

Wärmepflege bei Frühgeborenen

Stefan Avenarius



Der Mensch braucht Wärme – und Frühgeborene in besonderem Maße durch einfühlsame Zuwendung, aber auch durch eine thermoneutrale Umgebung. Durch ihre „passive“ Wärmepflege intrauterin sind sie zunächst noch nicht für eine „aktive“ Wärmeproduktion konzipiert. Reifgeborene sind dazu besser in der Lage. Die physiologischen Aspekte der Wärmeregulation und das Wärmemanagement bei der Erst- und Intensivversorgung von Frühgeborenen werden leider noch zu wenig thematisiert.

Einleitung

Der Zusammenhang zwischen Hypothermie und erhöhter Mortalität ist seit mehr als einem Jahrhundert bekannt. Dabei ist die Aufnahmetemperatur ein bedeutender Prädiktor für die Mortalität von Früh- und Neugeborenen. Eine Hypothermie bei Frühgeborenen begünstigt die Entstehung von Hirnblutungen, die Notwendigkeit respiratorischer Unterstützung, Late-Onset-Septitiden, Hypoglykämien und Azidose [1].

Die WHO und UNICEF betonen, dass Prävention und Management der Hypothermie eine der Schlüsselinterventionen zur Reduzierung der neonatalen Morbidität und Mortalität ist. Außerdem werde die Hypothermie des Neugeborenen mehr durch fehlendes Wissen als durch fehlendes Equipment verursacht.

Der hohe Stellenwert einer normalen Körpertemperatur Frühgeborener für eine niedrige Morbidität und Mortalität schlägt sich in den aktuellen ERC-Leitlinien vom 15.10.2015 nieder. Bereits an 2. Stelle nach dem Abnabeln wird auf die optimale Körpertemperatur eingegangen und in Folge das Wärmemanagement bei Früh- und Reifgeborenen ausführlich besprochen [1].

Die Häufigkeit der Hypothermie bei Frühgeborenen konnten Lupton et al. an 5277 Frühgeborenen mit < 2500g Geburtsgewicht durch folgende Aufnahmetemperaturen belegen [2]:

- <35 °C bei 14%
- 35 – 35,9 °C bei 33%
- 36 – 36,9 °C bei 42%
- >37 °C bei 11%

Jedes Grad Celsius Unterschreitung der normalen Aufnahmetemperatur erhöhte die Mortalität um 28% und die Rate der Late-Onset-Septitiden um 11%. In einer

multivariaten Analyse konnte kein Zusammenhang zwischen Hypothermie und dem Risiko für eine nekrotisierende Enterokolitis, der Beatmungsdauer und einer schweren Hirnblutung Grad III und Grad III+ nachgewiesen werden.

Miller et al. konnten in einer großen Kohortenstudie an Frühgeborenen < 1500g Geburtsgewicht bei 56% eine Aufnahmetemperatur < 36,5 °C nachweisen. Das Risiko für eine Hypothermie war bei Kaiserschnitt, mit sinkendem Geburtsgewicht und niedrigem APGAR-Score erhöht und sank bei Spontangeburt, „spätem“ Blasensprung und antenataler Steroidgabe [3].

De Almeida et al. konnten an 1764 Frühgeborenen zwischen 22 und 33 SSW eine Hypothermie (< 36,0 °C) bei 44% der Frühgeborenen 5 min postnatal und bei 51% bei Aufnahme auf der Intensivstation nachweisen. Risikofaktoren hierfür waren:

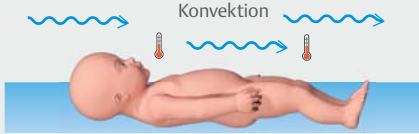
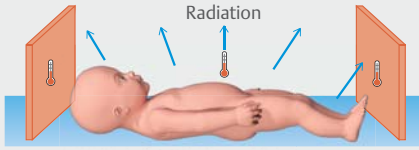

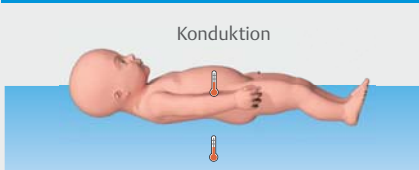
- Raumtemperatur < 25 °C
- Körpertemperatur der Mutter < 36 °C bei der Geburt
- fehlende Wärmeschutzmaßnahmen wie Plastikfolie, warme Tücher, Mütze
- kalte Atemluft

Die Hypothermie war assoziiert mit einer 1,6-fachen Erhöhung der Mortalität [4].

Thermoregulation

Wärmebildung

Der Fetus produziert durch einen *höheren Metabolismus* Wärme und hat intrauterin eine um ca. 0,5 – 0,6 °C höhere Körpertemperatur als die Schwangere. Die Plazenta fungiert dabei als Wärmetauscher. Mit der Geburt vollzieht sich der Übergang aus der intrauterinen wärmegeschützten in die extrauterine thermal ungeschützte Umgebung. Die Körpertemperatur des

Mechanismus	Erklärung	mögliche Ursache	mögliche Intervention bei Erstversorgung
 <p>Konvektion</p>	Wärmeströmung	kühle Zugluft	adäquate Temperatur im Erstversorgungsraum/Geburtszimmer, Vermeidung von Zugluft, Zudecken mit warmen Tüchern oder Plastikfolie
 <p>Radiation</p>	Strahlung an umgebende Oberflächen	größere, der Umgebung exponierte Hautflächen	Zudecken mit warmen Tüchern
 <p>Evaporation</p>	Verdunstung	feuchte Haut, feuchte Tücher, niedrige Feuchte in der Umgebungsluft, nicht angefeuchtete Luft bei Beatmung	Abtrocknen, Plastikfolie oder -beutel, Anfeuchten der Atemluft
 <p>Konduktion</p>	Wärmeleitung	Kontakt zu kühlen Tüchern oder kühlem Bett	Wärmematte, warme Tücher

► **Abb. 1** Ursachen für Wärmeverluste (nach: Nelle M, Arenz S. Wärmehaushalt. In: Jorch G, Hübler A. Neonatologie. Stuttgart: Thieme; 2015 [5]).

Neugeborenen ist 0,5–1,0°C höher als die der Mutter [5]. Das etwa 37°C warme Fruchtwasser wird durch die mehr oder weniger kalte Lufttemperatur von etwa 25°C ersetzt [6]. Die feuchte Haut des Neugeborenen führt bereits unmittelbar nach der Geburt durch die entstehende Verdunstungskälte zu einem Wärmeverlust mit einer Rate von 0,58 kcal/ml Wasserverlust. Die *peripheren* Thermorezeptoren in der Haut und die *zentralen* Thermorezeptoren im Hypothalamus sind über einen Feedbackmechanismus verantwortlich für die Erkennung einer Hypothermie. Ebenfalls halten sie die normale Körperkerntemperatur um die 37°C über die folgenden Reaktionsmechanismen aufrecht [6] – als Antwort auf „Kältestress“ stehen 2 *Reaktionsmechanismen* zur Verfügung:

Durch das *sympathische Nervensystem* wird über eine periphere Vasokonstriktion der Arteriolen in der Haut (1. Effektororgan) weniger „warmes“ Blut in die Peripherie perfundiert und die Körperkerntemperatur stabilisiert. Diese Zentralisation ist erkennbar an einer blassen, marmorierten Haut der Extremitäten und einer verlängerten Rekapillarierungszeit >2 Sekunden. Der 2. Mechanismus steht Frühgeborenen weitgehend nicht zur Verfügung und betrifft das *braune Fettgewebe* (2. Effektororgan) und seine metabolische Wärmebildung (*Nonshivering Thermogenesis*) [5]. Durch sympathische Rezeptoren wird die Lipoprotein-Lipase aktiviert und durch Lipolyse die Stoffwechselrate nahezu

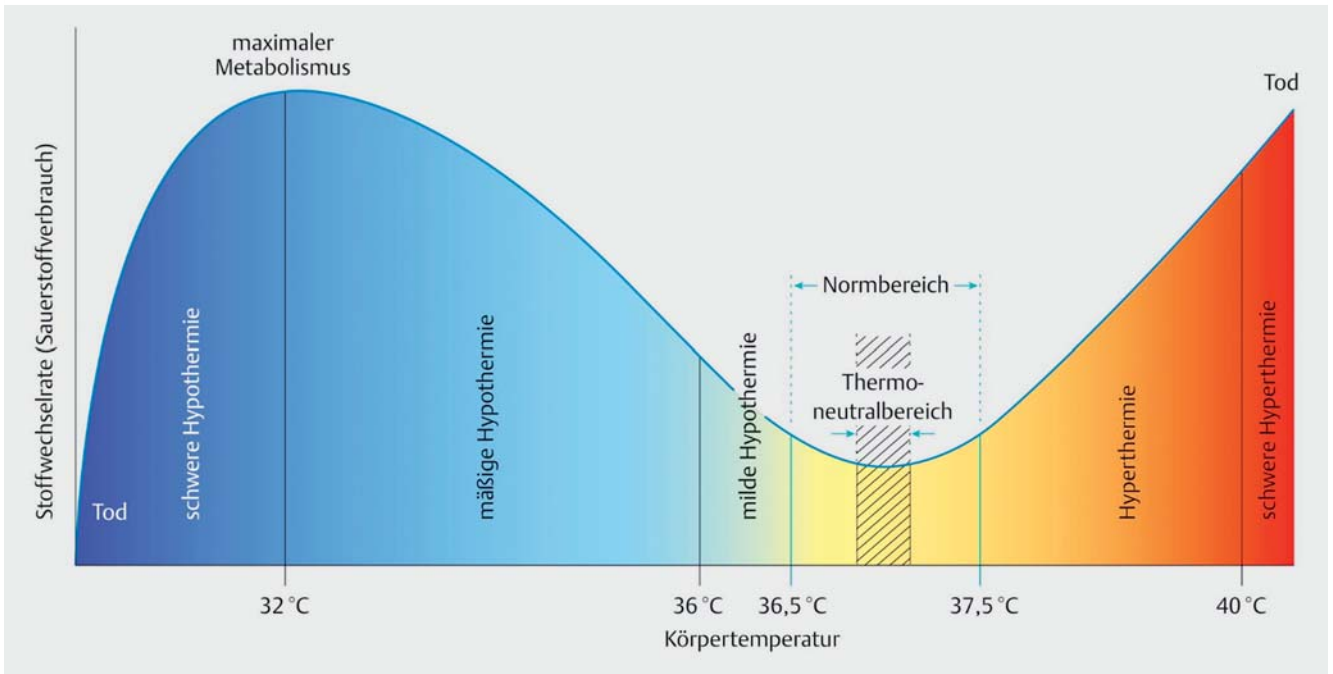
verdoppelt [6]. Diese metabolische Wärmeproduktion reicht zum Ausgleich von Wärmeverlusten nicht immer aus, steigert den Energie- und Sauerstoffbedarf und führt zur Laktatazidose [7].

Frühgeborene verhalten sich nach der Geburt funktionell wechselwarm und kontern dem Kältestress lediglich durch Vasokonstriktion der Hautgefäße und sind durch fehlendes plurivakuoläres („braunes“) Fettgewebe unfähig, Wärme in nennenswertem Umfang zu produzieren. Sie nähern sich in Abhängigkeit von Gestationsalter, Körpergewicht und -oberfläche, Kreislaufsituation und transepidermale Flüssigkeitsverlust rasch der Umgebungstemperatur. Angaben zum Absinken der Körpertemperatur bei Früh- und Neugeborenen variieren von 0,2–1,0°C/min bis zu 2–3°C über 30 min [2, 6].

Merke
Früh- und Neugeborene können im Gegensatz zu Erwachsenen keine Wärme durch Muskelzittern produzieren [5].

Wärmeverlust

Da die Wärmeproduktion bei Frühgeborenen stark begrenzt ist, liegt der Schwerpunkt in der Vermeidung von Wärmeverlusten. Bei Frühgeborenen ist bedingt durch die Unreife der Haut mit erhöhter Wasserdurch-



► **Abb. 2** Energieumsatz und Sauerstoffverbrauch in Relation zur Körpertemperatur (Quelle: Nelle M, Arenz S. Wärmehaushalt. In: Jorch G, Hübler A. Neonatologie. Stuttgart: Thieme; 2015: 133 [5]).

lässigkeit mit Wärmeverlusten zu rechnen. Frühgeborene haben durch eine eingeschränkte Fähigkeit zur Vasokonstriktion der Hautgefäße eine höhere Wärmeabgabe an die Umgebung. Begünstigend kommt bei Frühgeborenen die im Verhältnis zur Körpermasse sehr große Körperoberfläche hinzu. Zur Illustration: Ein Frühgeborenes mit 1 kg Körpergewicht hat bei 36 cm Körperlänge eine Körperoberfläche von 0,1 m² (0,1 m²/kg) und ein Erwachsener mit 70 kg bei 1,70 m eine Körperoberfläche von 1,8 m² (0,025 m²/kg).

Merke

Früh- und Reifgeborene können in den ersten Lebenswochen noch nicht schwitzen und über diesen Mechanismus daher keine Wärme abgeben [5].

Wärmeverluste entstehen bei Früh- und Reifgeborenen über 4 verschiedene Wege (► **Abb. 1**):

1. *Konvektionen* sind Wärmeverluste über Luftbewegungen und sind abhängig vom Quadrat der Luftgeschwindigkeit und dem Temperaturgradienten, z. B.:
 - niedrige Umgebungstemperatur <26°C
 - Klimaanlage mit Belüftung über Wärmetisch
 - Luftzug durch offene Türen und Fenster
 - Luftzug durch Personal
2. *Konduktionen* sind Wärmeleitungsverluste durch Kontakt mit Materialien und abhängig von deren Wärmeleitfähigkeit und dem Temperaturgradienten, z. B.:

- kalte Gelmatratzen
 - Metallwaagen
 - Röntgenkassetten
3. *Strahlung (Radiation)* entsteht durch Wärmeabgabe an kalte Materialien in der Umgebung ohne direkten Kontakt und hängt von deren Größe und der 4. Potenz des Temperaturgradienten ab, z. B.:
 - Fenster
 - große Kachelflächen
 4. *Verdunstung (Evaporation)* entsteht im Wesentlichen durch transepidermalen (zu 70%), aber auch respiratorischen Wasserverlust (Perspiratio insensibles) und erzeugt Verdunstungskälte, z. B. hervorgerufen durch:
 - verzögertes Abtrocknen des Neugeborenen
 - niedrige Luftfeuchte
 - trockene, nicht angewärmte Atemluft

Thermoneutraltemperatur

Der Thermoneutralbereich bezeichnet die Umgebungstemperatur, bei der mit minimalem Energieaufwand zur Wärmeproduktion bei kleinstem Energie- und Sauerstoffverbrauch die Körperkerntemperatur im Normbereich gehalten werden kann (► **Abb. 2**). Der Thermoneutralbereich ist abhängig von:

- Gestationsalter
- Körpergewicht
- Blutzirkulation
- transepidermale Wasserverlust

► **Tab. 1** Definition der Temperaturbereiche.

Definition	Körperkerntemperatur
Hypothermie	<36,5 °C
Normothermie	36,5–37,5 °C
Hyperthermie	>37,5 °C
Thermoneutraltemperatur	36,7–37,3 °C (ΔT 0,2–0,3 °C)

HYPOTHERMIE [5]**Definition:**

- milde Hypothermie: 36,0–36,5 °C
- moderate Hypothermie: 32,0–35,9 °C
- schwere Hypothermie: <32,0 °C

Ursachen:

- Kreißsaalreanimation
- Transport
- Infektionen
- Sepsis
- Schock
- nasse Haut
- Auskühlung
- zu niedrige Umgebungstemperatur und -feuchte
- kalte Atemgase
- Röntgen
- Operationen

Klinik:

- kühle Extremitäten mit marmoriertem, blassen Hautkolorit
- verlängerte Rekapillarierungszeit
- Bradykardie
- Hypotension
- Apnoen
- Hypoxämie
- Hypoglykämie
- metabolische Azidose
- disseminierte intravasale Gerinnung
- Thrombozytenfunktionsstörungen
- Hyperexzitabilität
- Apathie/Lethargie bis zum Koma
- Areflexie
- Depression des Immunsystems mit erhöhter Infektanfälligkeit
- verminderte Medikamentenmetabolisierung
- Surfactant-Inaktivierung und reduzierte Neubildung

Der minimale Sauerstoffverbrauch in den ersten Lebensstunden beträgt 4,6 ml/kg/min und steigt im Alter von einem Monat auf 7,5 ml/kg/min [7].

Merke

Frühgeborene reagieren auf Veränderungen der Umgebungstemperatur außerhalb des Thermoneutralbereichs nicht mit einem erhöhten Sauerstoffbedarf wie Reifgeborene, sondern mit einer Änderung der Körpertemperatur.

Eine weitere Definition des Thermoneutralbereichs für Frühgeborene beschreibt die Umgebungstemperatur, bei der die Körperkerntemperatur zwischen 36,7–37,3 °C liegt bei maximalen Schwankungen von weniger als 0,2–0,3 °C pro Stunde ► **Tab. 1** [5].

Hypothermie

Die Vermeidung der Hypothermie Frühgeborener bleibt eine Herausforderung und ein Risikofaktor für die neonatale Mortalität. Die *Aufnahmetemperatur* auf der Intensivstation nach Erstversorgung im Kreißsaal bzw. nach neonatalem Transport ist ein bedeutender *Qualitätsindikator* für das neonatologische Management. In großen Studien konnte nachgewiesen werden, dass sehr unreife Frühgeborene zu einem hohen Anteil unter der geforderten Mindestaufnahmetemperatur von 36,0 °C lagen [5].

Merke

Durch die Hypothermie entsteht eine Situation des kritischen Sauerstofftransports mit Linksverschiebung der Sauerstoffdissoziationskurve.

Dies bewirkt bei gleicher Sauerstoffsättigung einen geringeren Sauerstoffpartialdruck ► **Abb. 3** und eine Verminderung der Sauerstoffabgabefähigkeit an das Gewebe (*Hypoxie*). Die Folgen sind *Hirnschädigung* und eine erhöhte *neonatale Mortalität* [7].

Cave

Die Aufwärmphase bei Hypothermie sollte langsam erfolgen und +1 °C pro Stunde nicht überschreiten [5].

Hyperthermie

Die Hyperthermie ist *selten* und beruht häufig auf einer *akzidentellen Überwärmung*. Erkrankungen, z. B. Infektionen, Hirnfehlbildungen, Asphyxie (Schädigung des Hypothalamus), müssen abgeklärt werden. Differenzialdiagnostisch ist eine Hyperthermie über eine zentral-periphere Temperaturmessung leicht von einer Kreislaufzentralisation aufgrund z. B. einer Infektion/Sepsis abzugrenzen.

Cave

Fehlende oder moderate Temperaturdifferenzen $< 1^\circ\text{C}$ (warme Peripherie) bzw. zentral-periphere Temperaturdifferenzen $> 2 - 3^\circ\text{C}$ (kalte Peripherie) belegen eine Überwärmung und sind hochgradig verdächtig auf eine Infektion [5]!

Die Folgen sind ein erhöhter Sauerstoffverbrauch, Schock, Leber- und Hirnschädigung mit Hirnblutungen und Leukomalazie. Eine Hyperthermie vergrößert nach *asphyktischem Ereignis* die Apoptose und den Reperfusionsschaden und sollte unbedingt vermieden werden [7].

Wärmepflege

Monitoring

Die beste Überwachung ist und bleibt die *erfahrene Kinderkrankenschwester* mit gutem klinischen Blick auf den Zustand und die Bedürfnisse eines Frühgeborenen. Die Krankenbeobachtung wird unterstützt durch eine *permanente Temperaturüberwachung*.

Folgende Patientengruppen sollten kontinuierlich durch eine zentral-periphere Messung überwacht werden:

- Frühgeborene im Inkubator
- thermolabile Neugeborene
- Früh- und Neugeborene postoperativ, bei septischen oder Schockzuständen

Merke

Früh- und Reifgeborene sollten bis zur Entlassung 2- bis 4-mal täglich Kontrollen axillär oder in besonderen Situationen rektal erhalten.

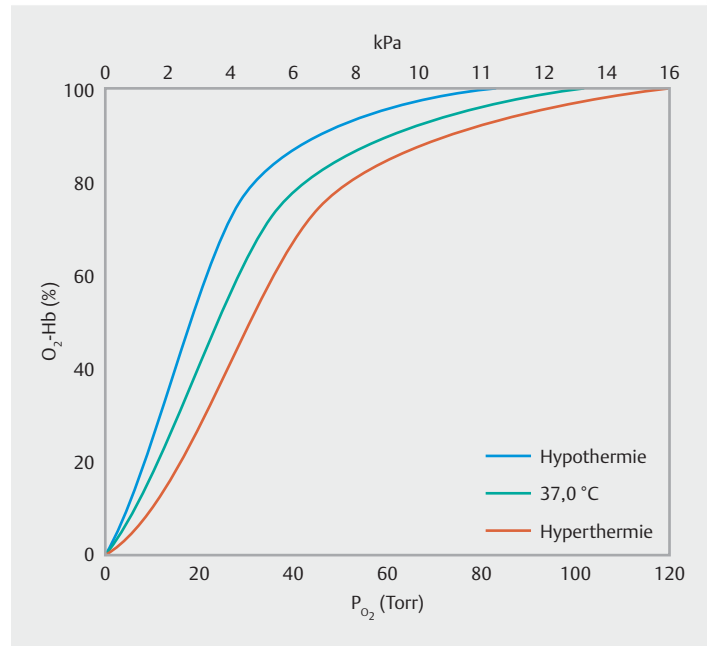
Als *Messmethoden* kommen die rektale und die axilläre Messung in Frage (► **Abb. 4**).

Rektaltemperatur

Die rektale Messung der Körperkerntemperatur gilt als die klassische Methode. Der Normbereich liegt zwischen $36,5 - 37,5^\circ\text{C}$ und kann mit einer flexiblen Sonde kontinuierlich, 3–4 cm tief eingeführt, oder einem Rektalthermometer intermittierend gemessen werden. Zum Ausschluss einer Analatresie wird sie nur noch für die Messung der Aufnahmetemperatur empfohlen.

Merke

Aufgrund einer eventuellen Gefahr von Verletzungen im Anal- und Rektumbereich durch die rektale Messung wird die axilläre Messung bevorzugt.



► **Abb. 3** Einfluss der Körpertemperatur auf den Sauerstoffpartialdruck im Blut.

HYPERTHERMIE [7]

Definition:

Körperkerntemperatur $> 37,5^\circ\text{C}$

Ursachen:

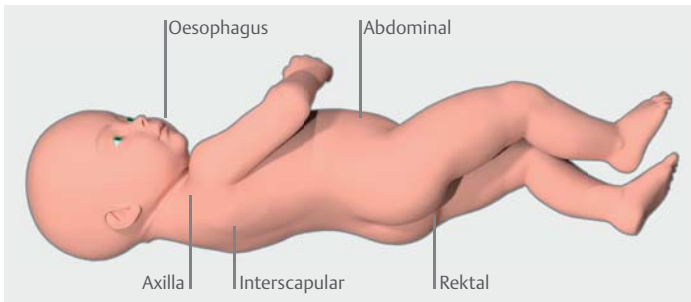
- Überwärmung durch externe Wärmequellen (Inkubator, Fototherapie, Atemgasbefeuchter, Wärmestrahler) oder durch gestörte Wärmeabgabe (Kleidung, Tücher)
- Erkrankungen, z. B. Infektionen, Sepsis, Meningitis, Infektionen der Mutter, Hirnblutungen, Dehydratation

Klinik:

- Tachykardie
- Tachypnoe
- Unruhe
- Dehydratation
- Turgorverlust
- Hypernatriämie
- Oligurie
- „heißer“ Körperstamm und (!) Extremitäten
- Apnoen
- Hirnschädigung

Axillartemperatur

Die Axillartemperatur liegt normalerweise zwischen $36,0 - 37,0^\circ\text{C}$ und ist genauso zuverlässig wie die rektale Messung [5]. Sie gilt heute als die empfohlene Methode zur Bestimmung der Körperkerntemperatur zur Überwachung von Früh- und Neugeborenen.



► **Abb. 4** Methoden zur Messung der Körperkerntemperatur.

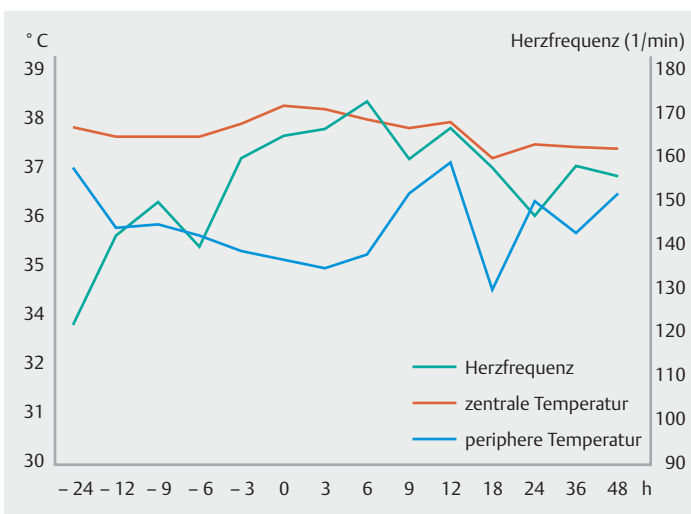
Zentral-periphere Messung der Hauttemperatur

Die Hauttemperatur kann kontinuierlich zentral und peripher mit Temperatursensoren gemessen werden.

Die *zentralen* Messstellen liegen abdominal über der Leberregion und dorsal interskapulär. Normale Temperaturbereiche liegen bei Reifgeborenen bei 35,5–36,5 °C, bei Frühgeborenen zwischen 36,2–37,2 °C und bei sehr kleinen Frühgeborenen entspricht die zentrale Hauttemperatur weitgehend der rektalen Temperatur [5].

Die *periphere* Temperaturmessung erfolgt an der Hand oder dem Fuß. Die normale zentral-periphere Temperaturdifferenz ist abhängig von:

- Gestationsalter
- Körpergewicht
- Lebensalter postnatal
- Lufttemperatur
- Luftfeuchte



► **Abb. 5** Frühgeborenes 26. SSW, 640 g, Sepsis, Antibiosebeginn bei 0 Stunden.

Merke

Eine Temperaturdifferenz von 0,5–1,5 °C ist normal, 1,5–2,5 °C suspekt und eine Differenz von >2,5 °C hochgradig verdächtig auf eine infektionsbedingte Zentralisation durch periphere Vasokonstriktion.

Differenzialdiagnostisch muss an eine Hypovolämie und einen persistierenden Ductus arteriosus gedacht werden und der Einsatz vasokonstriktiver Medikamente wie Dopamin bedacht werden. Ein Beispiel für den Beitrag der Zwei-Punkt-Temperaturmessung (Differenz 3,5 °C) in der Detektion einer Sepsis zeigt

► **Abb. 5.**

Die zentral-periphere Temperaturüberwachung empfiehlt sich für alle Frühgeborenen bis zu einem Körpergewicht von mindestens 1500 g zur Sicherstellung einer thermoneutralen Pflege. Wir verzichten dabei auf eine servokontrollierte Steuerung der Inkubator-temperatur (Fieber, Überwärmung etc.) und nutzen die *Zwei-Punkt-Temperaturmessung* zum Infektionsmonitoring (► **Abb. 5**) und der Detektion von Auskühlung bei Pflegemaßnahmen (► **Abb. 6**). Eine Hyperthermie ist durch einen Temperaturgradienten <0,2 °C gekennzeichnet und weist auf eine periphere Vasodilatation hin [5].

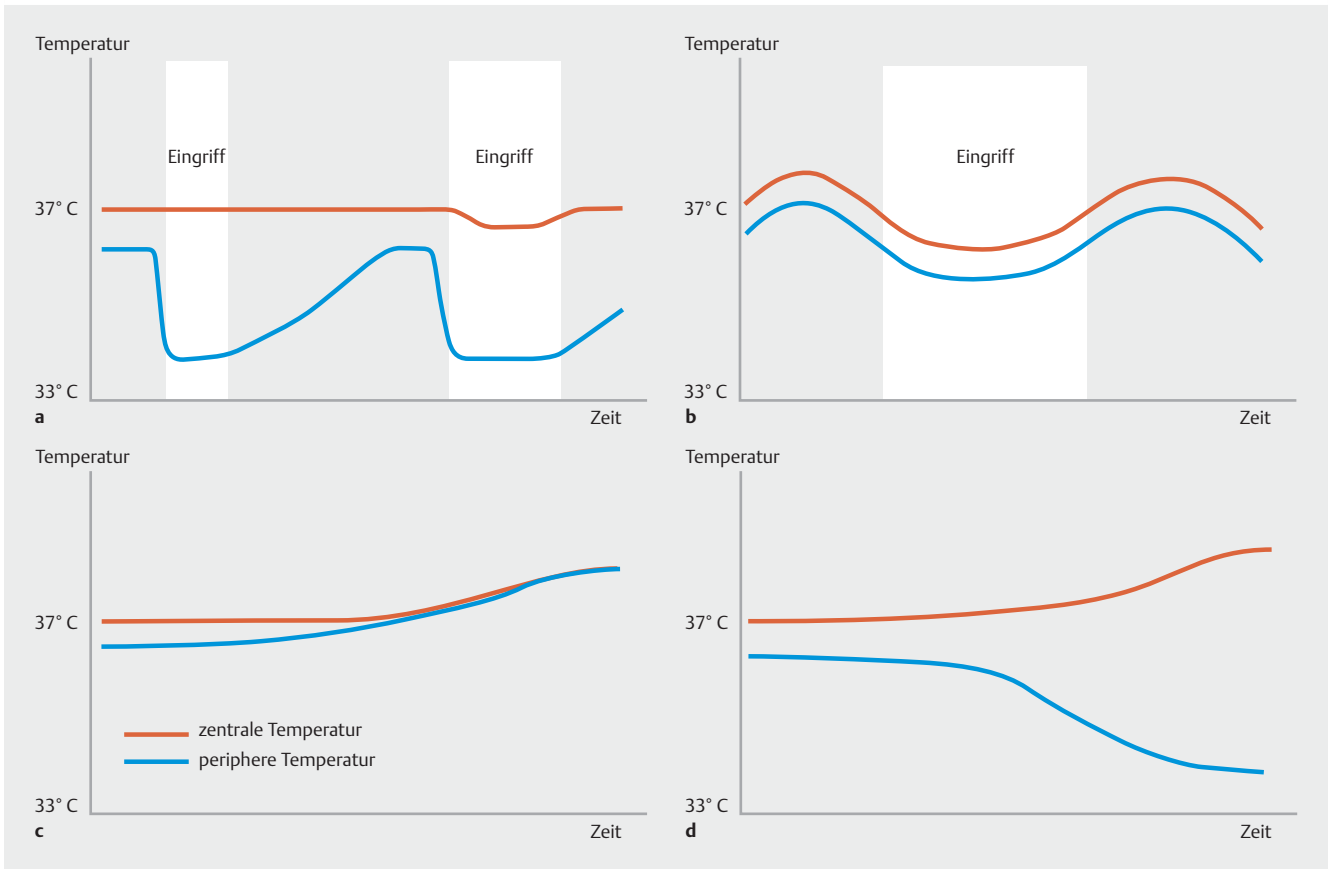
Merke

Invasive Messmethoden (ösophageal, intravesikal) bleiben speziellen intensiv-medizinischen Situationen u. a. operativen Eingriffen vorbehalten.

Erstversorgung

Eine *thermoneutrale Umgebung* ist die einfachste und als Einzelfaktor wirksamste Maßnahme zur Senkung der Morbidität und Mortalität in der Erstversorgung Früh- und Reifgeborener [1]. Folgende *Maßnahmen* zur Vermeidung einer Hypothermie werden empfohlen:

- Früh- und Neugeborene werden unmittelbar nach der Geburt sorgfältig abgetrocknet und die gesamte Körperoberfläche unter Aussparung des Gesichts mit vorgewärmten, trockenen Tüchern bedeckt. Feuchte Tücher werden gewechselt. Früh- und Neugeborene werden der Mutter trocken und zuge-deckt zum Bonding auf die Brust gelegt.
- Frühgeborene <32 SSW werden sofort nach der Geburt in einer Plastikfolie unter Aussparung des Gesichts komplett eingehüllt ohne sie vorher abzu-trocknen [1]. Die beliebten Baumwollmützen verhindern keine Wärmeverluste, Plastikkappen verhindern dagegen signifikant Wärmeverluste [8].
- Der Erstversorgungsraum sollte eine konstante Temperatur von mindestens 25 °C haben, zur Versorgung Frühgeborener <28 SSW werden Raum-temperaturen zwischen 26–30 °C empfohlen (► **Abb. 7**) [1, 5].



► **Abb. 6** Szenarios für zentral-periphere Temperaturmessung. **a** Reaktion eines Neugeborenen auf Kältestress durch Pflegemaßnahmen. **b** Neugeborenes mit thermoregulatorischen Problemen bei einem Eingriff. **c** Neugeborenes mit Hyperthermie. **d** Neugeborenes mit Fieber.

- Im Kreißsaal sollte die Temperatur mindestens 25 °C betragen [5].
- Früh- und Neugeborene sind vor Zugluft zu schützen (Fenster, Türen, Personal!), Klimaanlage sollen keinen direkten Luftstrom auf das Neugeborene richten.
- Die wirksamste Maßnahme bleibt der Wärmestrahler in Kombination mit einer Wärmematte. Servo-kontrolliert oder mit manuell gesteuerter kontinuierlicher Temperaturüberwachung (Hautsensor oder rektal/axillar) sichern sie eine thermoneutrale Umgebung.
- Angewärmte und befeuchtete Atemluft vermeidet weitere respiratorische Wärmeverluste.
- Bei Frühgeborenen <28 SSW ist eine Kombination aller geschilderten Maßnahmen sinnvoll.

Eigene Erfahrungen in der Wärmepflege hochgradig unreifer *Frühgeborener* <26 SSW führten zu folgendem Wärmemanagement (► **Abb. 7 u. 8**):

- Raumtemperatur im Sectio-OP konstant 25 °C, bei Reifgeborenen 22 °C (10 min), bei Frühgeborenen <2000 g erwartetem Geburtsgewicht 25 °C, <1500 g 28 °C und <1000 g 30 °C.



► **Abb. 7** Wärmemanagement im Kreißsaal des Perinatalzentrums Magdeburg. **a** Wärmeschrank für vorgewärmte Windeln im Erstversorgungsbereich. **b** Thermostat zur Regulierung der Lufttemperatur im Sectio-OP.



► **Abb. 8** Erstversorgung, Transport und Wärmepflege auf der Intensivstation ohne Inkubatorwechsel. **a** Erstversorgungsbereich-Bereitstellungssituation. **b** „Offene“ Erstversorgung mit Omnibed Giraffe + Shuttle. **c, d** Transportsituation. **e** Intensivplatz mit Omnibed Giraffe + Shuttle.

- Unmittelbar nach der Geburt wird das Frühgeborene in ein auf 60 °C vorgewärmtes steriles Tuch eingehüllt. Verbrennungen haben wir durch die rasche Auskühlung der Tücher nie beobachtet.
- Fenster und Türen auf dem Weg (15 m) in den Erstversorgungsbereich sind geschlossen, Raumtemperatur 25 °C.
- Alle Frühgeborenen werden unter einem vorgewärmten Wärmestrahler mit vorgewärmten Baumwolltüchern abgetrocknet und vorsichtig stimuliert, die weitere Steuerung der Wärmeabgabe erfolgt servokontrolliert und wird alle 5 min protokolliert. Folien verwenden wir nicht.
- Feuchte Tücher werden durch vorgewärmte, trockene Tücher ersetzt.
- Durch die Verwendung der OmniBed Giraffe mit Wärmestrahler (sensorgesteuert) ist eine Wärme-

matte nicht erforderlich (► **Abb. 8 d**). Ein 3. Erstversorgungsplatz verfügt über einen Wärmestrahler (sensorgesteuert) und eine beheizte Wärmematte (Neugeborene 37 °C, Frühgeborene 38,5 °C).

- Vor Verlegung (80 m) wird die Hauttemperatur protokolliert und die rektale Aufnahmetemperatur auf der neonatologischen Intensivstation dokumentiert.

Merke

Mit diesem Maßnahmenpaket ist es uns gelungen, die Aufnahmetemperatur auch kleinster Frühgeborener stets über 36,5 °C zu halten.

In der letzten vorliegenden Cochrane Review [8] wurden zur Vermeidung von Wärmeverlusten Plastikfolie/-beutel bei Frühgeborenen <28 SSW und Plastikkappen bei Frühgeborenen <29 SSW als effektiv beurteilt.

Hautkontakt mit der Mutter und Wärmematten reduzieren effektiv das Risiko einer Hypothermie.

Merke

Baumwollmützen waren zur Reduzierung von Wärmeverlusten nicht effektiv!

Der Schlüssel zur Vermeidung einer Hypothermie liegt in der Kombination von Wärmezufuhr (Wärmestrahler, Wärmematte, warme Tücher) und der Vermeidung von Wärmeverlusten (Plastikfolie, Plastikkappe, trockene Haut etc.).

Eine akzidentelle Hyperthermie ist dabei aufgrund der oben bereits angeführten Folgen zu vermeiden. Fieber sub partu ist mit einer erhöhten Rate von Atemnotsyndrom, neonatalen Krampfanfällen oder Zerebralpareesen verbunden und führt zu einer erhöhten frühen Mortalität [1].

Transport

Für Früh- und Neugeborene nach außerklinischer Geburt ist die Verwendung von Plastikfolien nach Abtrocknung der Haut eine sinnvolle Maßnahme. Die Plastikfolie hat den Vorteil, Strahlungswärme zu transportieren und Wärmeverluste durch Verdunstung (Evaporation) und Luftzug (Konvektion) zu verhindern. Rettungsfolien (Plastikfolie aluminiumbedampft) konservieren die vorhandene Körperwärme, reflektieren Strahlungswärme nach innen (positiver Effekt) und von außen (negativer Effekt). Eine Erwärmung durch Konvektion und Konduktion erfolgt dennoch, ist aber nicht so effektiv wie Strahlungswärme.

Da Wärmestrahler im Rettungsdienst nicht verfügbar sind, sollte der Rettungswagen in Erwartung einer außerklinischen Geburt bereits auf 25–30°C vorgeheizt sein. Der Inkubatortransport Frühgeborener stellt in Abhängigkeit vom Wetter und der Transportentfernung hohe Herausforderungen an das neonatologische Management. Die Verwendung von Folien bei Frühgeborenen <28 SSW ist obligat. Bei fehlender Anfeuchtung sind hohe Inkubatortemperaturen notwendig und die Abdeckung des Inkubators mit Wärmeschutzmatten und die Verwendung vorgewärmter Tücher sind sinnvoll. Angewärmte und angefeuchtete Atemluft auf dem Transport sind häufig noch nicht Standard zur Vermeidung von Wärmeverlusten. Abschließend bleibt festzustellen, dass die Schwangere immer noch den besten und wärmsten Transportinkubator für das Kind darstellt.

Wärmepflege auf der Intensivstation

Frühgeborene werden häufig zunächst im Inkubator versorgt und Lufttemperatur und Luftfeuchte bestimmen die thermoneutrale Umgebung. Doppelwandinkubatoren und eine ausgewogene Luftzirkulation erleich-

► **Tab. 2** Richtwerte für die Inkubatoreinstellung (doppelwandiger Inkubator). (Quelle: Jorch G, Hübler A. Neonatologie. Die Medizin des Früh- und Reifgeborenen. Stuttgart: Thieme; 2010: 136 [5]).

Gestationsalter (SSW)	Inkubator-temperatur (°C)	Relative Feuchte 1.–2. Lebens-woche (%)	Relative Feuchte ab 3. Lebens-woche (%)
24–25	36	85	jeden 2. Tag um 5% reduzieren, bis zu einem Wert von 50%
26–27	35	85	
28–29	34	80	
30–31	33	80	
32	32	75	
33	31	75	
34	30	70	

Anmerkung: Die Tabelle gibt ungefähre Richtwerte für nackte Neugeborene an. Die Feuchte muss in Abhängigkeit der Inkubator-temperatur geregelt werden und sollte nicht unter 50% reduziert werden. In den ersten Lebensstunden kann eine höhere Temperatur notwendig sein, im Lauf der ersten Lebenstage kann die Temperatur häufig reduziert werden.

tern das Temperaturmanagement. Sämtliche Pflegemaßnahmen, Untersuchungen und Eingriffe stören dieses ausbalancierte Gleichgewicht empfindlich. Ein Absinken der Luftfeuchtigkeit von 80% auf 60% führt bei extremen Frühgeborenen zu einem Absinken der Körpertemperatur um 1°C innerhalb von 5 min [5]. Deshalb: „So wenig Manipulation wie möglich und nur so viel wie unbedingt nötig.“ *Minimal Invasive Catlike Observation (MICO)* ist nur eine der vielen Vorgehensweisen zum Handling von Frühgeborenen. MICO z. B. bedeutet die Umsetzung einer minimal invasiven (sanften) Pflege unter Einbeziehung einer minimal invasiven Überwachung.

In der Regel werden Frühgeborene <500g Geburtsgewicht in den ersten Lebenstagen mit Inkubator-temperaturen zwischen 36–38°C und 80–85% relativer Luftfeuchte thermoneutral gepflegt. Anhaltspunkte für An- fangseinstellungen der Inkubatoren gibt ► **Tab. 2**.

Merke

Bei extremen Frühgeborenen muss immer auf das Zusammenspiel von Lufttemperatur und Luftfeuchte geachtet werden.

Eine hohe Luftfeuchtigkeit senkt erheblich die *Evaporation* (Perspiratio insensibilis). Ein einfaches und bewährtes Hilfsmittel sind Klarsichtfolien, die als zusätzliche Haube über das Kind gedeckt werden (Mini-Inkubator). Bei Pflegemaßnahmen und Eingriffen muss erhöhte Wärme zugeführt werden, um den Verlust der Luftfeuchte zu kompensieren. Auch ist der Flüssigkeitsbedarf durch eine erhöhte Evaporation höher. Die *Luftfeuchte* ist zur Aufrechterhaltung eines thermoneutralen Milieus unverzichtbar, erhöht aber auch die *Infek-*

tionsgefahr (Hygienemaßnahmen). In den ersten 2 Lebenswochen nimmt die Durchlässigkeit der Haut für Wasser ab, sodass danach eine Reduzierung der Luftfeuchte schrittweise versucht werden sollte, was allerdings mit höheren Inkubatortemperaturen erkauft werden muss, die wiederum die Temperaturlabilität durch den höheren Gradienten zur Umgebungsluft verstärken.

Die Steuerung der *Inkubator Temperatur* erfolgt durch:

- Gradientensteuerung (Zwei-Punkt-Temperaturmessung)
- servokontrollierten Modus
- manuellen Modus

Die *Gradientensteuerung* ist eine zentral-periphere Temperaturüberwachung mit *manueller* Einstellung der Inkubator Temperatur. Wir führen die Gradientensteuerung bei Frühgeborenen bis zum Erreichen eines Körpergewichts von 1500 g bzw. bis zum Umlagern ins Wärmebett zur Lufttemperatursteuerung im Inkubator und zum Infektionsmonitoring durch. Der Vorteil der Methode ist die Früherkennung von peripheren Temperaturabfällen bei noch normaler Körperkerntemperatur, die mit einer Ein-Punkt-Temperaturmessung nicht erfasst wird. Das Frühgeborene muss vermehrt Energie bei erhöhtem Sauerstoffverbrauch (katabole Stoffwechsellage) aufwenden, um die Körperkerntemperatur aufrechtzuerhalten [5]. Die Temperaturdifferenzen oder der Gradient sollte im Normalfall zwischen 0,2 und 1,5°C liegen und die Körperkerntemperatur bei extrem kleinen Frühgeborenen zwischen 37–38°C, bei reiferen Früh- und Neugeborenen zwischen 36,5–37,5°C [5].

Die alternative *servokontrollierte* Temperatursteuerung reguliert über eine Temperatursonde am Körperstamm über die gemessene Hauttemperatur automatisch die Inkubator Temperatur. Nachteil dieser Methode ist die fehlerhafte Temperaturregulation bei Dislokation der Sonde bzw. Exposition der Sonde durch externe Wärmequellen und die Absenkung der Inkubator Temperatur bei Fieber, so dass dieses wichtige Symptom einer Infektion kaschiert wird [7].

Der *manuelle* Modus wird entweder mit der zentral-peripheren Temperaturüberwachung oder intermittierenden Messungen kombiniert und erlaubt eine stabilere Inkubator Temperatur. Temperaturschwankungen und die zentral-peripheren Temperaturdifferenzen werden reduziert. Im manuellen Modus wird eine vorgewählte Lufttemperatur am Inkubator eingestellt und über eine Temperatursonde im Inkubator reguliert [5].

Da in Europa Frühgeborene in aller Regel in geschlossenen Inkubatoren gepflegt werden, wird in dieser Darstellung nicht auf die kontinuierliche Pflege in einer offenen Wärmeeinheit eingegangen.

Die Anwärmung und Anfeuchtung der Atemluft bei Frühgeborenen mit Atemhilfe oder unter Beatmung sollte berücksichtigen, dass ca. 1/3 der Perspiratorio insensibilis respiratorisch erfolgt und Wärmeverluste bzw. Überwärmungen über den Respirationstrakt entstehen können. Moderne *Atemluftbefeuchter* erreichen ab einer Temperatur zwischen 35–37°C eine relative Feuchte von 100%.

Cave

Die patientennahe Temperatur sollte dabei 40°C nicht überschreiten (Überwärmung, Verbrühung!).

Zwischen Anfeuchter und Patient sollte ein positiver Temperaturgradient zur Vermeidung von Kondensation vorliegen. Idealerweise sollte am Anfeuchter (patientenfern) eine Temperatur von 35°C und patientenah 38°C bei Früh- und Reifgeborenen zur Vermeidung von Überwärmung und Austrocknung vorherrschen. Extrem kleine Frühgeborene können mit 37°C (patientenfern) und 40°C (patientenah) mit positivem Temperaturgradienten ohne Gefährdung beatmet werden. In Ausnahmefällen müssen bei Hyperthermie nach Prüfung aller anderen Wärmeschutzmaßnahmen bzw. klinischen Zustände (Inkubator Temperatur, -feuchte, Umgebungstemperatur, Folien, Fieber etc.) beide Temperatureinstellungen unter Beibehaltung des Temperaturgradienten abgesenkt werden. Dies wird dann aber mit einer Absenkung der relativen Luftfeuchte erkauft.

Schlussfolgerungen

Die publizierte Literatur wird der Bedeutung einer thermoneutralen Pflege von Frühgeborenen nicht gerecht. Die Kapitel in Standardlehrbüchern über Wärmepflege und Hypothermie sind meist ausgesprochen kurz, die letzte Cochrane-Review ist 6 Jahre alt. Es gibt also noch reichlich Forschungsbedarf, denn wir wissen immer noch viel zu wenig über Hypothermie und Wärmepflege von Frühgeborenen.

KERNAUSSAGEN

- Es gibt einen erwiesenen Zusammenhang zwischen Hypothermie und erhöhter Mortalität bei Früh- und Neugeborenen.
- Insbesondere Frühgeborene benötigen daher eine thermoneutrale Umgebung, um ihre Körperkerntemperatur stabil zwischen 36,5 °C und 37,5 °C halten zu können.
- Die Aufnahmetemperatur auf der Intensivstation nach Erstversorgung im Kreißsaal bzw. nach neonatalem Transport ist ein bedeutender Qualitätsindikator für das neonatologische Management.
- Sowohl bei der Erstversorgung als auch beim Transport und auf der Intensivstation muss die Wärmepflege von Frühgeborenen bestimmten Maßnahmen folgen und oberste Priorität haben.
- Zur klinischen Überwachung gehört eine permanente Temperaturüberwachung mittels zentral-peripherer Temperaturmessung.

Interessenkonflikt

Der Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Über den Autor



Stefan Avenarius

Dr. med.; 1979–1985 Medizinstudium an der Medizinischen Akademie Magdeburg. 1985–1989 Facharzt Ausbildung KKH Burg. Ab 1989 Medizinische Akademie Magdeburg. 1990 Facharzt für Kinder- und Jugendmedizin, 1992 Schwerpunkt

Neonatologie. Seit 1994 Oberarzt Universitäts-Kinderklinik Magdeburg, seit 1997 Spezielle Pädiatrische Intensivmedizin.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Stefan Avenarius
Neonatal. Intensivmedizin
Universitätskinderklinik
Gerhart-Hauptmann-Str. 35
39108 Magdeburg
E-Mail: stefan.avenarius@med.ovgu.de

Literatur

- [1] Wyllie J, Bruinenberg J, Roehr CC et al. Die Versorgung und Reanimation des Neugeborenen. ERC-Leitlinien 2015. Notf + Rettungsmed 2015; 18: 967–968
- [2] Laptook AR, Salhab W, Bhaskar B et al. for Neonatal Research Network Admission temperature of low birth weight infants: predictors and associated morbidities. Pediatrics 2007; 119: e643–e649
- [3] Miller SS, Lee HC, Gould JB. Hypothermia in very low birth weight infants: distribution, risk factors and outcomes. J Perinatol 2011; 31: 549–556
- [4] de Almeida MF, Guinsberg R, Sancho GA et al. Hypothermia and early neonatal mortality in preterm infants. J Pediatr 2014; 164: 271–275
- [5] Jorch G, Hübler A. Neonatologie. Die Medizin des Früh- und Reifgeborenen Stuttgart: Thieme; 2010
- [6] Baumgart S. Iatrogenic Hyperthermia and Hypothermia in the Neonate. Clin Perinatol 2008; 35: 183–197
- [7] Maier RF, Obladen M. Neugeborenenintensivmedizin. 8. Aufl. Berlin: Springer; 2011
- [8] McCall EM, Alderdice F, Halliday HL et al. Interventions to prevent hypothermia at birth in preterm and/or low birth-weight infants. Cochrane Database Syst Rev 2010; 3: CD004210

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-114342>
Neonatologie *Scan* 2017; 06: 71–83
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 2194-5462

Punkte sammeln auf CME.thieme.de



Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter <http://cme.thieme.de/hilfe> eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter eref.thieme.de/ZZWHH34 oder über den QR-Code kommen Sie direkt zum Artikel zur Eingabe der Antworten.

VNR 2760512017152373207



Frage 1

Wo lag in Kohortenstudien die Rate hypothermer Frühgeborener ($<36,0^{\circ}\text{C}$) bei der Aufnahme auf der Intensivstation annähernd?

- A 20 %
- B 30 %
- C 40 %
- D 50 %
- E 60 %

Frage 2

Wodurch erfolgt die Regulation der Körpertemperatur bei Frühgeborenen?

- A gesteigerter Stoffwechsel über das „braune“ Fettgewebe
- B Schweißbildung
- C periphere Vasokonstriktion/-dilatation
- D Muskelzittern
- E erhöhte Atemfrequenz

Frage 3

Über welchen der folgenden Punkte entstehen Wärmeverluste durch Konduktion?

- A Luftbewegungen mit direktem Hautkontakt
- B Leitungsverluste durch Kontakt mit kalten Materialien
- C Wärmeabgabe an die Umgebung ohne direkten Kontakt
- D vermehrte Wasserabgabe an die Umgebung
- E Respirationstrakt bei trockener Atemluft

Frage 4

Über welchen der folgenden Punkte entstehen Wärmeverluste durch Konvektion?

- A Luftbewegungen mit direktem Hautkontakt
- B Leitungsverluste durch Kontakt mit kalten Materialien
- C Wärmeabgabe an die Umgebung ohne direkten Kontakt
- D vermehrte Wasserabgabe an die Umgebung
- E Respirationstrakt bei trockener Atemluft

Frage 5

Durch welche Körperkerntemperatur ist eine Hypothermie bei Früh- und Reifgeborenen definiert?

- A $<32,0^{\circ}\text{C}$
- B $<34,0^{\circ}\text{C}$
- C $<36,0^{\circ}\text{C}$
- D $<36,5^{\circ}\text{C}$
- E $<37,0^{\circ}\text{C}$

Frage 6

Wann bezeichnet man die Umgebungstemperatur als Thermo-neutraltemperatur?

- A In einem Temperaturbereich zwischen $36,0^{\circ}\text{C}$ und $37,0^{\circ}\text{C}$.
- B Wenn die Körperkerntemperatur zwischen $37,0^{\circ}\text{C}$ und $37,5^{\circ}\text{C}$ liegt.
- C In einem Temperaturbereich zwischen $35,0^{\circ}\text{C}$ und $38,0^{\circ}\text{C}$.
- D Wenn die Körperkerntemperatur mit minimalem Energieaufwand bei kleinstem Energie- und Sauerstoffverbrauch im Normbereich gehalten werden kann.
- E Wenn Früh- und Neugeborene nicht zittern oder schwitzen.

Frage 7

Wodurch kann eine Hyperthermie sicher von Fieber differenziert werden?

- A Messung einer erhöhten rektalen Temperatur
- B Messung der peripheren Temperatur an der Hand oder dem Fuß
- C Messung einer erhöhten axillaren Temperatur
- D Bestimmung der Rekapillarisationszeit sternal
- E erhöhte zentrale und periphere Temperatur mit geringer Differenz

Frage 8

Welche Messmethode wird für die intermittierende Körperkerntemperaturmessung empfohlen?

- A rektal
- B axillar
- C ösophageal
- D interskapular
- E abdominal

CME-Fragen bei CME.thieme.de

Fortsetzung ...

Frage 9

Ab welcher zentral-peripheren Temperaturdifferenz sollte eine Infektion als Ursache einer Zentralisation durch Vasokonstriktion ausgeschlossen werden?

- A >0,5 °C
- B >1,5 °C
- C >2,0 °C
- D >2,5 °C
- E >3,0 °C

Frage 10

Welche Wärmeschutzmaßnahme wurde in Studien als nicht effektiv beurteilt?

- A Plastikfolie
- B hohe Raumtemperatur
- C Wärmematte
- D Baumwollmütze
- E Wärmestrahler