novo-Aufbereitung der Evidenz“) von 2006-2012 für die Kapitel „pre-warming“, „intraoperative Wärzung“, und „shivering“ mittels MeSH terms in Medline durch (Abb. 2, Beispiel-Suche). Es wurden nur Studien mit Patienten (keine Fallberichte) und englisch-,

deutsch- bzw. französischsprachige Publikationen berücksichtigt (formale Auswahl). Die identifizierte Literatur wurde weiter selektiert anhand des Titels, Abstracts und des Volltextes zur Beantwortung obiger Schlüsselfragen (inhaltliche Auswahl). Da die Kapitel „Körpernormaltemperatur“ und „Körperatemperaturmessung“ in NICE unzureichend abgebildet sind, wurde analog eine eigene Publikation hierzu [8] aktualisiert. Aus insgesamt 4.865 identi-

fizierten Arbeiten wurden 243 relevante ausgewählt und als themenspezifische Literaturpakete den Kapitel-Verantwortlichen zur Einzelbewertung anhand strukturierter Checklisten modifiziert nach SIGN [9] übermittelt. Die Bewertungsergebnisse wurden in Evidenztabellen zusammengefasst. In dieser Kurzfassung der Leitlinie werden nur ausgewählte Arbeiten zitiert, die als Grundlage für zentrale Empfehlungen dienen. Die Endfassung der von den Autoren erarbeiteten Empfehlungen erfolgte im Rahmen dreier Treffen der Steuergruppe, zuletzt am 22.03.2013. Auf dieser Basis einschließlich des Volltextentwurfs erfolgte die abschließende Abstimmung durch alle Mitglieder der Leitliniengruppe in einer online-Delphi-Runde mit Hilfe eines strukturierten Fragebogens. Eine aktualisierte Literatursuche in PubMed im Zeitraum vom 01.11.2012 - 19.08.2014 ergab zwölf Publikationen, wovon drei relevante berücksichtigt wurden (Anhang). Die vorliegende Leitlinie nutzt als Grundlage zur Evidenzdarlegung die Evidenzkategorien des Oxford Centre for Evidence Based Medicine (10). Die Stärke einer Empfehlung korrespondiert mit dem Ergebnis der klinischen Anwendbarkeit der methodisch aufgearbeiteten Evidenzen („considered judgement“, Abb. 3). Das in der Leitlinie verwendete Schema zur Überleitung von Evidenz- zu Empfehlungsgraden ist in Tabelle 1 vereinfacht dargestellt. Die Empfehlungen werden analog zur Graduierung formuliert: starke Empfehlung: „soll“ (A); Empfehlung: „sollte“ (B); Empfehlung offen: „kann“ (Handlungsoption, 0). Negativ-Empfehlungen werden sprachlich ausgedrückt („nicht“). Die Leitlinie wurde durch die DGAI finanziert, die Erstellung erfolgte in redaktioneller Unabhängigkeit. Die Autoren und Teilnehmer der Konsensusverfahren waren ehrenamtlich tätig und legten eine schriftliche Erklärung zu eventuell bestehenden Interessenkonflikten, insbesondere gegenüber der Industrie, vor. Die Details der Methodik sind ausführlich im Leitlinien-Methodenreport wiedergegeben [11].

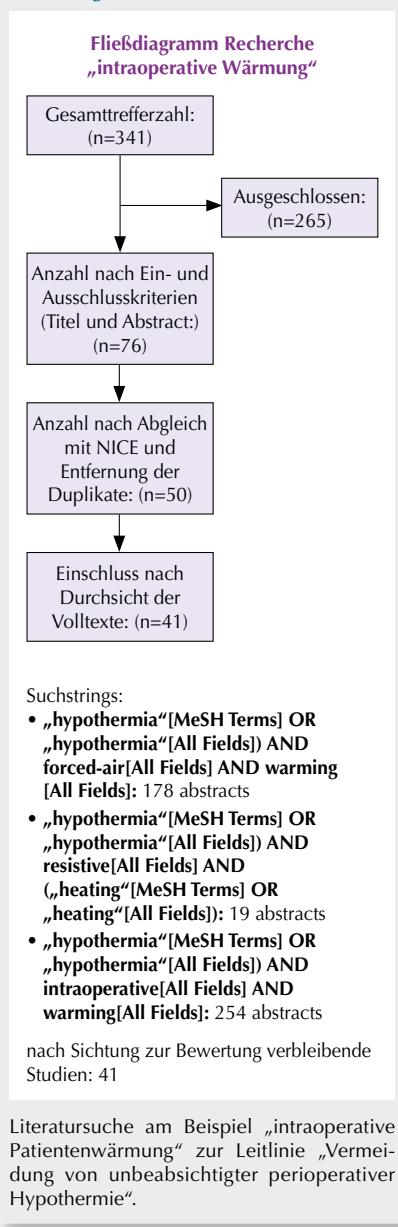
Abbildung 2

Abbildung 3

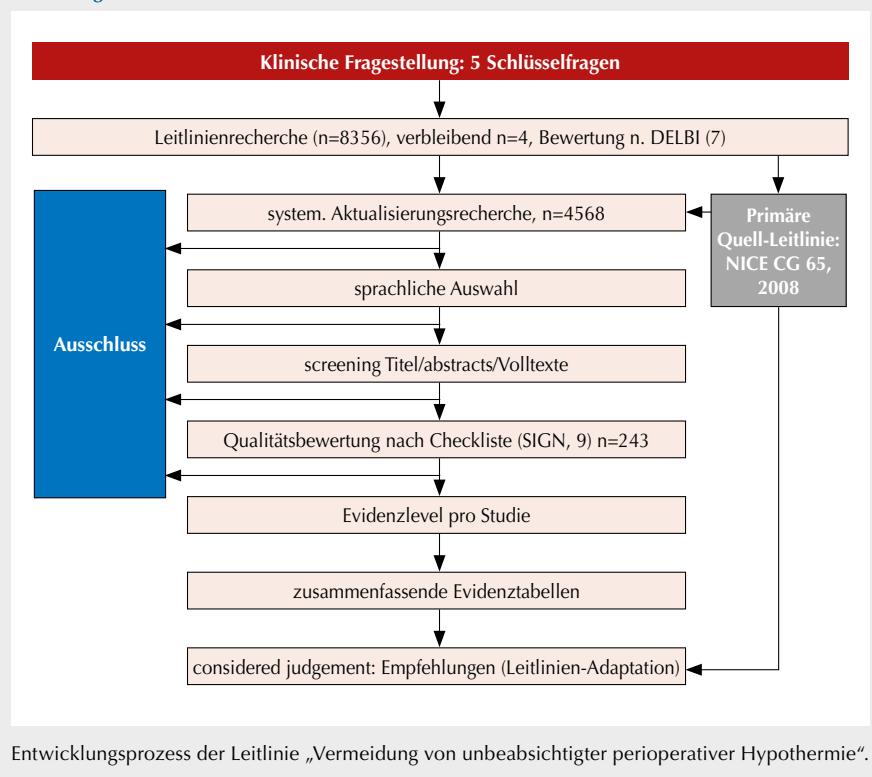


Tabelle 1

Vereinfachtes Schema zur Überleitung von Evidenz- und Empfehlungsstärken.

Evidenzgrad (Oxford)	Vereinfachte Definition der Quellen		Empfehlungsgrad	Beschreibung
	Therapie	Diagnostik		
I	Randomisierte kontrollierte Studien	Validierende Kohortenstudien	A („soll“)	Starke Empfehlung
II	Kontrollierte Studien ohne Randomisierung	Explorative Kohortenstudien	B („sollte“)	Empfehlung
III oder IV	Beobachtungs-Studien, Expertenmeinung		0 („kann“)	Empfehlung offen
	Strukturierte Konsensfindung - Klinisches Urteil		Experten-konsens	Konsensus über „good clinical practice“

Normalwert der Körperkern-temperatur und Hypothermie-Definition

Bereits im Jahr 1860 wurde durch den Leipziger Arzt Carl Wunderlich anhand von axillären Temperaturnessungen mit Quecksilberthermometern bei Tausenden von Patienten das Paradigma der mittleren Körper-Normaltemperatur von

37°C aufgestellt [12]. Auch die heute noch übliche „Fieberkurve“ hat Wunderlich zur Verlaufsbeobachtung stationärer Patienten eingeführt. Das Paradigma ließ sich auch mit modernen Thermometern und an Körperkern-näheren Messorten bestätigen. Mittlerweile ist aber auch bekannt, dass die Körpertemperatur einem Biorhythmus unterliegt und tages- bzw. jahreszeitlich schwankt. Der Gesamt-

Metabolismus trägt über die Wärmeproduktion zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur bei und wird durch körperliche Aktivität und hormonell beeinflusst.

Daher kann ein Temperatur-Normalbereich von 36,0–37,5°C festgestellt werden [13]. Folglich ist, wie auch in internationalen Leitlinien anerkannt, eine Körperkerntemperatur von 36°C als Hypothermiegrenze anzusehen.

Epidemiologische und pathophysiologische Aspekte von perioperativer Hypothermie

Eine europaweite Erhebung zur Praxis der intraoperativen Patientenwärmung ergab, dass nur 40% aller Patienten in Allgemeinanästhesie intraoperativ gewärmt und nur bei 20% die Temperatur gemessen wurde. Bei Patienten mit Regionalanästhesie wurden sogar nur 20% der Patienten gewärmt und nur 6% erhielten eine Temperaturmessung [14]. Daraus muss man schlussfolgern, dass die Notwendigkeit der Vermeidung einer unbeabsichtigten perioperativen Hypothermie im Bewusstsein von Anästhesisten und der Anästhesiepflege, aber auch bei Operateuren und Funktionsdiensten unzureichend verankert ist.

Nach Einleitung einer Allgemeinanästhesie ist der Temperatur-„Sollwert“ im Hypothalamus herabgesetzt. Die Auskühlung des Patienten resultiert im Wesentlichen aus der Wärmeumverteilung nach Narkoseeinleitung und der Wärmeabgabe des Körpers (Netto-Wärmeverlust). Der physikalische Wärmeaustausch zwischen Körper und Umgebung findet über vier Mechanismen statt, nämlich die Radiation (Wärmeabstrahlung), die ca. 50-70% ausmacht, die Konvektion (Wärmeabgabe über den Luftzug), die ca. 15-25% beträgt, die Evaporation (Verdunstung von Flüssigkeit über Haut und Schleimhäute) mit 5-20% und die Konduktion (Wärmeübertragung durch direkten Kontakt) mit ca. 3-5%. Für weitere Ausführungen zur perioperativen Thermo-regulation verweisen wir auf die Langfassung der Leitlinie [3].

Hypothermie-Diagnostik: Messung der perioperativen Körperkerntemperatur

Die Körperkerntemperatur ist ein Vitalparameter. Um einer Hypothermie vorzubeugen und sie frühzeitig zu erkennen, soll die Körperkerntemperatur des Patienten vor Transport in den OP (1-2 Stunden vor Beginn der Anästhesie) und auch bei Ankunft im OP gemessen werden (Expertenkonsens). Intraoperativ ist eine kontinuierliche Temperaturüberwachung zu empfehlen, wenn intermittierend gemessen wird, so sollte dies mindestens alle 15 min erfolgen (Expertenkonsens). Dies setzt eine Temperaturmessmöglichkeit an jedem Anästhesiearbeitsplatz voraus (Expertenkonsens), auch wenn dies derzeit nur für den Anästhesiearbeitsplatz für Kindernarkosen festgeschrieben ist [15].

Meßmethode und Ort der Messung der perioperativen Körperkerntemperatur

In der Praxis ist die Körpertemperaturmessung – abhängig von der Methode und dem Messort – mit erheblichen Ungenauigkeiten behaftet. Perioperativ sollte die Körperkerntemperatur möglichst am gleichen Ort und mit der gleichen Methode gemessen werden (Expertenkonsens). Die invasive Messung der Körperkerntemperatur in der A. pulmonalis über einen Swan-Ganz-Katheter gilt als Referenzort. Unter den wenig invasiven Meßorten ist die orale (sublinguale) Temperaturmessung derzeit am verlässlichsten (LoE Ib, 16, Empfehlungsgrad A). Sie ist einfach durchzuführen, reproduzierbar und korreliert gut mit der Körperkerntemperatur und kann prä- und postoperativ, aber auch intraoperativ angewendet werden (17). Perioperativ sind, abhängig vom OP-Gebiet, auch die naso-/oropharyngeale, ösophageale, vesikale oder direkt tympanale Temperaturmessung als wenig invasiv geeignet (LoE IIa, 16, Empfehlungsgrad A).

Die schnelle Infrarot-Ohr-Temperaturmessung ist ungenau, da meist nur die Gehörgangs- nicht aber die Trommelfell-Temperatur erfasst wird. Dies bedingt große Abweichungen zur Körperkerntemperatur von 1-2 °C und liefert auch anwenderabhängig unterschied-

liche Werte. Daher kann die Methode nicht empfohlen werden (LoE Ib, 16, Empfehlungsgrad A).

Risikofaktoren für eine unbeabsichtigte perioperative Hypothermie

Bereits in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts stellte der englische Arzt Sir George Pickering fest, dass die effektivste Methode, einen Menschen zu kühlen, sei, ihn in Narkose zu versetzen. Diese Anästhesie-immanente Nebenwirkung bedeutet, dass grundsätzlich jeder Patient in Allgemein- und/oder Regionalanästhesie eine Hypothermie entwickelt, wobei für das Ausmaß weitere patienten-, anästhesie-, operations-, pharmaka- und umgebungsbezogene Faktoren benannt werden können:

Ältere Patienten ab dem 60. Lebensjahr, Patienten mit erniedrigtem Körpergewicht, mit Vorerkrankungen, die die Thermoregulation beeinträchtigen (beispielsweise Diabetes mellitus mit Polyneuropathie, Hypothyreose oder Sedativa-/Psychopharmakaeinnahme) und alle Patienten, die eine höhere ASA (American Society of Anesthesiologists)-Risikoklasse (klassifiziert die postoperative Mortalität chirurgischer Patienten, wobei das Risiko mit höherer Klasse exponentiell ansteigt) als I haben, weisen ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer perioperativen Hypothermie auf. Auch eine bereits bestehende Hypothermie vor dem operativen Eingriff ist ein unabhängiger Risikofaktor für die weitere Auskühlung des Patienten [3].

Wird die Allgemeinanästhesie mit einer rückenmarksnahen Regionalanästhesie (insbesondere bei hoher spinaler Blockade mit entsprechender Sympathikolyse) kombiniert, steigt das Risiko einer intraoperativen Auskühlung des Patienten weiter an. Auch eine Anästhesiedauer über zwei Stunden und die intraoperative Gabe von großen Infusionsvolumina ungewärmerter Lösungen bzw. Transfusion von 4°C kalten Erythrozytenkonzentraten verstärken die unbeabsichtigte Hypothermie.

Art und Umfang sowie die Dauer des chirurgischen Eingriffs sind Operationsbezogene Risikofaktoren für die Ent-

wicklung einer Hypothermie. Ebenso die intraoperative Verwendung hoher Volumina ungewärmerter Spülösungen [3].

Auch die OP-Saal-Temperatur hat einen entscheidenden Einfluss auf die postoperative Körpertemperatur von Patienten: sie ist in einem wärmeren OP (21-24°C) signifikant höher als in einem kälteren OP (18-21°C), [18]. Daher wird eine Raumtemperatur des Operationssaales von mindestens 21°C bei Erwachsenen und mindestens 24°C bei Kindern empfohlen (LoE II, 18, Expertenkonsensus).

Folgen einer unbeabsichtigten perioperativen Hypothermie

Die schwerwiegendsten Komplikationen, die mit einer unbeabsichtigten perioperativen Hypothermie assoziiert sind, sind kardiale Ereignisse (LoE Ia, 2, 3, 19), wie Herzrhythmusstörungen und Herzinfarkte [20], Gerinnungsstörungen mit verstärkter Blutung und erhöhtem Transfusionsbedarf (LoE Ia, 21), Wundheilungsstörungen (LoE Ia, 2, 3) und Wundinfektionen [22] sowie Druckulzera.

Außerdem wird die Anästhetikawirkung verlängert [23], und die Kaliumkonzentration im Serum fällt ab. Auch der subkutane Sauerstoffpartialdruck wird im Wundgebiet durch die kältebedingte periphere Vasokonstriktion erniedrigt [24]. Dies beeinträchtigt auch die Phagozytoseaktivität sauerstoffabhängiger polymorphe Granulozyten und kann so zu vermehrten postoperativen Wundinfektionen führen.

Kältezittern („shivering“) kann bei einer postoperativen Hypothermie mit nachlassender Anästhetikawirkung auftreten. Es wird als ein physiologischer Mechanismus zur Wärmeproduktion angesehen, der von den betroffenen Patienten als sehr unangenehm empfunden wird und den Sauerstoffverbrauch um ca. 40% erhöht [25].

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine perioperative Hypothermie das Operationsergebnis und den postoperativen Verlauf negativ beeinflusst, so dass auch Krankenhausverweildauer und Behandlungskosten erhöht sind [2,3]. Subjektiv fühlen sich die betroffenen Patienten unwohl.

Möglichkeiten der Prophylaxe

Wärmung von Patienten vor der Operation (Vorwärmung, „prewarming“)

Das Konzept der Patienten-Vorwärmung basiert auf dem vereinfachten Modell, dass die Körperperipherie des Patienten als „Wärmepuffer“ angesehen werden kann. Im Wachzustand besteht ein natürliches Temperaturgefälle zwischen dem Körperkern und der Körperperipherie (Haut) von ca. 5-8°C. Durch Wärmung der Körperoberfläche wird der Gradient erniedrigt und der Gesamtwärmegehalt des Körpers erhöht, so dass der initiale, umverteilungsbedingte Temperaturabfall nach Anästhesieeinleitung verringert wird.

Diese aktive Vorwärmung (z.B. konvektiv) vor Einleitung einer Allgemeinanästhesie („prewarming“) zur Vermeidung der perioperativen Hypothermie ist sehr effizient (LoE Ia, 26 Empfehlungsgrad A). Dabei soll die Vorwärmung 10-30 Minuten betragen (LoE Ib, 27-29 Empfehlungsgrad A). Auch vor Anlage einer Epidural- oder Spinalanästhesie sollten Patienten aktiv gewärmt werden (LoE Ib, 28, Empfehlungsgrad B).

Aktive Wärmung von Patienten während der operativen Phase

Die sog. konvektive Wärmung, d.h. mit Hilfe einer Warmluftgebläsedecke ist sehr effektiv, da der größte Teil der Wärmeverluste des Patienten durch Radiation und Konvektion erfolgt. Durch diese Decke strömt erwärmte Luft über die Haut. Die Wärmegeräte sollten gereinigt und mit Filtern entsprechend der Herstellervorgaben verwendet werden, da sie bakteriell besiedelt sein können [30]. Eine weitere Steigerung der Effektivität der Wärmung von Patienten ist in Kombination mit Vorwärmung möglich [31].

Während der operativen Phase, also von der Anästhesie-Einleitung bis zur Anästhesie-Ausleitung, sollen alle Patienten mit einer Anästhesiedauer länger als 30 Minuten aktiv gewärmt werden (LoE Ia, 2, 3, Empfehlungsgrad A). Bei Patienten, die vorgewärmt wurden, kann bei einer Anästhesiedauer von weniger als 60 Minuten auf eine aktive intraoperative Wärmung verzichtet werden (Expertenkonsens).

Konduktive Wärmeverfahren (d.h. Wärmeübertragung durch direkten Kontakt) können zur Wärmeerhaltung alternativ zu konvektiven Verfahren eingesetzt werden (LoE Ia, 32, 33 Empfehlungsgrad B).

Passive Wärmung

Isolation ist ein externes (passives), effektives Verfahren, welches die radiativen und konvektiven Wärmeverluste über die Haut vermindert. Verschiedene Materialien reduzieren die Wärmeverluste um 30% [34]. Zusätzlich zur aktiven Wärmung soll die größtmögliche (nicht aktiv gewärmte) Körperoberfläche bedeckt (isoliert) werden (LoE III, Expertenkonsens). Isolation allein reicht zur Aufrechterhaltung intraoperativer Normothermie in der Regel nicht aus. Ein aktuelles Cochrane-review bestätigt, dass nur durch aktive Wärmung die Körpertemperatur um 0,5 bis 1°C im Vergleich mit Isolation erhöht wird [35].

Wärmung von Infusionen und Blutprodukten

Die Zufuhr größerer Mengen von kalten Infusionslösungen oder Blutprodukten senkt die Körperkerntemperatur [36], daher sollte die Wärmung von Infusionen und Blutprodukten bei Infusionsraten über 500 ml/h intraoperativ ergänzend eingesetzt werden (Expertenkonsens). Die Wärmung von Infusionslösungen in einem Infusionswärmer (sogenannte „inline“-Wärmung) ist sehr effektiv und sollte verwendet werden (LoE II, 2, 3, Empfehlungsgrad B).

Bei geringem Flüssigkeitsumsatz ist der alleinige Einsatz von Infusionswärmern ineffektiv zur Normothermieerhaltung [37].

Wärmung von Spülösungen

Intraoperative Spülösungen sollen auf 38-40°C vorgewärmt werden (LoE Ib, 3, 38, Empfehlungsgrad A).

Besondere Patientengruppe: Kinder

Säuglinge haben eine höhere Körperkerntemperatur als ältere Kinder und kühlen aufgrund unreifer Thermoregulationsmechanismen und einer im Verhältnis zum Körbergewicht größeren Körperoberfläche schneller ab [14]. Die

normale Körperkerntemperatur beträgt bei Kindern bis 5 Jahre 36,5-38,0°C (LoE IIb, 39). Bis zum 2. Lebensjahr wird die rektale Messung der Körperkerntemperatur empfohlen (LoE IIb, 39, Empfehlungsgrad A).

Postoperative Phase und Behandlung von Kältezittern („shivering“)

Kältezittern nach Operationen („shivering“) tritt bei 10-60% der Patienten nach Allgemein- [40] und Regionalanästhesie [29] auf und soll ursächlich durch aktive Wärmung therapiert werden. Die ergänzende medikamentöse Therapie kann z.B. mit Clonidin oder Pethidin erfolgen, allerdings ist es ein „off-label use“, da keine der Substanzen hierfür zugelassen ist (LoE IIa, 40, Empfehlungsgrad A).

Maßnahmen der weiter versorgenden Organisationseinheit

Nach Beendigung einer Anästhesie kehren die physiologischen Mechanismen der Thermoregulation rasch wieder zurück. Bei Aufnahme auf die postoperativ nachsorgende Organisationseinheit (Aufwachraum, IMC, Intensivstation, Normalstation) soll die Körperkerntemperatur des Patienten gemessen werden (Expertenkonsens). Ist der Patient postoperativ hypotherm soll er bis zum Erreichen von Normothermie aktiv gewärmt werden (Expertenkonsens). Dabei soll die Körperkerntemperatur regelmäßig, z.B. alle 15 Minuten gemessen werden (Expertenkonsens).

Patientenaufklärung, Implementierung der Leitlinie, Erfolgskontrolle des Wärmemanagements

Patienten sollen vor der Operation über das Risiko einer unbeabsichtigten perioperativen Hypothermie, Ursachen und Folgen sowie Maßnahmen zur Prophylaxe und Therapie aufgeklärt werden (Expertenkonsens). Zur Implementierung der Leitlinie wird eine perioperative Checkliste empfohlen (Expertenkonsens). Alle 3-6 Monate sollte stichprobenartig die Inzidenz postoperativer Hypothermie (Körperkerntemperatur der Patienten bei Aufnahme im Aufwachraum) erhoben werden.

Anhang

Übersicht aktualisierte Literaturrecherche Medline 1.11.2012 bis 19.08.2014 zur Leitlinie „Vermeidung von perioperativer Hypothermie“

Autor, Titel, Referenz	Evidenztyp, Oxford Evidenzgrad	n	Qualität inklud. Studien	Patienten Merkmale	Maßnahme/ Vergleich	Outcome Messung	Effekt, Größe, Ergebnis	Finan-zierung	Kommentar
1 Roberson MC, et al: A Review of the Evidence for Preoperative Warming of Adults Undergoing General Anesthesia. AANA J 2013;81:351-6	syst. review, 1a	7 RCT's, 1 Kohorten-studie, n=665	II-III	erwachsene chirurgische Patienten	präoperative Wärzung mit Warmluft-gebläsedecken oder Kohlefaser- bzw. Kohle-Polymer Matten	postope-rative Körper-kerntem-peratur (KKT)	7 Studien zeigen post-operative KKT $>36^{\circ}\text{C}$ 1 Studie zeigt keinen positiven Effekt bzw. hat unzureichende Statistik, insgesamt ist Vorwärmung effektiv	keine Angabe	bestätigt review von de Brito Poveda V, et al: A systematic review on the effectiveness of prewarming to prevent periop. hypothermia. J Clin Nurs 2013;22: 906-18
2 Kellam MD, et al: Forced-Air Warming Devices and the Risk of Surgical Site Infections. AORN J 2013;98:354-66	syst. review, 1a	3 RCT's, n=1483, 12 OP-/Geräte-Studien	II-IV	erwachsene chirurgische Patienten, Freiwillige, Manikins	Warmluft-gebläsedecken	Bakterien Zahl, postop. Wund-infekte	Bakterienzahl im Wärmegeät erhöht, nicht im Operations-saal/am Patienten, Effekt auf postoperative Wundinfekte ungeklärt. Geräte gereinigt und mit Filter benutzen	kein Support	viele der Studien Industrie-finanziert
3 Alderson P, et al: Thermal insulation for preventing inadvertent perioperative hypothermia. Cochrane Database Syst Rev 2014;6:CD009908	syst. review, 1a	16 RCT's, n=421	III- IV, mangel-hafte bzw. nicht genannte Verblindung	erwachsene chirurgische Patienten	Warmluft-gebläsedecken versus Isolierung (passive Wärzung)	Körper-kerntem-peratur (KKT)	Wärmluftgebläse-decken erhöhen KKT um $0.5\text{--}1^{\circ}\text{C}$ vergli-chern mit Isolierung; Effekt auf postoperative Komplikationen unklar	keine Angabe	unterstützt NICE guideline CG 65

Ergebnisse: 12 Treffer, **Ausschluss** (primär, Titel): Kardiochirurgie: 1; weiter ausgeschlossen: 4 unsystematische Reviews, 1 retrospektive Analyse, 1 Editorial und 2 Implementierungsprotokolle zur perioperativen Hypothermievermeidung.

Interessenkonflikt

Prof. Torossian wurde für eine Beratertätigkeit honoriert von Mölnlycke, GE und Arizant. Teilnahmegebühren für Kongresse sowie Reise- und Übernachtungskosten erhielt er von Arizant und Mölnlycke. Für ein von ihm initiiertes Forschungsvorhaben erhielt er Gelder von Mölnlycke und 5 Med.

Prof. Wulf erhielt Institutsdrittmittel für die Durchführung von klinischen Auftragsstudien von Mölnlycke und Vortragshonorare von Smith Medical und Arizant.

PD Höcker bekam Erstattung für die Teilnahmegebühren von Kongressen sowie Reise- und Übernachtungskosten von 3M. Für Vorträge wurde er honoriert von 3M, Mölnlycke und The 37° Company. Von 3M erhielt er Sachmittelunterstützung für ein von ihm initiiertes Forschungsvorhaben.

Prof. Bräuer wird für Beratertätigkeiten honoriert von 3M. Für die Vorbereitung von wissenschaftlichen Tagungen erhielt er Honorare von 3M und LMA Deutschland. Teilnahmegebühren für Kongresse sowie Reise- und Übernachtungskosten wurden ihm von 3M erstattet. Des Weiteren erhielt er Honorare für die Durchführung von klinischen Auftragsstudien von Firma LMA Deutschland.

Prof. Bein erhielt Honorare für eine Beratertätigkeit, Erstattung von Reise- und Übernachtungskosten, für die Vorbereitung von wissenschaftlichen Tagungen sowie für ein von ihm initiiertes Forschungsvorhaben von 3M Deutschland.

PD Horn erklärt, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- Moola S, Lockwood C: Effectiveness of strategies for the management and/or prevention of hypothermia within the adult perioperative environment. Int J Evid Based Healthc 2011;94:337-45
- NICE: Clinical-Practice-Guideline, The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults. National Collaborating Centre for Nursing and Supportive Care commissioned by National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE), <http://guidance.nice.org.uk/CG65>, 2008.
- S3 Leitlinie „Vermeidung von perioperativer Hypothermie“ 2014, www.awmf.org/leitlinien/detail/II/001-018.html - Zugriff am 09.05.2014.
- Joanna Briggs Institute: Strategies for the management and prevention of hypothermia within the adult perioperative environment. Best Practice 2010; 14(13):1-4. connect.jbconnectplus.org/ViewSourceFile.aspx?o=5393. - Zugriff am 22.05.2013

5. Forbes SS, Eskicioglu C, Nathens AB, Fenech DS, Laflamme C, McLean RF, McLeod RS: Evidence-based guidelines for prevention of perioperative hypothermia. *J Am Coll Surg* 2009;209:492-503
6. Hooper VD, Chard R, Clifford T, Fetzer S, Fossum S, Godden B, Martinez EA, Noble KA, O'Brien D, Odom-Forren J, Peterson C, Ross J, Wilson L; ASPAN: ASPAN's evidence-based clinical practice guideline for the promotion of perioperative normothermia: second edition. *J Perianesth Nurs* 2010;25:346-65
7. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) und Ärztliches Zentrum für Qualität in der Medizin (ÄZQ), Hrsg. Deutsches Leitlinien-Bewertungs-Instrument (DELBI). Leitlinienbewertung. www.leit-linien.de/leitlinienmethodik/leitlinienbewertung/delbi - Zugriff am 22.5.2013
8. Torossian A: Intraoperative temperature management. *Anesthesiol Intensivmed Notfall Schmerzmed* 2008;43:397-9
9. Scottish Intercollegiate Guidelines Network: A Guideline developers handbook. SIGN publication No. 50, 2001. www.sign.ac.uk/guidelines/fulltext/50/index.html. - Zugriff am 01.09.2012
10. Philipp B, Ball C, Sackett D, Badenoch D, Straus S, Haynes B, Dawes M: Levels of evidence and grades of recommendations. Oxford: Oxford Centre for Evidence-Based Medicine 2009. www.cebm.net/levels_of_evidence.asp - Zugriff am 25.09.12
11. S3 Leitlinie „Vermeidung von perioperativer Hypothermie“ 2014. Leitlinien-Methodenreport. awmf.org/leitlinien/aktuelle-leitlinien.html - Zugriff am 09.05.2014
12. Wunderlich C: Das Verhalten der Eigenwärme in Krankheiten, Hrsg. O. Wigard, Leipzig; 1868
13. Sund-Levander M, Forsberg C, Wahren LK: Normal oral, rectal, tympanic and axillary body temperature in adult men and women: a systematic literature review. *Scand J Caring Sci* 2002;16:122-8
14. Torossian A: TEMMP (Thermoregulation in Europe Monitoring and Managing Patient Temperature) Study Group. Survey on intraoperative temperature management in Europe. *Eur J Anaesthesiol* 2007;24:668-75
15. Beck G, Becke K, Biermann E, Deja M, Hofer H, Iberl T, Komar H, Mertens E, Pries T, Schleppers A, Sorgatz H, Strauß J, Van Aken H, Vescia F: Mindestanforderungen an den anästhesiologischen Arbeitsplatz. *Anästh Intensivmed* 2013; 54:39-42
16. Barnason S, Williams J, Proehl J, Brim C, Crowley M, Leviner S, Lindauer C, Naccarato M, Storer A: Emergency nursing resource: non-invasive temperature measurement in the emergency department. *J Emerg Nurs* 2012;38:523-30
17. Höcker J, Bein B, Bohm R, Steinfath M, Scholz J, Horn EP: Correlation, accuracy, precision and practicability of perioperative measurement of sublingual temperature in comparison with tympanic membrane temperature in awake and anaesthetised patients. *Eur J Anaesthesiol* 2012;29:70-4
18. El-Gamal N, El-Kassabany N, Frank SM, Amar R, Khabar HA, El-Rahmany HK, Okasha AS: Age-related thermoregulatory differences in a warm operating room environment (approximately 26 degrees C). *Anesth Analg* 2000;90:694-8
19. Scott EM, Buckland R: A systematic review of intraoperative warming to prevent postoperative complications. *AORN J* 2006; 83:1090-104, 1107-13
20. Frank SM, Fleisher LA, Breslow MJ, Higgins MS, Olson KF, Kelly S, Beattie C: Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events: A randomized clinical trial. *JAMA* 1997;277:1127-1134
21. Rajagopalan S, Mascha E, Na J, Sessler DI: The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement. *Anesthesiology* 2008;108:71-7
22. Melling AC, Ali B, Scott EM, Leaper DJ: Effects of preoperative warming on the incidence of wound infection after clean surgery: a randomised controlled trial. *Lancet* 2001;358:876-80
23. Heier T, Caldwell JE, Sessler DI, Miller RD: Mild intraoperative hypothermia increases duration of action and spontaneous recovery of vecuronium blockade during nitrous oxide-isoflurane anesthesia in humans. *Anesthesiology* 1991;74:815-19
24. Sessler DI: Mild perioperative hypothermia. *N Engl J Med* 1997;336:1730-7
25. Alfonsi P, Nourredine KE, Adam F, Chauvin M, Sessler DI: Effect of postoperative skin-surface warming on oxygen consumption and the shivering threshold. *Anesthesia* 2003;58:1228-34
26. Roberson MC, Dieckmann LS, Rodriguez RE, Austin PN: A review of the evidence for active preoperative warming of adults undergoing general anesthesia. *AANA J* 2013;81:351-6
27. Horn EP, Bein B, Bohm R, Steinfath M, Sahili N, Hocker J: The effect of short time periods of pre-operative warming in the prevention of peri-operative hypothermia. *Anaesthesia* 2012;67:612-7
28. Horn EP, Schroeder F, Gottschalk A, Sessler DI, Hiltmeyer N, Standl T, Schulte am Esch J: Active warming during cesarean delivery. *Anesth Analg* 2002;94:409-14
29. Bräuer A, Waeschle RM, Heise D, Perl T, Hinz J, Quintel M, Bauer M: Preoperative prewarming as a routine measure. First experiences. *Anaesthetist* 2010;59:842-50
30. Kellam MD, Dieckmann LS, Austin PN: Forced-Air Warming Devices and the Risk of Surgical Site Infections. *AORN J* 2013;98:356-66
31. Vanni SM, Braz JR, Modolo NS, Amorim RB, Rodrigues GR, Jr.: Preoperative combined with intraoperative skin-surface warming avoids hypothermia caused by general anesthesia and surgery. *J Clin Anesth* 2003;15:119-25
32. De Witte JL, Demeyer C, Vandemaele E: Resistive-heating or forced-air warming for the prevention of redistribution hypothermia. *Anesth Analg* 2010;110:829-33
33. Galvao CM, Marck PB, Sawada NO, Clark AM: A systematic review of the effectiveness of cutaneous warming systems to prevent hypothermia. *J Clin Nurs* 2009;18:627-36
34. Sessler DI, McGuire J, Sessler AM: Perioperative thermal insulation. *Anesthesiology* 1991;74:875-879
35. Alderson P, Campbell G, Smith AF, Wartig S, Nicholson A, Lewis SR: Thermal insulation for prevention of inadvertent perioperative hypothermia. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;6: CD009908
36. Andrzejowski JC, Turnbull D, Nandakumar A, Gowthaman S, Eapen G: A randomised single blinded study of the administration of pre-warmed fluid vs active fluid warming on the incidence of peri-operative hypothermia in short surgical procedures. *Anaesthesia* 2010; 65:942-5
37. Sessler DI: Complications and treatment of mild hypothermia. *Anesthesiology* 2001;95:531-43
38. Jin Y, Tian J, Sun M, Yang K: A systematic review of randomised controlled trials of the effects of warmed irrigation fluid on core body temperature during endoscopic surgeries. *J Clin Nurs* 2011; 20:305-16
39. Arbeitskreis Kinderanästhesie der DGAI. Die häufigsten Fehler in der Kinderanästhesie, www.ak-kinderanaesthetie.de/files/Celle 2009_Simon_Fehler_Kinderanaesthesia.pdf, 2009 - Zugriff am 18.02.2013
40. Joris J, Banache M, Bonnet F, Sessler DI, Lamy M: Clonidine and ketanserin both are effective treatments for postanesthetic shivering. *Anesthesiology* 1993; 79:532-539.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Alexander Torossian

Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie, Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Marburg
Baldinger Straße 1
35043 Marburg, Deutschland
E-Mail: alexander.torossian@med.uni-marburg.de