

## Practice of perioperative thermal management in paediatric anaesthesia. A questionnaire survey presented at the Annual Meeting of the Scientific Working Group on Paediatric Anaesthesia 2022

A. Bräuer<sup>1</sup> · C. Miller<sup>1</sup> · K. Becke-Jakob<sup>2</sup> · M. Nemeth<sup>1</sup>

► **Zitierweise:** Bräuer A, Miller C, Becke-Jakob K, Nemeth M: Praxis des perioperativen Wärmemanagements in der Kinderanästhesie. Eine Fragebogenerhebung auf der Jahrestagung des wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie 2022. *Anästh Intensivmed* 2023;64:189–195.  
DOI: 10.19224/ai2023.189

- 1 Klinik für Anästhesiologie, Universitätsmedizin Göttingen (Direktor: Prof. Dr. K. Meissner)
- 2 Abteilung für Anästhesie, Kinderanästhesie und Intensivmedizin, Klinik Hallerwiese-Cnopf'sche Kinderklinik, Nürnberg (Chefärztin: Dr. K. Becke-Jakob)

### Danksagung

Wir bedanken uns bei allen an dieser Umfrage teilnehmenden Kolleg\*innen.

### Interessenkonflikt

A. Bräuer war in den letzten zwei Jahren im Advisory Board der Firmen 37 Company und 3M tätig. Des Weiteren hat er Honorare für Vorträge und/oder Gutachten von den Firmen 3M, 37 Company und Moeck und Moeck erhalten. Die anderen Autor\*innen geben an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

### Schlüsselwörter

Anästhesiologie – Kinder – Temperatur – Fragebogenerhebung

### Keywords

Anaesthesiology – Children – Temperature – Surveys and Questionnaire

### Zusammenfassung

**Fragestellung:** Die Aufrechterhaltung von perioperativer Normothermie gehört zu den 10-N-Qualitätskriterien einer sicheren Kinderanästhesie. Während bei Erwachsenen zahlreiche evidenzbasierte Empfehlungen existieren, ist die Evidenzlage bei Kindern gering. Ziel dieser Arbeit ist, verschiedene Vorgehensweisen und unterschiedliche Strategien zu eruieren.

**Methodik:** Die Teilnehmer\*innen der Jahrestagung des wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie der DGAI (16.–18. Juni 2022 in Kronberg) erhielten einen Fragebogen zu ihrer täglichen Praxis des perioperativen Wärmemanagements bei Kindern. Die 14 Fragen adressierten Herangehensweisen bezüglich Standards, OP-Saaltemperatur, angewandeter Wärmestrategie, Messverfahren sowie Einschätzung der Effektivität. Die Teilnahme war freiwillig und anonym.

**Ergebnisse:** 65 von 94 Fragebogen wurden ausgewertet. Bei 56 % bestehen schriftliche Standards zum perioperativen Wärmemanagement, bei 28 % davon spezifische Standards für Kinder. Die mediane OP-Saaltemperatur für Kinder unter 1 Jahr beträgt 26,0 (erstes bis drittes Quartil: 24,0 bis 26,0) °C, für Kinder über 1 Jahr 24,0 (22,0 bis 24,8) °C. 46 % führen keine aktive Vorwärmung durch. Die initialen Temperatureinstellungen konvektiver Wärmesysteme betragen 40,0 (38,8 bis 43,0) °C, 89 % verstellen diese im Verlauf nach persönlichen Einschätzungen. Die

## Praxis des perioperativen Wärmemanagements in der Kinderanästhesie

### Eine Fragebogenerhebung auf der Jahrestagung des wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie 2022

Körperkerntemperatur (KKT) wird am häufigsten oro- und nasopharyngeal sowie rektal gemessen. Die Prävalenz von perioperativer Hypothermie (KKT <36 °C) wurde auf 5 (2 bis 10) % geschätzt, jene der Hyperthermie (KKT >38 °C) auf 10 (5 bis 10) %. 51 % der Befragten beschreiben in ihrer täglichen Praxis eine höhere Rate an Hyperthermien als an Hypothermien.

**Schlussfolgerungen:** Das perioperative Wärmemanagement bei Kindern ist heterogen. Sinnvolle und evidenzbasierte Strategien scheinen dringend erforderlich, um sowohl Hypo- als auch Hyperthermien zu vermeiden.

### Summary

**Objectives:** Maintenance of perioperative normothermia is one of the 10-N quality criteria of safe paediatric anaesthesia. While numerous evidence-based recommendations exist in adults, evidence in children is scarce. The aim of this questionnaire survey is to elicit different approaches and strategies.

**Methods:** Participants of the annual meeting of the Scientific Working Group on Paediatric Anaesthesia of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (June 16–18, 2022 at Kronberg, Germany) received a questionnaire about their practice of perioperative thermal management in children. 14 questions addressed standards of care, operating room temperature, thermal strategy, measurement technique and assessment of effectiveness. Participation was voluntary and anonymous.

**Results:** 65 out of 94 questionnaires were analysed. 56 % have written standards for perioperative thermal management, 28 % of which have specific paediatric standards. The median operating room temperature is 26.0 (1st quartile to 3rd quartile: 24.0 to 26.0) °C for infants, and 24.0 (22.0 to 24.8) °C for children aged 1 year or higher. 46 % do not perform active pre-warming. Initial temperature settings for convective warming systems are 40.0 (38.8 to 43.0) °C, 89 % adjust these according to individual assessment. Core body temperature is most frequently measured in the oropharynx and nasopharynx followed by rectally. The prevalence of hypothermia (<36 °C) was estimated at 5 (2 to 10) %, of hyperthermia (> 38 °C) at 10 (5 to 10) %. 51 % of the respondents stated that hyperthermia occurred more frequently than hypothermia in their daily practice.

**Conclusions:** Perioperative thermal management in children is heterogeneous. Meaningful and evidence-based strategies to avoid hypothermia or hyperthermia seem urgently needed.

## Einleitung

Anästhesiebedingte Komplikationen treten bei Kindern etwa zehnmals häufiger als bei Erwachsenen auf [1]. Eine sorgfältige und sachgemäße Durchführung der Anästhesie ist daher bei Kindern ganz besonders wichtig [2]. Dafür wurde durch die international aktive Initiative „SafeTOTS“ (www.safetots.org) eine Matrix vorgestellt, welche unter dem Konzept der „10-N-Qualitätskriterien der Kinderanästhesiologie“ Verbreitung fand [3]. Ziel ist die konsequente Wahrung der Homöostase von Kindern während der gesamten perioperativen Behandlung.

Eines der Qualitätskriterien adressiert die Aufrechterhaltung von perioperativer Normothermie [3,4]. Dies soll durch konsequentes Vermeiden von Auskühlung sowie durch aktives Wärmemanagement (Temperaturmessung, konvektive Wärmesysteme) erreicht werden [2]. Wie, wann, wie lange und bei wem, darüber gibt es bei Kindern im

Gegensatz zu Erwachsenen [5,6] nur wenig Evidenz. Die meisten Empfehlungen entstanden durch Extrapolation von Daten aus Studien bei Erwachsenen [7].

Bei Kindern ist evident, dass der Einsatz effizienter Wärmesysteme die Inzidenz perioperativer Hypothermie signifikant reduziert [8,9]. Bei zu aggressiver Erwärmung besteht jedoch das Risiko einer iatrogenen Hyperthermie [10]. Die optimale Geräteeinstellung zu Beginn und im weiteren Verlauf der Wärmetherapie mit dem Ziel, sowohl Hypo- als auch Hyperthermie zu vermeiden, gilt es noch herauszufinden [11]. Grundvoraussetzung zur Steuerung des Wärmemanagements ist eine adäquate Erfassung der Körperkerntemperatur. Der Goldstandard der Messung in der Pulmonalarterie ist bei nicht-kardiochirurgischen Eingriffen aufgrund der Invasivität gänzlich ungeeignet [7]. Ösophageale oder nasopharyngeale Messungen eignen sich als gute Surrogate für die Körperkerntemperatur [12,13]. Erst kürzlich wurden für Kinder Empfehlungen für die Insertionstiefe nasopharyngealer Temperatursonden veröffentlicht [14,15].

An vielen Stellen fehlt es daher im Klinikalltag noch an Evidenz. Ziel dieser Fragebogenerhebung war es, die Praxis des perioperativen Wärmemanagements in der Kinderanästhesie unter den Teilnehmer\*innen einer kinderanästhesiologischen Fachtagung in Deutschland

abzubilden um herauszufinden, welche Vorgehensweisen verbreitet sind und in welchen Bereichen es unterschiedliche Strategien gibt. Daraus kann abgeleitet werden, wo Bedarf an weiteren Untersuchungen oder Empfehlungen besteht.

## Methodik

Für diese Fragebogenerhebung waren kein Ethikvotum und keine Studienregistrierung notwendig. Die Teilnehmer\*innen der Jahrestagung des wissenschaftlichen Arbeitskreises Kinderanästhesie (16.–18. Juni 2022 in Kronberg) erhielten einen ausgedruckten Fragebogen mit insgesamt 14 Fragen zu ihrer täglichen Praxis des perioperativen Wärmemanagements bei Kindern. Die Teilnahme an der Fragebogenerhebung war freiwillig und anonym. Eine Mehrfachteilnahme war nicht möglich. Bei manchen Fragen waren Mehrfachauswahlen möglich.

Hypothermie wurde als Körperkerntemperatur unter 36 °C definiert, Hyperthermie als Körperkerntemperatur über 38 °C [7]. Die Fragen gliederten sich in sechs Bereiche (Tab. 1).

Die Rücklaufquote wurde über die Erfassung der Anzahl an verteilten Fragebogen bestimmt. Für die rein deskriptive Status-quo-Analyse wurden keine statistischen Tests angewendet. Aufgrund der Mehrfachauswahl bei den Messverfahren der Körperkerntemperatur wurden

**Tabelle 1**

Elemente des ausgehändigten Fragebogens.

1. Struktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versorgungsstufe</li> </ul>
2. Schriftliche Standards für das Wärmemanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemein vorhanden?</li> <li>• Spezifisch für Kinder?</li> </ul>
3. OP-Saaltemperatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinder</li> <li>• Frühgeborene/Neugeborene/Säuglinge</li> </ul>
4. Angewendete Wärmestrategie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• System</li> <li>• Indikation</li> <li>• Vorwärmung</li> <li>• initiale Einstellungen</li> <li>• Veränderung der Einstellung im Verlauf</li> </ul>
5. Messung der Körperkerntemperatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwendeter Messort</li> </ul>
6. subjektive Einschätzung der Effektivität des verwendeten Wärmemanagements und der Risikopatient*innen für Hypothermie und Hyperthermie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geschätzte Prävalenz von Hypothermie</li> <li>• höchste Gefährdung für Hypothermie</li> <li>• geschätzte Prävalenz von Hyperthermie</li> <li>• höchste Gefährdung für Hyperthermie</li> </ul>

die Angaben bei numerischer Häufigkeit faktorisiert gezählt. Wenn möglich, wird der Median mit dem ersten und dritten Quartil angegeben. Die Auswertung und grafische Darstellung der Ergebnisse erfolgten mit Hilfe von Microsoft Excel (Office 2019, Microsoft, Redmond, USA).

## Ergebnisse

Von 94 ausgegebenen Fragebogen kamen 65 zur Auswertung (Rücklaufquote: 69 %). 66 % der Befragten sind in Maximalversorgern tätig, 14 % in Schwerpunktkliniken, 9 % in Kinderkrankenhäusern, 9 % in der Grund- und Regelversorgung und 9 % im niedergelassenen Bereich. In mehreren Fällen gaben die Ärzt\*innen eine Kombination von Maximalversorger und Kinderkrankenhäusern an.

### Schriftliche Standards

56 % gaben an, dass allgemeine schriftliche Standards zum perioperativen Wärmemanagement in ihrer Struktur beste-

hen. Bei 28 % davon bestehen spezifische Standards für Kinder.

### OP-Saaltemperatur

Die mediane OP-Saaltemperatur für Kinder unter 1 Jahr beträgt 26,0 (24,0 bis 26,0) °C. Bei 17 % der Befragten wurde darüber hinaus eine höhere als 26 °C liegende Saaltemperatur angegeben, während nur 2 % eine unter 20 °C liegende Saaltemperatur angaben. Bei 15 % existiert kein Standard. Bei Kindern über 1 Jahr liegt die mediane Saaltemperatur bei 24,0 (22,0 bis 24,8) °C. Während 7 % eine Saaltemperatur von 20 °C oder weniger angaben, wärmen 11 % den OP-Saal auf 26 °C oder höher. Bei 31 % der Befragten existiert kein Standard.

### Angewendete Wärmestrategie

86 % der Befragten nutzen zum aktiven Wärmemanagement konvektive Lufterwärmung. Eine externe Wärmetherapie unabhängig von der geplanten Operationsdauer führen 61 % durch. In 39 % wird eine Wärmetherapie abhängig von

geplanter OP oder anderen Faktoren durchgeführt.

46 % der Befragten führen keine aktive Vorwärmung durch, weitere 32 % für weniger als fünf Minuten. 17 % gaben an, die aktive Vorwärmung für 10 Minuten oder länger einzusetzen. Die initialen Temperatureinstellungen des externen Wärmegeräts liegen zwischen 37 und 43 °C (Abb. 1), der Median beträgt 40,0 (38,8 bis 43,0) °C.

Während 89 % diese Wärmeeinstellung im Verlauf der Operationen nach persönlichen Einschätzungen verändern, liegen bei 4 % vordefinierte Standards zur Veränderung im Verlauf vor.

### Messung der Körperkerntemperatur

Am häufigsten wird intraoperativ die Körperkerntemperatur oropharyngeal (28 %), nasopharyngeal (28 %) und rektal (23 %) gemessen. Messungen im Ösophagus, in der Blase, am Trommelfell und an der Haut werden seltener durchgeführt (Abb. 2).

Abbildung 1

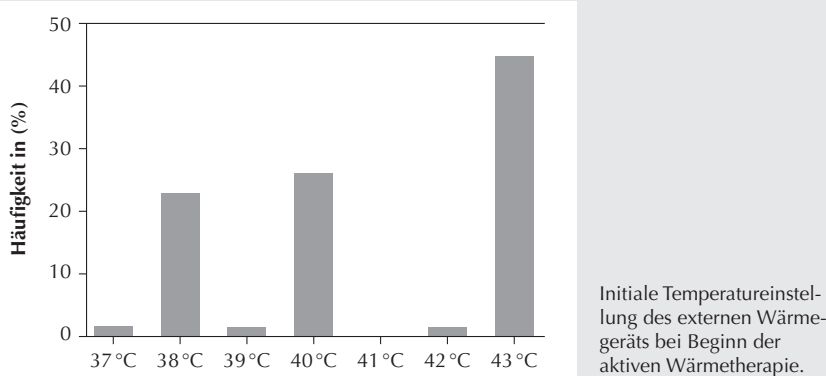
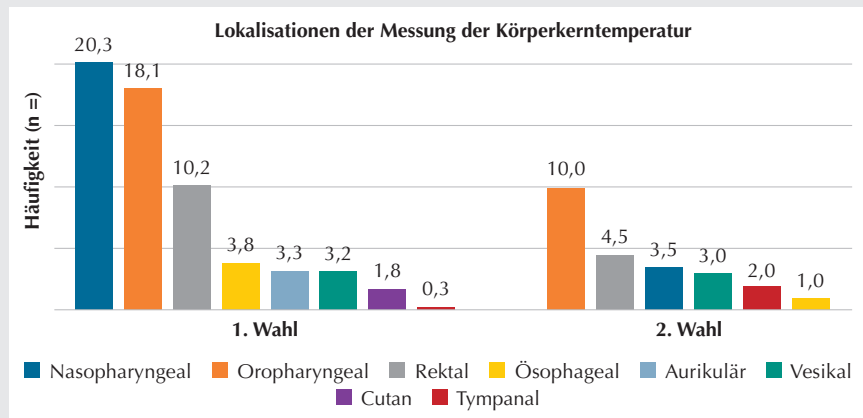


Abbildung 2



### Subjektive Einschätzung der Effektivität des verwendeten Wärmemanagements und der Risikopatient\*innen für Hypothermie und Hyperthermie

Die Prävalenz von perioperativer Hypothermie wurde auf 5 (2 bis 10) % geschätzt. Die Prävalenz an perioperativer Hyperthermie wurde auf 10 (5 bis 10) % geschätzt. 51 % der Befragten beschreiben in ihrer täglichen Praxis eine höhere Rate an Hyperthermien als an Hypothermien. Für 12 % hingegen kommen Hypothermien häufiger vor.

Oft genannte operative Risikofaktoren für Hypothermien waren Laparotomien (n = 22), Thorakotomien (n = 9), Verbrennungen (n = 8) und neurochirurgi-

sche Eingriffe (n = 8). Auch Frühgeburtlichkeit (n = 10), Säuglingsalter (n = 8) sowie längere Eingriffe (n = 6) wurden als Risikofaktoren gesehen.

Oft genannte Risikofaktoren für Hyperthermien waren lange Operationsdauer (n = 13) und Eingriffe mit großflächiger OP-Abdeckung (n = 7), beispielsweise in der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie oder in der Kinderurologie (z. B. Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten-Operationen (n = 12) und Hypospadiekorrekturen (n = 8)).

### Diskussion

Die vorliegenden Daten durch Befragung von in Deutschland, Österreich und der Schweiz tätigen Kinderanäs-

thesist\*innen zeichnen bei einigen Punkten ein sehr heterogenes Bild des perioperativen Wärmemanagements bei Kindern. Nicht überall existieren institutionelle Standards. Klinikübergreifend sind die initialen Temperatureinstellungen, die Dauer des Vorwärmens und die Lokalisation der Temperaturmessung stark variabel. Hyperthermie scheint im kideranästhesiologischen Alltag ein größeres Problem als Hypothermie zu sein.

Auch wenn diese Fragebogenerhebung nur eine ausgewählte und geringe Teilnehmer\*innenzahl hatte, so handelt es sich bei diesen um eine hochselektierte Gruppe an Anästhesist\*innen mit einem großen Interesse und einer hohen Expertise an bzw. in der Kinderanästhesie. Dies erklärt auch die hohe Rücklaufquote von 69 %.

Interessanterweise gibt es nur bei etwas mehr als der Hälfte schriftliche Standards zum perioperativen Wärmemanagement, obwohl schriftliche Standards ein etabliertes Werkzeug zur Qualitätssicherung sind [6,16]. Bei einer Online-Umfrage 2015 gaben zumindest 72 % an, schriftliche Standards zum generellen Wärmemanagement zu haben [17]. Nur knapp ein Viertel der Befragten haben spezifische Standards für Kinder. Noch gibt es zu wenig Evidenz dafür, ob es wirklich derart große Unterschiede im Wärmemanagement von Kindern benötigt, die separate Standards erfordern.

Ein in der Literatur häufig genannter Unterschied zur Versorgung von Erwachsenen stellt die Nutzung höherer OP-Saaltemperaturen bei Kindern dar. Dies wird in der S3-Leitlinie „Vermeidung von perioperativer Hypothermie“ nur indirekt empfohlen [6]. Die Empfehlung lautet, dass die OP-Saaltemperatur mindestens 21 °C für Erwachsene und Kinder, als Kompromiss zwischen Wärmeverlust von Patient\*innen und Komfort von Operateur\*innen, betragen soll [6]. International werden teilweise höhere Temperaturen rund um 24 °C für Eingriffe bei Kindern angestrebt [18], bei Neugeborenen und Säuglingen sogar noch höhere [7]. Nach Angaben in unserer Befragung liegen die OP-Saal-



temperaturen ungefähr in dieser Größenordnung. Ob die Hochregulation der Saaltemperatur entscheidend oder bei konsequenter aktiver Wärmetherapie vor Narkoseeinleitung überhaupt erforderlich ist, ist bisher nicht bekannt. Aus retrospektiven Untersuchungen kann man jedoch ein niedriges Evidenzlevel für die Wirksamkeit dieser Maßnahme bei Kindern ableiten [19]. Bei Erwachsenen scheint die Umgebungstemperatur im OP insgesamt nur einen geringen Einfluss auf die Körperkerntemperatur zu haben, wenn keine ausgeprägten Risikofaktoren bestehen und die Patient\*innen konsequent aktiv erwärmt werden [20].

Erstaunlich hingegen erscheint, dass 46 % der Teilnehmer keine aktive Vorwärmung durchführen. Möglicherweise ist dies in der Vorstellung begründet, dass eine erhöhte Saaltemperatur Vorwärmung überflüssig machen würde [21]. Eine andere Möglichkeit ist, dass das Konzept der Vorwärmung unterschiedlich verstanden wird. Im Grundsatz ist aktive Vorwärmung dadurch definiert, dass eine aktive Wärmezufuhr vor Beginn der Narkoseeinleitung durchgeführt wird [6]. Dies kann entweder in der Wartezone oder aber im OP direkt vor Narkoseeinleitung durchgeführt werden [6], wobei die letztere wahrscheinlich die häufiger genutzte Variante darstellt.

Vor dem Hintergrund, dass Kinder in den meisten Fällen mittels Unterlegdecken gewärmt werden, sollte es ohne weiteres möglich sein, diese schon vor Einleitung des Kindes in Betrieb zu nehmen [7]. Auch wenn bei kleinen Kindern relativ wenig Wärme nach Narkoseinduktion in die Körperperipherie umverteilt werden kann, verhindert eine aktive Wärmetherapie das Auskühlen der Kinder vor der Einleitung [7]. Die S3-Leitlinie empfiehlt eine aktive Vorwärmung vor Einleitung einer Allgemeinanästhesie für möglichst 30, aber zumindest 10 Minuten [6]. Aufgrund ihres größeren Verhältnisses von Körperoberfläche zu Gewicht sollte bei Kindern, die kein hohes Hypothermie-Risiko haben, eine Dauer von 10 Minuten in der Regel ausreichend sein. Klinische Studien bei Kindern zeigen

einen eindeutigen Benefit zugunsten einer niedrigen Hypothermie-Rate [8,9,11,22,23].

Wie hoch die Temperatur des Wärme­gerätes initial eingestellt wird, wird im Alltag unterschiedlich gehandhabt. Fast die Hälfte der Anästhesist\*innen verwendet mit 43 °C die höchste Temperaturstufe, während die andere Hälfte eher 38–40 °C als initiale Temperatur wählt. Ob eine der gewählten Einstellungen eine bessere Hypothermieprävention bietet oder das Risiko von iatrogenen Hyperthermie oder gar von Verbrennungen reduziert, ist nicht belegt. Durch Wärmetherapie induzierte Verbrennungen sind bei korrekter Anwendung von konvektiver Luftwärmung – das heißt, bei sachgemäßer Verwendung mit einer adäquaten Wärmedecke (!) – selten und es gibt nur Einzelfallberichte in der Literatur [7].

Relevanter hingegen erscheint ein zeitiges Adaptieren der Temperatureinstellungen im Verlauf des Eingriffs. Eine zu aggressiv gewählte Wärmestrategie führte in Kombination mit anderen Risikofaktoren wie lange Eingriffsdauer oder erhöhte Ausgangs-Körperkerntemperatur vor allem bei jüngeren Kindern schnell zu einer iatrogenen Hyperthermie [10,24]. Neben dem dadurch erhöhten Metabolismus und dem thermischen Dis­komfort ist diese mit einer erhöhten Rate an Wundinfektionen assoziiert [25]. Eine hohe Hyperthermie-Inzidenz wird bei vielen der Befragten beobachtet und die Hälfte gibt an, dass diese sogar häufiger auftreten als Hypothermien. Viele dieser iatrogenen Hyperthermien dürften auf einer zu späten Reduktion der Temperatureinstellungen beruhen [10]. Bei diesem Punkt gibt es dringenden Bedarf für evidenzbasierte Empfehlungen [11], da neun von zehn Anästhesist\*innen die Temperatureinstellung nach individueller Einschätzung vornehmen.

Große Unterschiede gibt es bei den Befragten hinsichtlich der Körperkerntemperaturmessung. Die in der Umfrage angegebenen Lokalisationen sind alle etabliert und empfohlen [6], jedoch ist bei Erwachsenen eine deutlich größere Homogenität bei den eingesetzten Ver-

fahren zu beobachten [17]. Bei der Wahl des Messortes sollten nur jene Verfahren eingesetzt werden, welche die Körperkerntemperatur bei raschen Veränderungen – wie perioperativ häufig der Fall – nicht mit zeitlicher Latenz anzeigen [12]. Dies gilt sowohl für die Entwicklung einer Hypothermie als auch in Richtung der Hyperthermie, wie beispielsweise zur früheren Detektion einer möglichen malignen Hyperthermie [26]. Neuere, nicht-invasive Messverfahren haben sich bisher im Alltag noch nicht durchgesetzt, obwohl erste Studienergebnisse dies erlauben würden [11,23,27].

### Limitierungen

Angesichts der geringen Teilnehmer\*innenanzahl in unserer Fragebogenerhebung verzichteten wir auf ausgeprägte statistische Korrelation von einzelnen Subgruppen, auch weil die Datengrundlage nur auf der Wahrnehmung der Befragten beziehungsweise geschätzten Häufigkeiten besteht.

### Schlussfolgerung

**Die vorliegenden Daten zeichnen bei einigen Punkten ein sehr heterogenes Bild des perioperativen Wärmemanagements bei Kindern, insbesondere bei der Wahl des Messortes der Körperkerntemperatur, der Vorwärmung und der initialen Temperatureinstellung des Wärme­gerätes. Sinnvolle und evidenzbasierte Strategien sind dringend erforderlich, um sowohl Hypo- als auch Hyperthermien zu vermeiden. Angesichts der Tatsache, dass intraoperativ häufiger eine Hyperthermie wahrgenommen wird, scheint die Vermeidung von zu exzessiver Wärmetherapie besonders wichtig.**

### Literatur

1. Weiss M, Machotta A: Qualität und sichere Anästhesie für alle Kinder: Sie haben ein Recht darauf! *Anaesthesist* 2022;71:255–263
2. Becke K, Höhne C, Eich C, Engelhardt T, Hansen TG, Weiss M: Kinderanästhesie: Was wirklich wichtig ist. *Dtsch Arztebl* 2017;114:A116–119
3. Weiss M, Vutskits L, Hansen TG, Engelhardt T: Safe Anesthesia For Every

- Tot – The SAFETOTS initiative. *Curr Opin Anaesthesiol* 2015;28:302–307
4. Becke K, Eich C, Höhne C, Jöhr M, Machotta A, Schreiber M, et al: Choosing Wisely in pediatric anesthesia: An interpretation from the German Scientific Working Group of Paediatric Anaesthesia (WAKKA). *Paediatr Anaesth* 2018;28:588–596
  5. NICE: Hypothermia: prevention and management in adults having surgery: Clinical guideline; 2008. [www.nice.org.uk/guidance/cg65](http://www.nice.org.uk/guidance/cg65) (Zugriffsdatum: 15. Januar 2023)
  6. Torossian A, Becke K, Bein B, Bräuer A, Gantert D, Greif R et al: S3-Leitlinie „Vermeidung von perioperativer Hypothermie“ – Aktualisierung 2019; 2019. <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/001-018.html> (Zugriffsdatum: 10. Oktober 2022)
  7. Nemeth M, Miller C, Bräuer A: Perioperative Hypothermia in Children. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:7541
  8. Triffiterer L, Marhofer P, Sulyok I, Keplinger M, Mair S, Steinberger M, et al: Forced-Air Warming During Pediatric Surgery: A Randomized Comparison of a Compressible with a Noncompressible Warming System. *Anesth Analg* 2016;122:219–225
  9. Witt L, Dennhardt N, Eich C, Mader T, Fischer T, Bräuer A, et al: Prevention of intraoperative hypothermia in neonates and infants: results of a prospective multicenter observational study with a new forced-air warming system with increased warm air flow. *Paediatr Anaesth* 2013;23:469–474
  10. Miller C, Bräuer A, Wieditz J, Klose K, Pancaro C, Nemeth M: Modeling iatrogenic intraoperative hyperthermia from external warming in children: a pooled analysis from two prospective observational studies. *Paediatr Anaesth* 2023;33:114–122
  11. Nemeth M, Klose K, Asendorf T, Pancaro C, Mielke B, Fazliu A, et al: Evaluation of the noninvasive Temple Touch Pro temperature monitoring system compared with oesophageal temperature in paediatric anaesthesia (PETER PAN): A prospective observational study. *Eur J Anaesthesiol* 2023;40:198–207
  12. Sessler DI: Perioperative Temperature Monitoring. *Anesthesiology* 2021;134: 111–118
  13. Snoek AP, Saffer E: Agreement between lower esophageal and nasopharyngeal temperatures in children ventilated with an endotracheal tube with leak. *Paediatr Anaesth* 2016;26:213–220
  14. Miller C, Bräuer A, Asendorf T, Ernst M, Gottberg P von, Richter J, et al: Target insertion depth of nasopharyngeal temperature probes in children: A prospective observational study analyzing magnetic resonance images. *Paediatr Anaesth* 2022;32:1054–1061
  15. Zhong J, Sessler D, Mao G, Jerome A, Chandran N, Szmuk P: Optimal Positioning of Nasopharyngeal Temperature Probes in Infants and Children: A Prospective Cohort Study. *Anesth Analg* 2023;136:986–991
  16. Sultana R, Allen JC, Siow YN, Bong CL, Lee SY: Development of local guidelines to prevent perioperative hypothermia in children: a prospective observational cohort study. *Can J Anaesth* 2022;69:1360–1374
  17. Bräuer A, Russo M, Nickel EA, Bauer M, Russo SG: Anwendungsrealität des perioperativen Wärmemanagements in Deutschland: Ergebnisse einer Online-Umfrage. *Anästh Intensivmed* 2015;56:287–297
  18. Sessler DI: Forced-air warming in infants and children. *Paediatr Anaesth* 2013;23:467–468
  19. Lee SY, Wan SYK, Tay CL, Tan ZH, Wong I, Chua M, et al: Perioperative Temperature Management in Children: What Matters? *Pediatr Qual Saf* 2020;5:e350
  20. Pei L, Huang Y, Xu Y, Zheng Y, Sang X, Zhou X, et al: Effects of Ambient Temperature and Forced-air Warming on Intraoperative Core Temperature: A Factorial Randomized Trial. *Anesthesiology* 2018;128:903–911
  21. Cassey JG, King RAR, Armstrong P: Is there thermal benefit from preoperative warming in children? *Paediatr Anaesth* 2010;20:63–71
  22. Görges M, West NC, Cheung W, Zhou G, Miyajji F, Whyte SD: Preoperative warming and undesired surgical and anesthesia outcomes in pediatric spinal surgery—a retrospective cohort study. *Paediatr Anaesth* 2016;26:866–875
  23. Nemeth M, Lovric M, Asendorf T, Bräuer A, Miller C: Intraoperative zero-heat-flux thermometry overestimates esophageal temperature by 0.26 °C: an observational study in 100 infants and young children. *J Clin Monit Comput* 2021;35:1445–1451
  24. Mitnacht AJC, Lin H-M, Liu X, Wax D: New-onset intra-operative hyperthermia in a large surgical patient population: A retrospective observational study. *Eur J Anaesthesiol* 2021;38:487–493
  25. Walker S, Amin R, Arca MJ, Datta A: Effects of intraoperative temperatures on postoperative infections in infants and neonates. *J Pediatr Surg* 2020;55:80–85
  26. Larach MG, Brandom BW, Allen GC, Gronert GA, Lehman EB: Malignant hyperthermia deaths related to inadequate temperature monitoring, 2007–2012: a report from the North American malignant hyperthermia registry of the malignant hyperthermia association of the United States. *Anesth Analg* 2014;119:1359–1366
  27. Carvalho H, Najafi N, Poelaert J: Intra-operative temperature monitoring with cutaneous zero-heat-flux-thermometry in comparison with oesophageal temperature: A prospective study in the paediatric population. *Paediatr Anaesth* 2019;29:865–871.

### Korrespondenz- adresse



**Dr. med.  
Marcus Nemeth**

Klinik für Anästhesiologie,  
Universitätsmedizin Göttingen  
Robert-Koch-Straße 40  
37075 Göttingen, Deutschland

E-Mail: [marcus.nemeth@med.uni-goettingen.de](mailto:marcus.nemeth@med.uni-goettingen.de)

ORCID-ID: 0000-0001-6288-7784