

Diplomarbeit

Körpertemperatur von Neugeborenen nach Kaiserschnittentbindung: Vergleich zwischen Routineversorgung und frühzeitigem Haut-zu-Haut- Kontakt mit der Mutter im Operationsaal

eingereicht von

Lisa Jasmin Winkler

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

**Klinischen Abteilung für Neonatologie/Universitätsklinik für Kinder- und
Jugendheilkunde Graz**

unter der Anleitung von

AOA Univ. FA Dr.med.univ. Dr.scient.med. Lukas Peter Miledner

Univ. FÄ Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. Nariae Baik-Schneditz

Graz, 17.07.2025

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzen Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Des Weiteren erkläre ich hiermit, dass, sofern bei der Erstellung dieser Arbeit Künstliche Intelligenz (KI) Werkzeuge zur Generierung und/oder Korrektur bestimmter Textpassagen verwendet wurden, dieser Einsatz unter Einhaltung ethischer Grundsätze, akademischer Integrität und den Vorgaben meiner Universität erfolgte, sowie in Folge dies transparent gemacht und in angemessener Weise gekennzeichnet wurde.

Graz, am 17.07.2025

Lisa Winkler eh.

Danksagung

Nun stehe ich mit der Verfassung dieser Diplomarbeit kurz vor dem Abschluss meines sechsjährigen Studiums der Humanmedizin. Ich möchte mich bei all jenen bedanken, die mich im Laufe dessen und in der Erstellung meiner Diplomarbeit unterstützt und begleitet haben.

Zuallererst gilt mein Dank meinen beiden Diplomarbeitsbetreuern Herrn AOA Univ. FA Dr.med.univ. Dr.scient.med. Lukas Peter Mileder und Frau Univ. FÄ Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. Nariae Baik-Schneditz, welche mir die Erstellung dieser Arbeit erst ermöglicht haben. Sie standen mir stets mit viel Geduld, Ratschlägen und Unterstützung zur Seite. Egal zu welcher Zeit ich mit Fragen an sie herangetreten bin, sie hatten immer ein offenes Ohr für mich.

Außerdem möchte ich mich auch bei den Mitarbeitern der Abteilung für Neonatologie, für die Erfassung und Sammlung der Studiendaten, wie auch für das Korrekturlesen des Abstracts für den Kongress der GNPI 2024 bedanken.

Der größte Dank gebührt meiner Familie, meinen Eltern Angelika und Klaus, wie auch meinem Bruder Benjamin, die mir diese lehrreiche, herausfordernde und dennoch wunderbare Studienzeit überhaupt ermöglicht haben. Sie standen mir in jeglichen Situationen, ob in anstrengenden Momenten der Prüfungsphasen oder in schönen Momenten der kleinen Erfolge, jederzeit zur Seite. Auch meine Großeltern und Urgroßmutter zündeten bei jeder Prüfung eine Kerze für mich an und zeigten mir damit, dass sie immer an mich dachten.

Ein weiteres Dankeschön gilt meinem Freund Volker für seine unermüdliche, selbstverständliche und großartige Unterstützung sowohl im Rahmen meines Studiums und meiner Diplomarbeit als auch in jeder anderen Lebenslage. Er schaffte es auch in schweren Momenten Spaß und Lachen in mein Leben zu bringen. Auch auf die Familie meines Freundes konnte ich jederzeit zählen, dies gebührt ebenfalls einem großen Dank.

Auch meiner besten Freundin Petra gilt ein großes Dankeschön, da ich seit über 10 Jahren auf sie zählen kann, für das Korrekturlesen dieser Arbeit und dass sie immer hinter mir steht.

Zum Schluss möchte ich mich noch bei meinen Kommilitonen bedanken, mit welchen ich eine unvergessliche Studienzeit verbringen durfte.

Zusammenfassung

Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung des möglichen Zusammenhangs zwischen der Körpertemperatur des Neugeborenen und frühem Haut-zu-Haut-Kontakt mit der Mutter im Vergleich zur initialen Versorgung am Erstversorgungstisch.

Material/Methode

Wir führten eine retrospektive Datenerhebung an einem Perinatalzentrum durch. Inkludiert wurden stabile Früh- und Reifgeborene ohne Atmungsunterstützung nach Entbindung per geplanter Sectio caesarea. In der Regeldienstzeit wurden die Neugeborenen routinemäßig unter Observanz im Operationssaal den Müttern für längstens zehn Minuten auf die Brust gelegt und mit erwärmten Tüchern zugedeckt (Bonding-Gruppe). Außerhalb der Regeldienstzeit erfolgte die postnatale Versorgung und kinderärztliche Observanz routinemäßig am Erstversorgungstisch mit vorgewärmtem Wärmestrahler (Kontroll-Gruppe). Demografische Daten und Temperaturmessungen wurden aus der schriftlichen Dokumentation erhoben und deskriptiv ausgewertet. In Abhängigkeit von der Normalverteilung wurde ein t-Test bei unabhängigen Stichproben oder ein Mann-Whitney-U Test durchgeführt.

Ergebnisse

Im Zeitraum von April 2023 bis November 2023 waren 148 Neugeborene mit postnatal gemessener Körpertemperatur dokumentiert und wurden inkludiert. Davon waren 63 Neugeborene in der Bonding-Gruppe und 85 Neugeborene in der Kontrollgruppe. Das Gestationsalter betrug in der Bonding-Gruppe im Median 38,7 Wochen (36,3-41,7) und in der Kontrollgruppe 38,6 Wochen (34,3-41,7; $p=0,810$). Das Geburtsgewicht lag in der Bonding-Gruppe bei einem Mittelwert von 3282 ± 444 Gramm und in der Kontrollgruppe bei 3161 ± 630 Gramm ($p=0,086$). Die Körpertemperatur betrug in der Bonding-Gruppe im Median $37,0 \text{ }^\circ\text{C}$ (36,5-38,0) und in der Kontrollgruppe $37,1 \text{ }^\circ\text{C}$ (36,4-38,3). Es konnte dabei eine durchschnittliche Differenz von $0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ mit einem p-Wert von 0,010 aufgezeigt werden.

Diskussion

Es zeigte sich ein statistisch signifikanter, jedoch klinisch unbedeutender Unterschied zwischen primärer Versorgung am Erstversorgungstisch und frühzeitigem Haut-zu-Haut-Kontakt mit der Mutter noch im Operationssaal in Bezug auf die postnatale Körpertemperatur. Bezüglich des Risikos einer postnatalen Hypothermie scheint die

Versorgungsmethode mittels Haut-zu-Haut-Kontakt zwischen Mutter und Neugeborenem nach Sectio caesarea noch im Operationssaal für (annähernd) reife und stabile Neugeborene sicher zu sein.

Abstract

Objective

The aim of this study was to investigate the possible association between neonatal body temperature and early skin-to-skin contact with the mother compared to initial postnatal care at the resuscitation table.

Material/Methods

We conducted a retrospective data collection at a perinatal center. Stable preterm and term neonates without respiratory support after delivery by planned Caesarean section were included. During normal working hours, the neonates were routinely placed on their mothers' chests for a maximum of ten minutes in the operating room, where they were observed and covered with warmed linen (bonding group). Outside normal working hours, postnatal care and pediatric observation were routinely performed at the resuscitation table with a preheated radiant warmer. Demographic and temperature data were collected from written documentation and analyzed descriptively. Depending on normal distribution, an independent samples t-test or a Mann-Whitney U test was performed.

Results

In the period from April 2023 to November 2023, 148 newborns with measured body temperature were documented and included. Of these, 63 newborns were in the bonding group and 85 newborns in the control group. The median gestational age was 38.7 weeks (36.3-41.7) in the bonding group and 38.6 weeks (34.3-41.7) in the control group ($p=0.810$). Birth weight was 3282 ± 444 grams in the bonding group and 3161 ± 630 grams in the control group ($p=0.086$). The median body temperature was 37.0 °C (36.5-38.0) in the bonding group and 37.1 °C (36.4-38.3) in the control group, corresponding to a median difference of 0.1 °C with a p-value of 0.010.

Discussion

There was a statistically significant, yet clinically irrelevant difference in postnatal body temperature between postnatal care at the resuscitation table and early skin-to-skin contact with the mother while still in the operating room. Regarding the risk of postnatal hypothermia, the skin-to-skin contact between mother and newborn after Caesarean section as early as in the operating room appears to be safe for (almost) mature and stable neonates.

Inhaltsverzeichnis

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	II
DANKSAGUNG	III
ZUSAMMENFASSUNG.....	IV
ABSTRACT	VI
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	1
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	2
TABELLENVERZEICHNIS	2
1 EINLEITUNG.....	3
1.1 Fetale und neonatale Thermoregulation.....	3
1.2 Erstbeurteilung und postnatale Stabilisierung des Neugeborenen.....	6
1.2.1 Definition.....	6
1.2.2 Fünf Kriterien des Apgar-Score.....	6
1.2.3 Limitierungen des Apgar-Score.....	8
1.2.4 Präventive Maßnahmen gegen eine postnatale Hypothermie.....	8
1.2.5 Methoden der Temperaturmessung.....	9
1.2.5.1 Messorte der Körpertemperatur.....	9
1.3 Normothermie.....	10
1.4 Hyperthermie.....	10
1.4.1 Definition.....	10
1.4.2 Ursachen und Risikofaktoren	10
1.4.3 Fieber in der Neugeborenenperiode.....	11
1.5 Hypothermie	12
1.5.1 Definition.....	12
1.5.2 Risikofaktoren für Hypothermie.....	12
1.5.3 Neonatale Physiologie	12
1.5.3.1 Mechanismen des postnatalen Wärmeverlustes bei Neonaten	13
1.5.4 Umwelteinflüsse und neonatale Hypothermie.....	14
1.5.5 Hypothermie und neonatale Morbidität/Mortalität.....	14
1.5.6 Prävention der postnatalen Hypothermie.....	15
1.5.7 Wärmestrahler	16
1.5.8 Kunststoffbeutel.....	16
1.5.9 Inkubator.....	17

1.6	Haut-zu-Haut-Kontakt	19
1.6.1	Hintergrund.....	19
1.6.2	Definition.....	20
1.6.3	Körperliche Auswirkungen des Haut-zu-Haut-Kontaktes	20
1.6.4	Vor- und Nachteile des Haut-zu-Haut-Kontaktes	20
1.6.4.1	Vorteile des Haut-zu-Haut-Kontaktes.....	20
1.6.4.2	Nachteile des Haut-zu-Haut-Kontaktes	22
1.6.5	Morbidität und Mortalität	22
1.7	Klinische Zielsetzung und Fragestellung.....	23
2	MATERIAL UND METHODEN.....	24
2.1	Studiendesign.....	24
2.2	Ein- und Ausschlusskriterien	24
2.3	Durchführung des frühzeitigen Haut-zu-Haut Kontaktes	24
2.4	Versorgung am Erstversorgungstisch	25
2.5	Datenerhebung.....	26
2.6	Datenschutz.....	27
2.7	Statistische Verfahren	27
3	ERGEBNISSE.....	29
3.1	Studienkollektiv	29
3.1.1	Körpertemperatur.....	31
3.1.2	Körpertemperatur und Gewichtspersentile	34
3.1.3	Körpertemperatur und Nabelarterien-pH-Wert.....	36
4	DISKUSSION.....	38
4.1	Auswirkungen des Haut-zu-Haut-Kontaktes auf die neonatale Körpertemperatur	38
4.2	Hyperthermie	41
4.3	Gestationsalter	41
4.4	Körpertemperatur und Gewichtspersentile	43
4.5	Körpertemperatur und pH-Wert der Nabelschnurarterie	43
4.6	Limitationen.....	43
4.7	Konsequenz.....	44
5	LITERATURVERZEICHNIS	46

Abkürzungsverzeichnis

Acetyl-CoA:	Acetylierte Form des Coenzym A
ATP:	Adenosintriphosphat
°C:	Grad Celsius
cAMP:	Cyclisches Adenosinmonophosphat
cm:	Zentimeter
FADH ₂ :	Flavin-Adenin-Dinukleotid
g:	Gramm
IUGR:	Intrauterine Wachstumsretardierung
IQR:	Interquartilsabstand
KMC:	kangaroo mother care
LBW:	low-birth-weight
NADH:	Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid
PKA:	Proteinkinase A
RCT:	randomized controlled trial
SGA:	small for gestational age
SSC:	skin-to-skin contact (oder auch: skin-to-skin care)
TRH:	Thyreotropin-Releasing-Hormon
Ucp 1:	uncoupling protein 1
UNICEF:	United Nations Children´s Fund
WHO:	World Health Organization

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mechanismen der postnatalen Thermoregulation, modifiziert nach (9) (TRH: Thyreotropin-Releasing-Hormon).....	6
Abbildung 2: Inkubator (Giraffe, GE HealthCare; persönlich aufgenommenes Foto).	19
Abbildung 3: Beispielfoto eines Erstversorgungstisches (Drägerwerk Drägerwerk AG & Co. KGaA; persönlich aufgenommenes Foto).	26
Abbildung 4: Vergleich der Körpertemperatur zwischen den beiden Studiengruppen (Begrenzung des Bereiches der Normothermie durch die beiden grünen Linien, darunter Hypothermie, darüber Hyperthermie).	32
Abbildung 5: Verteilung der Neugeborenen basierend auf der Körpertemperatur in Hypo-, Normo- und Hyperthermie zwischen den beiden Studiengruppen.	32
Abbildung 6: Anzahl der hyperthermen Neugeborenen in den jeweiligen Gruppen.	33
Abbildung 7: Korrelation zwischen Körpertemperatur und Gewichtsperzentile (gesamtes Studienkollektiv).	34
Abbildung 8: Korrelation zwischen Körpertemperatur und Gewichtsperzentile (Kontrollgruppe).....	34
Abbildung 9: Korrelation zwischen Körpertemperatur und Gewichtsperzentile (Bonding-Gruppe).	35
Abbildung 10: Korrelation zwischen der Körpertemperatur und dem Nabelarterien-pH-Wert des gesamten Studienkollektivs.....	36
Abbildung 11: Korrelation zwischen der Körpertemperatur und dem Nabelarterien-pH-Wert in der Kontrollgruppe.....	37
Abbildung 12: Korrelation zwischen der Körpertemperatur und dem Nabelarterien-pH-Wert in der Bonding-Gruppe.	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Demographische Daten; * $p < 0.05$	31
---	----

1 Einleitung

1.1 Fetale und neonatale Thermoregulation

Die Körpertemperatur des Fetus innerhalb des Uterus resultiert aus dem Zusammenspiel der fetalen zentralen Thermoregulation und der maternalen Wärmeversorgung. Maternale Wärme erreicht den Fetus durch stetige Zirkulation über das Fruchtwasser, die plazentare Oberfläche und die Nabelschnur. Zur Aufrechterhaltung einer konstanten Körpertemperatur gibt der Fetus 85% seiner produzierten Wärme über die Zirkulation und 15% über die Fruchtblase und die Wand des Uterus ab. (1) Diese konstante Wärmeversorgung durch die Mutter ist von immenser Bedeutung, da die fetale Thermoregulation noch nicht vollständig ausgereift ist. (2) Im Vergleich zur Mutter liegt die fetale Temperatur bis zur Geburt, aufgrund des erhöhten Sauerstoffverbrauchs und der erhöhten metabolischen Rate, um 0,3 bis 0,5 Grad Celsius (°C) höher. (2) Mit der Geburt kommt es zu einer drastischen Veränderung der Thermogenese des Neugeborenen, da die Umgebungstemperatur im Vergleich zur intrauterinen Temperatur einen Unterschied von ungefähr 10 °C bis 15 °C aufweist. (2)

Der Mensch wird hinsichtlich seiner Thermogenese als homöothermes Lebewesen bezeichnet. (3) Solche sind in der Lage, ihre Körpertemperatur unabhängig von der Umgebungstemperatur auf einem konstanten Sollwert von etwa 37 °C zu halten. Diese Eigenschaft der Thermogenese bedingt komplexe physiologische und biochemische Vorgänge im Körper, welche vom Neugeborenen nicht adäquat ausgeführt werden können. Zudem führt die größere Körperoberfläche des Neugeborenen im Verhältnis zum Körpergewicht zu einer verminderten Stabilisierung der Körpertemperatur. (3)

Der abrupte Temperaturwechsel nach der Geburt veranlasst das Neugeborene zur Aktivierung der Wärmeproduktion. Sowohl somatische, endokrine als auch autonome Faktoren führen zu Initiation der neonatalen Thermogenese. Eine Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse, welche durch die Abnahme der neonatalen Körpertemperatur bedingt wird, ist sowohl an der zentralen als auch peripheren Temperaturregulation beteiligt. (1)

Eine Erhöhung der neonatalen Wärmeproduktion kann erzielt werden:

- durch eine erhöhte zelluläre metabolische Aktivität.
- durch zitternde (engl. shivering) Thermogenese.
- durch nicht-zitternde (engl. non-shivering) Thermogenese. (2)

Der für die postnatale Wärmeproduktion bedeutsamste Mechanismus stellt die nicht-zitternde Thermogenese dar. Die neonatale Thermoregulation ist ein aerober Prozess. Neben Sauerstoff sind Glucose, Katecholamine und Kortikosteroide wichtige Bestandteile der Wärmeproduktion. Grundlegend basiert die Generierung von Wärme auf der Funktion des braunen Fettgewebes. Dieses bildet sich beim Fetus ab einem Gestationsalter von 26 bis 30 Wochen und nimmt einige Wochen vor der Geburt an Masse zu. (4) Braunes Fettgewebe unterscheidet sich morphologisch wie auch metabolisch vom üblichen weißen Fettgewebe. Es ist reich an Mitochondrien und Cytochrom C, welches für die braune Farbe des Gewebes verantwortlich ist. Zudem weist braunes Fettgewebe eine hohe Anzahl an kleinen Fettvakuolen und eine große Menge an Glykogen auf. Neben der charakteristischen zellulären Morphologie findet sich eine hohe Dichte an Kapillaren und noradrenergen Fasern. (1, 5, 6) Es kann sehr schnell auf externe Umweltfaktoren wie Kälte und Diät reagieren. Auf molekularer Ebene steuern das sympathische Nervensystem mit dem Neurotransmitter Noradrenalin als auch die Schilddrüsenhormone Thyroxin (T4) und Triiodthyronin (T3) die Aktivierung des braunen Fettgewebes. Durch diese Aktivierungsmechanismen kommt es zu einer Erhöhung des intrazellulären zyklischen Adenosinmonophosphat-Spiegels, wodurch die Proteinkinase A (PKA)-vermittelte Lipolyse von intrazellulären Triglyceriden in freie Fettsäuren gesteigert wird. Die dadurch frei gewordenen Fettsäuren dienen als Substrat für die Generierung von Acetyl-CoA im Rahmen der β -Oxidation. Acetyl-CoA wird im Citratzyklus zur Bildung von Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid (NADH) und Flavin-Adenin-Dinukleotid (FADH₂) verwendet. Sowohl NADH als auch FADH₂ werden von den Mitochondrien im Elektronentransportsystem verwendet und dienen zum Aufbau eines Protonengradienten. Die Besonderheit des braunen Fettgewebes liegt im Vorkommen des Entkopplungsproteins Uncoupling Protein 1 (Ucp 1), welches durch freie Fettsäuren aktiviert wird. (7) Ucp 1 führt zu einem Kurzschluss des Protonenkreislaufes, welcher für die Koppelung von Atmungskette und dem Adenosintriphosphat (ATP)-Synthase-Komplex verantwortlich ist. Dadurch kann die durch Zellatmung gewonnene Energie, aufgrund der Unterbindung der ATP-Produktion, zur direkten Wärmeerzeugung verwendet werden. (8)

Spezifische Lokalisationen des braunen Fettgewebes sind:

- das subkutane Gewebe der Nackenregion
- die intraskapuläre Region
- unterhalb der Claviculae bis zu den Axillae ziehend

- um die Trachea und den Ösophagus
- um die abdominelle Aorta
- um beide Nieren und Nebennieren
- in Rückenmark und Mediastinum (2, 6)

Die Stimulation der peripheren Temperaturrezeptoren durch Kälte führt zu einer Aktivierung des posterioren Anteils des Hypothalamus. Eine zentrale Funktion des Hypothalamus stellt die thermoregulative Kontrolle des Körpers dar. Der Hypothalamus wird in einen anterioren und posterioren Anteil unterteilt. Zur Kontrolle der Mechanismen gegen Wärmeverlust und als temperatursensitiv wird der anteriore Anteil des Hypothalamus bezeichnet. Im Vergleich dazu ist der posteriore Anteil nicht temperatursensitiv. Seine Aufgabe liegt in der Reaktion des Körpers auf die Stimulation durch Kälte. Diese Reaktion beinhaltet die Freisetzung von Noradrenalin, die Stimulation der Nebennieren mit vermehrter Ausschüttung von Adrenalin und Noradrenalin und die Stimulation der Hypophyse und Freisetzung von TSH. Das TSH sorgt für die Anregung der Schilddrüse und Ausschüttung von T3 und T4. Das braune Fettgewebe ist nicht von der Zirkulation von Katecholaminen abhängig, jedoch stimulieren diese die Glykogenolyse und somit die Bereitstellung von Glucose für die Thermogenese. Thyroxin sorgt für eine Verstärkung des Effektes durch Noradrenalin. (6) Eine zunehmende Katecholaminkonzentration führt durch die Aktivierung von α_1 -Adrenozeptoren an den glatten Muskelzellen der kutanen Blutgefäße zu einer Vasokonstriktion und damit zur weiteren Vorbeugung eines peripheren Wärmeverlustes. (9, 10)

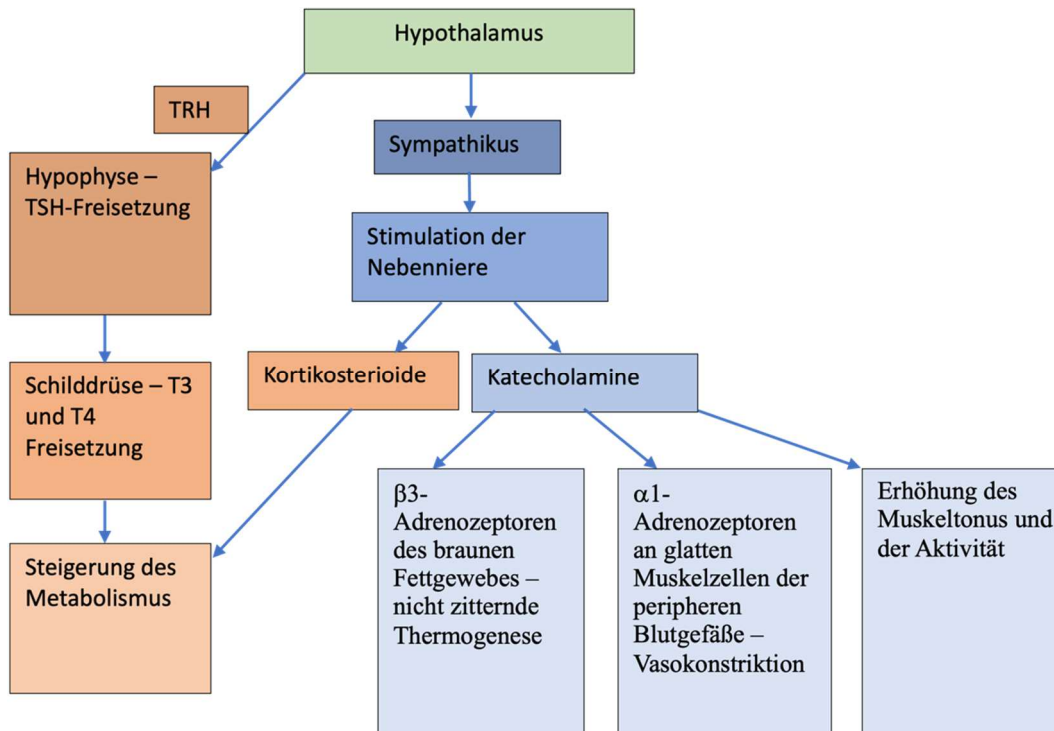


Abbildung 1: Mechanismen der postnatalen Thermoregulation, modifiziert nach (9) (TRH: Thyreotropin-Releasing-Hormon).

1.2 Erstbeurteilung und postnatale Stabilisierung des Neugeborenen

1.2.1 Definition

Der sogenannte Apgar-Score wurde 1952 von Doktor Virginia Apgar erstmalig etabliert. Mithilfe des Apgar-Score wird ein, fünf und zehn Minuten nach der Geburt der Allgemeinzustand des Neugeborenen erhoben. Dieser stellt eine standardisierte Bewertungsmethode dar und kann dabei helfen Neugeborene zu identifizieren, welche wahrscheinlich Reanimationsmaßnahmen benötigen. Dies erfolgt anhand der Kriterien der Herzfrequenz, der Atemfrequenz, der Reflexreizbarkeit, des Muskeltonus und des Hautkolorits des Neugeborenen. Jedes dieser Kriterien erhält eine Punktezah von null, eins oder zwei. Die Beurteilung erfolgt durch die Summation der Punkte der fünf vorliegenden Kriterien. Eine Punktezah von zehn beschreibt das Neugeborene in einem bestmöglichen Zustand. (11-13)

1.2.2 Fünf Kriterien des Apgar-Score

Herzfrequenz: Die Bestimmung der Herzfrequenz unmittelbar nach der Geburt ist in der Einschätzung des initialen klinischen Zustandes des Neugeborenen unabdingbar. Sie ist der sensitivste klinische Parameter in der Beurteilung durchgeführter Erstversorgungsmaßnahmen, wie z.B. von Beatmung. Sowohl durch die Auskultation des Herzens als auch durch die Palpation der proximalen Nabelschnur kann eine rasche

Beurteilung der Herz- bzw. Pulsfrequenz vorgenommen werden. Eine kontinuierliche und deutlich verlässlichere Überwachung der Herzfrequenz ermöglicht das Elektrokardiogramm.

(12) Bei fehlender Herzfrequenz werden null Punkte, bei einer Herzfrequenz unter 100 Schlägen pro Minute ein Punkt und bei über 100 Schlägen pro Minute zwei Punkte vergeben.

(14)

Atmung/Atemfrequenz: Das Kriterium der Atmung fokussiert sich auf das Vorhandensein oder das Fehlen von Spontanatmung bzw. auf die Beurteilung von deren Qualität. Bei einer vorliegenden Apnoe wird das Neugeborene mit null Punkten beurteilt und benötigt unmittelbar (nicht-invasive) Beatmung. Das klinische Zustandsbild eines Neugeborenen mit Nasenflügeln, jugulären oder interkostalen Einziehungen, stöhnender Expiration (engl. grunting) oder unregelmäßiger Atmung wird mit einem Punkt bewertet. Für Neugeborene, welche ohne erhöhten Aufwand regelmäßig atmen bzw. schreien, können zwei Punkte vergeben werden. (14)

Muskeltonus: Der Muskeltonus umfasst die aktive Bewegung und Flexion der Extremitäten des Neugeborenen. Sowohl eine Hypoxie als auch Ischämie führen zu einem Mangel an ATP für die muskuläre Aktivität und können somit zur Muskelhypotonie führen. Ein schlaffes Neugeborenes ohne spürbaren Muskeltonus wird mit null Punkten, eines mit geringem Muskeltonus und geringer Flexionsbewegung mit einem Punkt und ein sich aktiv bewegendes Neugeborenes mit guter Flexionsbewegung mit zwei Punkten beurteilt. (14)

Reflexreizbarkeit: Die taktile Stimulation dient der Anregung der Reflexe und der Spontanatmung des Neugeborenen. Durch Abtrocknen, kräftiges Reiben des Rückens oder Druckausübung auf die Fußsohlen kann eine taktile Stimulation durchgeführt werden. Neugeborene, welche darauf keine Reaktion zeigen, bekommen null Punkte, welche mit Grimassieren reagieren und etwas Bewegung zeigen einen Punkt und solche, die schreien und weinen, erhalten zwei Punkte. (14)

Eine Studie von Baik-Schneditz et al. (15) zeigte, dass die taktile Stimulation einen positiven Einfluss auf die Vitalparameter von Früh- und Reifgeborenen während der postnatalen Adaptationsperiode hat. Während die Herzfrequenz sowohl bei Früh- als auch Reifgeborenen stabil blieb, zeigte sich ein signifikanter Anstieg der Sauerstoffsättigung bei Frühgeborenen nach taktiler Stimulation. (15)

Hautkolorit: Anhand des Hautkolorits des Neugeborenen kann die periphere Sauerstoffsättigung nur sehr unzuverlässig eingeschätzt werden. Die Oxygenierung sollte

daher unter Zuhilfenahme der Pulsoxymetrie beurteilt werden. Üblicherweise sind Neugeborene nach der Geburt zyanotisch, zeigen sich jedoch etwa 30 Sekunden nach dem Beginn einer effizienten Atmung zunehmend rosig. Eine periphere Zyanose ist während der ersten Minuten nach Geburt nicht selten, definiert alleine jedoch nicht das Vorliegen einer Hypoxie. Anhaltende Blässe, trotz adäquater Beatmung, kann auf eine Azidose oder seltener auf eine Hypovolämie mit deutlicher peripherer Vasokonstriktion hinweisen. Zudem kann das Vorliegen einer rosigen oberen Körperhälfte bei zyanotischer unterer Körperhälfte Zeichen eines Rechts-Links-Shunts über einen offenen Ductus arteriosus sein. (12)

1.2.3 Limitierungen des Apgar-Score

Der Apgar-Score stellt eine Momentaufnahme des Allgemeinzustandes des Neugeborenen zu einem bestimmten Zeitpunkt dar und wird durch subjektive Komponenten beeinflusst. Es gibt zahlreiche Faktoren, die den Apgar-Score nachweislich beeinflussen können, darunter angeborene Fehlbildungen, das Gestationsalter, Traumata, Anästhesie bzw. Sedierung der Mutter und die unvermeidliche Interobserver-Variabilität. (11)

1.2.4 Präventive Maßnahmen gegen eine postnatale Hypothermie

Nach der Geburt soll laut aktueller Leitlinie des European Resuscitation Council (12) zur Sicherstellung der postnatalen Normothermie ein standardisiertes Wärmemanagement erfolgen. Auf eine adäquate Umgebungstemperatur von 23-25 °C, und bei der Versorgung von Frühgeborenen unter der 28. Schwangerschaftswoche von über 25 °C, soll hierbei geachtet werden.

Über der 32. Schwangerschaftswoche ist direkt nach der Geburt sorgfältiges Abtrocknen empfohlen. Folgend sollen sowohl Kopf als auch Körper mit einem warmen und trockenen Tuch bedeckt werden. Sofern keine Reanimationsmaßnahmen erforderlich sind, kann das nackte Neugeborene der Mutter auf die Brust gelegt und mit einem Tuch oder einer Decke zugedeckt werden. Im Rahmen von unterstützenden Maßnahmen oder einer Reanimation wird das Neugeborene unter einem vorgewärmten Heizstrahler auf einer warmen und ebenen Unterlage platziert.

In der Erstversorgung von Frühgeborenen unter der 32. Schwangerschaftswoche wird das Einhüllen des Neugeborenen in eine durchsichtige Polyethylen-Folie unter Aussparung des Gesichtes empfohlen. Dabei wird das Frühgeborene zuvor nicht abgetrocknet und soll nach Einhüllung unter einem Wärmestrahler platziert werden. Das Durchführen eines direkten Hautkontaktes mit der Mutter ist auch bei Frühgeborenen oder wachstumsretardierten

Neugeborenen möglich, jedoch unter sorgfältiger Beobachtung, um eine Unterkühlung definitiv zu vermeiden. (12)

1.2.5 Methoden der Temperaturmessung

Es gibt zahlreiche Methoden, um die Körpertemperatur bei Neugeborenen zu messen. Diese umfassen sowohl nicht-invasive als auch invasive Methoden. Am häufigsten eingesetzt wird ein elektronisches, digitales Thermometer. Als Vorteile liegen hierbei die kurze Messzeit, der große Temperaturbereich und die genaue Angabe in 0,01 °C-Schritten vor. (16) Ein mehrfacher Einsatz durch eine gut durchgeführte Wischdesinfektion ist möglich.

Eine weitere Methode zur Messung der Körpertemperatur stellt die Hautmessung über kleine stiftförmige Messfühler oder runde Sonden dar. Diese werden entweder unterhalb des Neugeborenen oder über eine vorgefertigte Klebefläche an der Haut des Neugeborenen befestigt. Speziell bei Frühgeborenen kann damit eine kontinuierliche Überwachung der Körpertemperatur gewährleistet werden. Ein regelmäßiger Wechsel der Elektroden sollte erfolgen, um Druckstellen zu verhindern. Die Sonden stellen in der Regel Einmalprodukte dar, weshalb diese Messmethode kostenintensiver ist. (16)

1.2.5.1 Messorte der Körpertemperatur

Invasive Messmethoden:

Rektale Messung: Die Körperkerntemperatur eines gesunden Reifgeborenen liegt ungefähr bei 36,9 °C. Die Messwerte sind abhängig von der Lage der Thermometerspitze. Bei einem Abstand von 2,5cm zum Anus wird eine Differenz zur Körperkerntemperatur von 1 °C und bei naher Lage zum Anus eine Differenz von 3 °C angegeben. Die rektale Messung stellt eine invasivere Messmethode mit dem Risiko einer Dislokation oder intestinalen Perforation dar. (16)

Ösophageale Messung: Eine ösophageale Messung der Körpertemperatur stellt eine weitere invasive Methode dar, welche jedoch direkt der Körperkerntemperatur entspricht. Ein gesundes Reifgeborenes zeigt eine ösophageale Temperatur von 36,8 °C bis 37,0 °C. Die Messung erfolgt durch einen Messfühler, welcher in einer dünnwandigen Ernährungssonde auf Herzhöhe platziert wird. Auch hierbei kann es potentiell zu Komplikationen wie Dislokation oder Perforation kommen. (16)

Nicht-invasive Messmethoden:

Axilläre Messung: Die axilläre Messung der Körpertemperatur stellt die einfachste nicht-invasive Messung der Körpertemperatur dar. Bei einem reifen Neugeborenen liegt eine durchschnittliche Körpertemperatur von 36,9 °C vor.

Messung über die Haut: Diese nicht-invasive Messmethode kann durch selbstklebende Sensoren intraskapulär, prähepatisch oder an den Extremitäten erfolgen. Der Referenzbereich entspricht jenen der invasiven Messmethoden. (16)

Messung über die Membrana tympani: Hierbei erfolgt die Messung der Körpertemperatur anhand der gemessenen Intensität der Infrarotstrahlung des Trommelfells durch ein Infrarot-Thermometer. (17) Diese Methode stellt eine gute Repräsentation der Körperkerntemperatur da, weil das Trommelfell eine gemeinsame Gefäßversorgung mit dem Hypothalamus aufweist. (18) Der Hypothalamus ist für die zentrale Regulation der Körpertemperatur verantwortlich. (19)

1.3 Normothermie

Als Normothermie wird der Zustand einer normalen Körpertemperatur bezeichnet. Die Körpertemperatur eines Neugeborenen wird zwischen 36,5 °C und 37,5 °C als normotherm definiert. Aufgrund der Insuffizienz der Thermoregulation des Neugeborenen besteht ein hohes Risiko für eine postnatale Hypothermie. (20)

1.4 Hyperthermie

1.4.1 Definition

Als eine Hyperthermie wird eine Körpertemperatur von über 37,5 °C definiert. Im Vergleich zu einer Hypothermie tritt diese seltener auf, kann jedoch mit ebenso bedrohlichen Konsequenzen einhergehen. (20) Klinisch kann, anhand der Temperaturdifferenz zwischen Körperstamm und Peripherie, zwischen einer Hyperthermie und Pyrexie unterschieden werden. Ein überwärmtes Neugeborenes präsentiert eine warme Peripherie, während ein Neugeborenes mit z.B. einer Infektion eine kühle Peripherie aufweist. (3)

1.4.2 Ursachen und Risikofaktoren

Ursächlich dafür können eine Sollwerterhöhung oder deutlich häufiger eine externe Überwärmung des Neugeborenen sein. (3) Einer Hyperthermie können sowohl endogene als auch exogene Ursachen zugrunde liegen. Der wichtigste exogene Faktor stellt eine zu hohe Wärmezufuhr dar. Zudem kann die Akkumulation von Wärme und eine zu geringe

Wärmeabgabe, aufgrund inadäquater Verwendung von Bekleidung und Decken, die Entstehung einer Hyperthermie begünstigt. Weiters tragen eine Therapie mit Prostaglandin E1, Erythropoetin oder der Entzug von Medikamenten zu einem erhöhten Risiko einer Hyperthermie bei. (16) Ein weiterer erwähnenswerter Faktor stellt die Körpertemperatur der Mutter dar. Das Vorliegen von intrapartalem Fieber bei der Mutter steht in Assoziation mit einer Erhöhung der Körpertemperatur des Neugeborenen. Ursachen dafür können eine Epiduralanästhesie, Infektionen der Mutter, eine prolongierte Latenzphase und Nulliparität sein. (21) Ausschlaggebende endogene Risikofaktoren stellen eine Sepsis, Infektionen des zentralen Nervensystems, Dehydratation und zerebrale Temperaturregulationsstörungen dar. (16)

Die häufigste Ursache für eine Hyperthermie beim Frühgeborenen stellt die inadäquate Bedienung und Versorgung mithilfe eines Inkubators mit zu hoher Luftfeuchtigkeit und/oder Lufttemperatur dar. Frühgeborene neigen aufgrund unreifer thermoregulativer Mechanismen und der unreifen Hautbarriere zu einem verstärkten Wärmeverlust und benötigen häufig die Versorgung durch einen durch Konvektion gewärmten Inkubator. Hinsichtlich dieser Thematik äußerte die American Academy of Pediatrics eine Warnung hinsichtlich einer möglichen Hyperthermie durch Wärmestrahler. (22) Diese besagt, dass die Verwendung von Wärmestrahlern eine Gefahr für die Entwicklung einer iatrogenen neonatalen Hyperthermie birgt. Eine schwere Überwärmung kann durch ein mechanisches Versagen der Bedienelemente, Verrutschen der Temperatursonde oder durch einen inadäquaten manuellen Betrieb verursacht werden. Zudem konnte eine Assoziation zwischen Mortalität und Überwärmung durch Wärmestrahler beobachtet werden. (23)

Auftretende Konsequenzen einer Hyperthermie können ein erhöhter Flüssigkeitsverlust, erhöhter Sauerstoffverbrauch, Apnoen und Hirnschäden sein. (16) Aufgrund der Erhöhung der metabolischen Aktivität und des erhöhten evaporativen Wasserverlustes kann sich eine Dehydratation entwickeln. (20) Das Auftreten eines Hirnschadens kann durch eine erhöhte Stoffwechselrate, eine Änderung des zerebralen Blutflusses und die Freisetzung von exotoxischen Produkten wie freien Radikalen, Zytokinen und Glutamat begünstigt werden. (24) Eine neonatale Hyperthermie steht ebenso in Verbindung mit einer erhöhten neonatalen Mortalität. (25)

1.4.3 Fieber in der Neugeborenenperiode

Der zugrundeliegende pathophysiologische Mechanismus von Fieber basiert auf einer Störung der zentralen Wärmespeicherung und Wärmeableitung. Diese Mechanismen werden

auf hypothalamischer Ebene gesteuert und überwiegend durch Prostaglandin E₂ und andere immunogene Pyrogene verursacht. (23)

1.5 Hypothermie

Veränderungen in der Umgebungstemperatur können nur bedingt toleriert werden, wodurch das Neugeborene ein erhöhtes Risiko für eine Hypothermie aufweist. Zur Veranschaulichung sei erwähnt, dass ein nacktes Neugeborenes bei 23 °C denselben Wärmeverlust erfährt wie ein nackter Erwachsener bei 0 °C. (20)

1.5.1 Definition

Die World Health Organization (WHO) definiert eine neonatale Körpertemperatur von 36,0-36,4 °C als milde Hypothermie, von 32,0-35,9 °C als moderate Hypothermie und eine Körpertemperatur von unter 32,0 °C als schwere Hypothermie. (20)

Die Hypothermie stellt, laut eines systematischen Reviews aus dem Jahr 2013, ein verbreitetes medizinisches Problem dar, sowohl für Neugeborene, welche in einem Krankenhaus (Prävalenz 32-85 %), als auch für jene, die zu Hause (Prävalenz von 11-92 %) geboren wurden. (26)

1.5.2 Risikofaktoren für Hypothermie

Das Auftreten einer postnatalen Hypothermie kann durch zahlreiche Risikofaktoren begünstigt werden. Zu den Risikofaktoren zählen Frühgeburtlichkeit, Neugeborene mit intrauteriner Wachstumsretardierung (IUGR), und ein in Bezug auf das Gestationsalter zu niedriges Geburtsgewicht (engl. small for gestational age: SGA). (26, 27)

Weitere Faktoren für die Entwicklung einer Hypothermie können sowohl exogenen als auch endogenen Ursprungs sein. Zu den exogenen Faktoren zählen eine kühle Umgebungssituation, nasse Körperoberfläche oder aber auch eine Beatmung mit ungewärmtem Atemgas. Als endogene Faktoren können Hypoxie, Asphyxie, Sepsis, Schockgeschehen, Hypothyreose oder eine zerebrale Blutung genannt werden. (3, 16)

1.5.3 Neonatale Physiologie

Aufgrund des Verhältnisses von einer großen Körperoberfläche zum Körpergewicht, einer unreifen Hautoberfläche und einer dünnen Schicht an subkutanem Fettgewebe neigen Neugeborene postnatal zu einem erhöhten Wärmeverlust. (28) Zudem weisen diese Kinder eine verzögerte Kontrolle des peripheren Blutflusses und der Reaktionsfähigkeit der Gefäße auf, wodurch die Fähigkeit der Wärmestabilisierung durch Vasokonstriktion nicht

ausreichend gegeben ist. (9) Der Wärmeverlust pro Körpergewichtseinheit eines Neugeborenen wurde auf das Vierfache eines Erwachsenen geschätzt. (29)

1.5.3.1 Mechanismen des postnatalen Wärmeverlustes bei Neonaten

Hauptsächlich sind vier Mechanismen für den Wärmeverlust von Neugeborenen verantwortlich. Dazu zählen die Evaporation, Konduktion, Konvektion und die Radiation. (3, 4, 30)

Evaporation: Hauptsächlich findet Wärmeverlust direkt nach der Geburt aufgrund von Evaporation des Fruchtwassers von der Körperoberfläche des Neugeborenen statt. (31) Die Evaporation bezeichnet das Verdunsten von Flüssigkeiten (Amnion, Wasser) an der Körperoberfläche und ist abhängig von der Luftfeuchtigkeit und Temperatur der Umgebung. Aufgrund des Überganges von der flüssigen in die gasförmige Phase kommt es dabei zu einer Abnahme der Körpertemperatur. Interventionsmöglichkeiten, um einen Wärmeverlust durch Evaporation zu verhindern, sind das Abtrocknen des Neugeborenen, die Einhüllung des Neugeborenen in einen Polyethylen-Beutel oder die Erhöhung der umgebenden Luftfeuchtigkeit und Temperatur.

Konduktion: Bei der Konduktion findet, durch direkten Kontakt zwischen der Körperoberfläche des Neugeborenen und Oberflächen mit niedrigeren Temperaturen, ein Wärmeverlust statt. Zu beobachten ist dieser Vorgang zum Beispiel, wenn das Neugeborene nach der Geburt in direkten Kontakt mit kühlen Unterlagen oder Tüchern kommt.

Konvektion: Wärme ist eine Form von Energie, welche aufgrund eines Gradienten von wärmeren zu kälteren Umgebungen abgegeben wird. Bei der Konvektion kommt es zu einer Diffusion der Wärme von der Körperoberfläche des Neugeborenen zur umgebenden Luft. Besondere Beachtung sollten hierbei die Vermeidung von Zugluft, das Zudecken mit vorgewärmten Tüchern, das Aufsetzen einer Haube und adäquate Temperaturbedingungen im Erstversorgungsraum oder Geburtszimmer erhalten.

Radiation/Wärmestrahlung: Im Zuge der Radiation kommt es zur Abgabe von Wärmestrahlung durch die Körperoberfläche des Neugeborenen an die umgebenden Oberflächen oder Objekte. Dabei steht das Neugeborene nicht in direktem Kontakt mit der Umgebung. Ein Vorwärmen des Erstversorgungsraumes oder des Kreißsaals, das Zudecken mit warmen Tüchern und die Platzierung des Neugeborenen fern von Fenstern oder Türen kann diesem Vorgang entgegenwirken.

1.5.4 Umwelteinflüsse und neonatale Hypothermie

Auch Umwelteinflüsse können eine Hypothermie begünstigen. Durchgeführte Studien in Nepal und Südasien wiesen darauf hin, dass die neonatale Hypothermie ein globales Problem darstellt und sowohl in Regionen mit niedrigen als auch in Regionen mit tropischen Umgebungstemperaturen vorkommt. (26, 32)

Als sozioökonomischer Faktor wird ein unzureichendes Wissen des medizinischen Personals über das neonatale Temperaturmanagement, vor allem in Ländern mit niedrigem Einkommen, gesehen. Zudem konnte eine Assoziation zwischen der Entwicklung einer Hypothermie des Neugeborenen und einer jungen, unerfahrenen Mutter mit niedrigem sozioökonomischem Status gezeigt werden. Andererseits gibt es auch eine Assoziation zwischen neonataler Hypothermie und Müttern, welche bereits zahlreiche Geburten durchlebt haben. (26)

Zusätzliche Risiken, welche das Eintreten einer neonatalen Hypothermie begünstigen können, sind das sofortige Durchführen eines Bades nach der Geburt, das Entfernen der Vernix caseosa und die Vermeidung von frühzeitigem Haut-zu-Haut-Kontakt und Stillen. (26, 33) Auch die Körpertemperatur der Mutter, sowohl vor als auch nach der Geburt, kann einen Einfluss auf die Körpertemperatur des Neugeborenen haben. (34)

1.5.5 Hypothermie und neonatale Morbidität/Mortalität

Eine indische Studie untersuchte die Morbidität und Mortalität von hypothermen Neugeborenen. Es konnte gezeigt werden, dass die Sterberate von Neugeborenen mit einer milden Hypothermie bei 39,3 %, bei jenen mit einer moderaten Hypothermie bei 51,6 % und bei solchen mit einer schweren Hypothermie bei 80 % lag. Die Sterberaten erhöhten sich bei gleichzeitigem Vorliegen einer Hypothermie und Hypoglykämie auf 71,4 %, bei Hypoxie auf 83,3 %, und bei einem Schockgeschehen auf 90,9 %. (35)

Eine weitere Studie konnte eine umgekehrte Proportionalität zwischen der neonatalen Körpertemperatur bei Aufnahme und der Mortalität während des Krankenhausaufenthaltes zeigen. Je niedriger die Körpertemperatur der Frühgeborenen bei Aufnahme auf der neonatologischen Intensivstation war, desto höher präsentierte sich die Mortalitätsrate. Die absolute Mortalitätsrate von normothermen Frühgeborenen von 6,4 % stieg bei jenen mit einer Körpertemperatur von 35,0-35,4 °C auf 18,4 % und bei einer Körpertemperatur von unter 35,0 °C auf 30,5 %. (36)

In einer amerikanischen Studie mit 5277 Neugeborenen wurde zudem ein umgekehrter Zusammenhang zwischen der Körpertemperatur bei Aufnahme und einer late onset-Sepsis beobachtet. Eine Abnahme der Körpertemperatur um 1 °C führte zu einem 28 %-igen Anstieg der Mortalität und zu einem 11 %-igen Anstieg der late-onset-Sepsis-Rate. (37)

Im Zuge einer Hypothermie kommt es zu einem erhöhten metabolischen Umsatz und einem erhöhten Sauerstoffverbrauch. Dies kann zur Folge haben, dass sich eine metabolische Azidose, Hypoglykämie oder eine Hypoxämie entwickelt. Weitere Folgen einer Hypothermie sind Bradykardien, Hypotonie, Apnoen und ein erhöhtes Risiko eines persistierenden pulmonalen Hypertonus des Neugeborenen. (16, 36) Diese pulmonalen Manifestationen unterliegen verschiedenen Mechanismen, welche durch eine längere Periode einer Hypothermie begünstigt werden. Einerseits werden eine veränderte Surfactant-Verteilung und Mechanik der pulmonalen Funktion und andererseits eine erhöhte Konstriktion der pulmonal-venösen Gefäße beobachtet. Resultierend kann ein erhöhter pulmonaler Blutdruck und ein verminderter Druck im linken Vorhof beobachtet werden. (12) Ausgedehnte Stressperioden durch Kälte zeigten auch einen Zusammenhang mit einem erhöhten Risiko von intraventrikulären Hämorrhagien und Koagulationsdefekten. (36, 38)

1.5.6 Prävention der postnatalen Hypothermie

Bereits im frühen 19. Jahrhundert wurde erkannt, dass eine warme Umgebung essenziell für die Versorgung von Neugeborenen ist. Seitdem konnte ein breites Wissen über die Bedeutung einer warmen Umgebung für Neugeborene aufgebaut werden, wodurch sich vor allem die Erstversorgung von Frühgeborenen und Neugeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht unter 2500 g (engl. low birth weight infants) verbesserte. Jedoch zeigte sich vor allem in Entwicklungsländern, dass das Verständnis für eine adäquate thermale Versorgung nur unzureichend ist, und neonatale Hypothermie mit Morbidität und Mortalität des Neugeborenen einhergeht. Die WHO generierte zur Verbesserung dieser Problematik eine Leitlinie zur Prävention und Behandlung der neonatalen Hypothermie. Diese beinhaltet zehn Schritte zur Prävention einer Hypothermie zum Zeitpunkt der Geburt und in den ersten Lebensstagen. (20)

Die Umgebungstemperatur im Kreißsaal hat eine signifikante Auswirkung auf die Herzfrequenz, die Atemfrequenz, den Sauerstoffverbrauch und den insensiblen Flüssigkeitsverlust des Neugeborenen. Die Körpertemperatur und der Sauerstoffverbrauch stehen in einem umgekehrten Verhältnis zueinander. Je niedriger die Körpertemperatur des Neugeborenen ist, desto mehr Sauerstoff wird zur Aufrechterhaltung der Thermoregulation

und des Metabolismus benötigt. (39) Laut der WHO soll der Kreißsaal daher zugluftfrei sein und eine Umgebungstemperatur von 25-28 °C aufweisen. (20)

Weitere Möglichkeiten zur Prävention einer Hypothermie sind das sofortige Abtrocknen des Neugeborenen und die Bereitstellung und Nutzung vorgewärmter Tücher und einer Mütze. Zu den physiologischen Maßnahmen zur Reduktion des Wärmeverlustes zählen die Durchführung der sogenannten kangaroo care, der frühzeitige Haut-zu-Haut-Kontakt und die frühzeitige Initiierung des Stillens. Bei der Versorgung von Frühgeborenen, LBW-Neugeborenen oder Neugeborenen, welche an Adaptationsstörungen leiden, können Hilfsmittel wie Heizstrahler, Kunststoffbeutel, Wärmematratzen und Inkubatoren zur Unterstützung der Stabilisierung der Körpertemperatur eingesetzt werden. (20, 40)

1.5.7 Wärmestrahler

Die Wärmeerzeugung durch einen Wärmestrahler basiert auf Infrarotenergie, welche vollständig von der Haut absorbiert wird und eine Eindringtiefe von unter einem Millimeter aufweist. Die Steuerung der Wärmeabgabe erfolgt entweder manuell oder durch Vorgabe einer voreingestellten Zieltemperatur, welche durch eine Temperatursonde an der Haut oder im Rektum des Neugeborenen gesteuert wird. Erwähnenswerte Nachteile von Wärmestrahler sind die potentielle Zunahme des Wärmeverlustes durch Konvektion und Evaporation, der erhöhte sensible Wasserverlust und das erhöhte Risiko der iatrogen induzierten Hyperthermie. Deswegen benötigen Neugeborene, welche unter einem Wärmestrahler versorgt werden, ein adäquates, bestenfalls kontinuierliches Monitoring der Körpertemperatur. Vorteile der Anwendung von Wärmestrahler sind die Minimierung des Wärmeverlustes durch Strahlung und die gute Zugänglichkeit zu den Neugeborenen bei medizinischen Interventionen und Reanimationssituation. Der Einsatz eines Wärmestrahlers stellt jedenfalls einen festen Bestandteil in der postnatalen Erstversorgung und Reanimation von Neugeborenen dar. (12, 41)

1.5.8 Kunststoffbeutel

Polyethylen-Beutel stellen, vor allem bei Frühgeborenen, eine effektive Intervention zur Prävention der postnatalen Hypothermie dar. (42, 43) Aufgrund des unreifen Stratum corneum und der dadurch erhöhten Permeabilität der Epidermis sind Frühgeborene verstärkt von einem erhöhten transepidermalen Wasserverlust betroffen. Daraus resultiert ein verstärkter Wärmeverlust durch Evaporation und Konvektion. Um dies zu verhindern kommen Kunststoffbeutel zum Einsatz. (44) Solche sind nicht permeabel und wurden ursprünglich für Neugeborene mit einem Bauchwanddefekt hergestellt. Es stellte sich jedoch

heraus, dass die Anwendung zur Prävention von Hypothermie und evaporativen Wärmeverlust beitrug.

Das Frühgeborene wird direkt postnatal, ohne es zuvor abzutrocknen, bis zum Hals in den Polyethylen-Beutel gelegt oder mit einer solchen Folie gänzlich eingewickelt und unter einem Heizstrahler erstversorgt. Der Kopf soll getrocknet und mit einer Haube bedeckt werden. (45)

Mathew et al. (46) verglichen Frühgeborene, welche direkt nach der Geburt in Vinyl-Beutel eingehüllt wurden, mit jenen, welche direkt danach abgetrocknet und unter einem Heizstrahler positioniert wurden. Der Einsatz von Vinyl-Beuteln bereits im Kreißsaal und im Sectio-Operationssaal reduzierte in dieser Studie die Inzidenz der Hypothermie signifikant und zeigte eine Zunahme der mittleren Aufnahmetemperatur von 1 °C. (46)

1.5.9 Inkubator

Der französische Arzt Jean-Louis-Paul Denucé präsentierte im Jahre 1857 erstmalig einen Inkubator für die Intensivversorgung von Frühgeborenen und kritisch kranken Neugeborenen. Die Funktion seiner Erfindung fundierte auf einer doppelwandigen Wärmewanne aus Metall. In den Zwischenraum der inneren und äußeren Wand wurde heißes Wasser gefüllt, wodurch eine Erwärmung der Wanne und Schaffung eines warmen Umfeldes für das Neugeborene erzielt wurde. Ein regelmäßiger Austausch des Wassers sorgte für eine konstante Temperatur der Wärmewanne. Heutzutage kommen Inkubatoren zum Einsatz, ähnlich den Prinzipien jener, die im frühen 20. Jahrhundert etabliert wurden. (47)

Das Ziel eines Inkubators liegt in der Aufrechterhaltung der Körpertemperatur von kritisch kranken Früh- und Neugeborenen und in der Minimierung jener Energie, welche diese zur metabolischen Wärmeproduktion benötigen. Mithilfe des Inkubators wird ein thermoneutraler Bereich geschaffen, in welchem die Körperkerntemperatur ohne Anpassungsreaktionen und mit geringstem Sauerstoffverbrauch durch das Neugeborene konstant gehalten werden kann. (16, 41) Die Generierung eines thermoneutralen Bereiches setzt auf das Zusammenspiel von Luftfeuchtigkeit, Temperatur der Oberflächen, mit welchen das Neugeborene in Kontakt ist, und der Bewegung der Luft innerhalb des Inkubators. Durch eine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit innerhalb des Inkubators wird der evaporative Wärmeverlust reduziert. Ein Wärmeverlust durch Konvektion, Konduktion und Wärmestrahlung wird durch Wärmematratten, Erwärmung der Luft und das Abgrenzen des Inneren durch Plexiglasscheiben verhindert. Die Kontrolle der Wärmeabgabe erfolgt

entweder manuell oder diese unterliegt einer Servosteuerung, welche anhand der gemessenen Körpertemperatur oder der Lufttemperatur agiert. (16)

Ein Review der Cochrane Collaboration zeigte, dass eine servokontrollierte abdominale Hauttemperatur von 36 °C die Sterberate von Neugeborenen mit niedrigem Geburtsgewicht, im Vergleich zu einer regulierten Lufttemperatur von 31,8 °C, senkte. Die Studien in diesem Review wurden mit Inkubatoren, welche Wärme durch servokontrollierte Wärmestrahler erzeugten, durchgeführt. Aufgrund des erhöhten Risikos einer Überhitzung der Neugeborenen durch verrutschte Temperatursonden wurde die Produktion dieser Inkubatoren eingestellt. Da der Weg der Wärmeübertragung nicht entscheidend für die Erreichung der Thermoneutralität ist kann davon ausgegangen werden, dass der entdeckte Überlebensvorteil von Inkubatoren mit servokontrollierter Wärmestrahlung auch durch Inkubatoren mit servogesteuerter konvektiver Wärmeerzeugung erreicht werden kann. (48)

Laut Silverman et al. sollte die Hauttemperatur nahe dem thermoneutralen Bereich, zwischen 36 und 37 °C, angestrebt werden, da dadurch eine Verminderung des Sauerstoffverbrauches und eine Minimierung der zur Wärmeproduktion benötigten Energie beobachtet wurde. (49)



Abbildung 2: Inkubator (Giraffe, GE HealthCare; persönlich aufgenommenes Foto).

1.6 Haut-zu-Haut-Kontakt

1.6.1 Hintergrund

Im Jahre 1983 wurde durch Edgar Rey das Modell der „kangaroo mother care“ (KMC) zur Versorgung von LBW-Neugeborenen aufgrund eines Mangels an Inkubatoren, der hohen Rate an nosokomialen Infektionen und der Abgabe von Neugeborenen in örtlichen Krankenhäusern, konzipiert. Der Haut-zu-Haut-Kontakt mit der Mutter diene dabei der Aufrechterhaltung einer normothermen Körpertemperatur und als Nahrungs- und Stimulationsquelle des Neugeborenen. (50)

1.6.2 Definition

Das sogenannte Bonding zwischen Mutter und Neugeborenen findet über den frühen Haut-zu-Haut-Kontakt (engl. skin-to-skin-contact, SSC) statt. (51) Im Zuge des Haut-zu-Haut-Kontaktes wird das nackte, abgetrocknete Neugeborene in Bauchlage auf die nackte Brust der Mutter gelegt. (52) Es wird so positioniert, dass der Kopf auf eine Seite liegt und sich die Arme wie auch Hüften in einer Flexionsstellung befinden. Zum Schutz vor Wärmeverlust werden der Kopf des Neugeborenen mit einer Mütze und der restliche Körper mit vorgewärmten Tüchern oder Decken bedeckt. (53)

Der Prozess des Bonding beschreibt den emotionalen Bindungsaufbau zwischen Mutter und Kind. (54) Die Initiierung des frühzeitigen Haut-zu-Haut-Kontaktes sollte idealerweise direkt nach der Geburt erfolgen und bis mindestens nach dem ersten erfolgreichen Stillen andauern. (51, 52)

Die von der WHO und UNICEF entwickelte Baby Friendly Health Initiative empfiehlt, dass alle Neugeborene die Möglichkeit des sofortigen Haut-zu-Haut-Kontaktes nach einer vaginalen Geburt wie auch nach einer Kaiserschnittgeburt bekommen sollen. Ein frühzeitiger Haut-zu-Haut-Kontakt nach einem Kaiserschnitt mit Spinal- oder Epiduralanästhesie kann direkt postpartal erfolgen, da die Mutter wach und bei Bewusstsein ist. Sollte der Kaiserschnitt unter Allgemeinanästhesie stattfinden, wird der frühzeitige Haut-zu-Haut-Kontakt nach vollständigem Erlangen des Bewusstseins der Mutter initiiert. (55)

1.6.3 Körperliche Auswirkungen des Haut-zu-Haut-Kontaktes

Die Bewegungen des Kopfes und der Hände des Neugeborenen während des frühzeitigen Haut-zu-Haut-Kontaktes sorgen für eine erhöhte Sekretion von mütterlichem Oxytocin, wodurch eine Erhöhung der mütterlichen Hauttemperatur der Brust und eine verstärkte Laktation beobachtet werden kann. Durch den direkten Haut-zu-Haut-Kontakt erfolgt zudem eine Wärmeübertragung von der Mutter auf das Neugeborene. Resultierend werden sensorische Nerven des Neugeborenen stimuliert, was eine Reduktion des Sympathikotonus, eine Dilatation der Hautgefäße, eine zunehmende Beruhigung und Erhöhung der Körpertemperatur des Neugeborenen bedingt. (56)

1.6.4 Vor- und Nachteile des Haut-zu-Haut-Kontaktes

1.6.4.1 Vorteile des Haut-zu-Haut-Kontaktes

Vorteile des postpartalen frühzeitigen Haut-zu-Haut-Kontaktes konnten in zahlreichen Studien aufgezeigt werden. (52, 54, 56-58)

Zu diesen zählen eine Stabilisierung der neonatalen Thermoregulation und Blutzuckerspiegel, ein vermindertes Risiko eines Ikterus neonatorum, eine Linderung des Geburtsstress, eine Stärkung der Mutter-Kind-Bindung, die Kolonisation mit dem schützenden mütterlichen Mikrobiom und eine frühere Initiierung und längere Dauer des Stillens. Sowohl gesunde Reifgeborene als auch stabile Frühgeborene profitieren von diesen positiven Auswirkungen des frühzeitigen Haut-zu-Haut-Kontaktes. (54, 58)

Frühe Initiierung und Dauer des Stillens: Unmittelbar nach der Geburt wird das sympathiko-adrenale System des Neugeborenen stimuliert, wodurch es zu einem raschen Anstieg der Katecholaminspiegel und anderer Stresshormone kommt. Das Neugeborene reagiert in diesen ersten zwei Stunden nach der Geburt am empfindlichsten auf taktile, thermische und olfaktorische Reize der Mutter, wodurch dies den optimalen Zeitpunkt für den Beginn des Stillens darstellt. (59) Widström et al. (60) beschrieben eine Abfolge von neun angeborenen Verhaltensweisen. Dazu zählen der Geburtsschrei, die Entspannungsphase, Phase des Erwachens, aktive Phase, Krabbelphase, Ruhephase, Eingewöhnungsphase, Saugphase und Schlafphase. Durch den frühzeitigen und kontinuierlichen Haut-zu-Haut-Kontakt kann ein effektiveres Stillen mit erhöhter Milchproduktion und stetiger Gewichtszunahme des Säuglings beobachtet werden. (60)

Weiters konnte ein systematischer Review aufzeigen, dass frühzeitiger Haut-zu-Haut-Kontakt nach einer vaginalen Entbindung die Stillrate und Dauer des Stillens verbessert. (52) Da bekannt ist, dass die Zeit bis zum ersten Stillen, der Beginn der Laktation und die Wahrscheinlichkeit des Abstillens nach einer Kaiserschnittentbindung erhöht sind, sollten Lösungen implementiert werden, um die Stillraten nach einem Kaiserschnitt zu verbessern. (54)

Stabilisierung der Thermoregulation: Ein frühzeitiger Haut-zu-Haut-Kontakt zwischen Müttern und gesunden Reifgeborenen, welche durch eine natürliche Geburt geboren werden, zählt zur Routineversorgung. Neugeborene, welche per Kaiserschnitt geboren werden, haben ein erhöhtes Risiko für eine postnatale Hypothermie. Ursächlich dafür sind unter anderem eine häufig niedrige Temperatur im Operationssaal, die mögliche Bewusstlosigkeit der Mutter während des Kaiserschnittes, verringerte Körperkerntemperatur der Mutter oder die Einwirkung von Medikamenten auf die kindliche Thermoregulation. Durch fehlende Kompression des kindlichen Kopfes durch den Geburtskanal kann es zu einer unzureichenden Stimulation des sympathiko-adrenalen Systems und zu einer weniger effizienten nicht-zitternden Thermogenese kommen. (56, 57, 61)

Es konnte gezeigt werden, dass frühzeitiger Haut-zu-Haut-Kontakt, beginnend 30 Minuten nach der Geburt, bei moderaten und späten Frühgeborenen das Risiko einer Hypothermie in den folgenden 48 Stunden verringert. (53) Mehrere Studien unterstrichen diese positive Wirkung des Haut-zu-Haut-Kontaktes auf die neonatale Thermoregulation. Christensson et al. (62) untersuchten die durchschnittliche axilläre Temperatur von Reifgeborenen. In Lebensminute 90 konnte in der Gruppe des Haut-zu-Haut-Kontaktes eine Temperatur von 37,1 °C im Vergleich zur Kontrollgruppe mit 36,7 °C gezeigt werden. (62)

Eine randomisierte kontrollierte Studie von Beiranvand et al. (56) fand hingegen bei Reifgeborenen nach Sectio caesarea keinen signifikanten Unterschied in der mittleren Körpertemperatur zwischen der Gruppe des frühzeitigen Haut-zu-Haut-Kontaktes und der Routineversorgungsgruppe. Diese Ergebnisse sind vereinbar mit jenen der randomisiert-kontrollierten Studie von Kollmann et al. (51).

1.6.4.2 Nachteile des Haut-zu-Haut-Kontaktes

Moore et al. (63) beschrieben keine kurz- oder langfristigen negativen Auswirkungen in Zusammenhang mit frühzeitigem Haut-zu-Haut-Kontakt. Einige Autoren wiesen in Studien und Fallserien darauf hin, dass es in seltenen Fällen während des Haut-zu-Haut-Kontaktes zu lebensbedrohlichen Situationen aufgrund von Apnoen und Hypotonie gekommen sei. (54, 64-66) Diese Situationen sind auch bekannt unter dem Begriff des plötzlichen unerwarteten postnatalen Kollapses (engl. sudden unexpected postnatal collapse). (67) Beschrieben wurden diese Vorfälle innerhalb von vier Stunden nach natürlicher Geburt, verursacht werden sie in erster Linie durch eine Obstruktion der Atemwege während der Bauchlage des Neugeborenen. Das medizinische Personal sollte daher unbedingt für eine sichere Positionierung des Neugeborenen in den ersten Stunden nach der Geburt sorgen und diese in regelmäßigen Abständen überwachen. Vorsicht ist auch nach einer Kaiserschnittgeburt geboten, da diese Neugeborenen ein erhöhtes Risiko für niedrigere Apgar-Werte, Adaptationsprobleme und Hypoglykämien aufweisen.

Trotz dieser Risiken wird der frühzeitige Haut-zu-Haut-Kontakt zwischen Mutter und Neugeborenen direkt nach der Geburt wegen der überwiegenden Vorteile empfohlen. (54, 64-66)

1.6.5 Morbidität und Mortalität

Ein systematischer Review der Cochrane Collaboration zeigte eine Reduktion der Mortalität von Frühgeborenen bei Entlassung oder bei einem Gestationsalter von 40-41 Schwangerschaftswochen, welche KMC während ihrer Neugeborenenperiode erhielten.

Zudem lag bei diesen Frühgeborenen ein deutlich niedrigeres Risiko für schwere Infektionen, Sepsis und neonatale Hypothermie vor. (50)

Eine Metaanalyse zeigte eine Risikoreduktion neonataler Mortalität von 51 % bei Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht unter 2000 Gramm, bei denen während der ersten Lebenswoche KMC initiiert wurde. (68)

1.7 Klinische Zielsetzung und Fragestellung

Frühzeitiger Haut-zu-Haut-Kontakt zwischen Mutter und gesundem Reif- und stabilem Frühgeborenen gehört nach einer vaginalen Entbindung zur Standardversorgung. Im Rahmen eines Kaiserschnittes ist diese Maßnahme noch nicht vollends als Routine etabliert.

Die gegenständliche Diplomarbeit soll anhand einer retrospektiven Datenanalyse evaluieren, ob der frühzeitig durchgeführte Haut-zu-Haut-Kontakt zwischen Mutter und Neugeborenen im Operationssaal nach primärer Sectio caesarea eine Auswirkung auf die Körpertemperatur des Neugeborenen hat und ob ein Unterschied in Bezug auf die Körpertemperatur von routinemäßig am Erstversorgungstisch unter einer Wärmelampe versorgten Neugeborenen vorliegt. Basierend auf der angeführten Literatur wird keine relevante Abnahme der Körpertemperatur der Neugeborenen mit frühzeitigem Haut-zu-Haut-Kontakt im Vergleich zur Kontrollgruppe erwartet. Diese Fragestellung ist wesentlich, um die Sicherheit des frühzeitigen Haut-zu-Haut-Kontaktes nach Kaiserschnittgeburt zu beurteilen.

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Für diese Diplomarbeit wurde eine retrospektive Datenanalyse durchgeführt. Dafür wurde vorab ein Votum der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz eingeholt (36-055 ex 23/24).

Die Erhebung der Körpertemperatur von Neugeborenen nach frühem Haut-zu-Haut-Kontakt („Bonding-Gruppe“) und jene von Neugeborenen der „Erstversorgungstischgruppe“ nach einer primären Sectio caesarea wird im Rahmen der Routinedokumentation an der Klinischen Abteilung für Neonatologie Graz durchgeführt. Im Rahmen der Routinedokumentation erfolgte auch eine handschriftliche Erfassung des Gestationsalters, der Körpertemperatur, der Bondingdauer, des Geburtsmodus, des Apgar-Scores und der Sectio-Indikation. Weiters wurden demografische Parameter der Neugeborenen aus den Patientenakten erhoben.

2.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Der Fokus der Datenerhebung lag auf der Population der Früh- und Reifgeborenen, welche mittels Sectio caesarea und nach verzögertem Abklemmen der Nabelschnur (30-60 Sekunden) geboren wurden. Eingeschlossen wurden alle gesunden Früh- und Reifgeborenen ohne Atemunterstützung mit postnatal dokumentierter Körpertemperatur, die zwischen April 2023 und November 2023 an der Klinischen Abteilung für Neonatologie Graz zur Welt kamen und medizinisch betreut wurden. Kritisch kranke beziehungsweise instabile Früh- oder Reifgeborene oder solche ohne dokumentierte postnatale Körpertemperatur wurden aus der Studie ausgeschlossen.

2.3 Durchführung des frühzeitigen Haut-zu-Haut Kontaktes

Die Implementation des frühzeitigen Haut-zu-Haut Kontaktes mit der Mutter noch im Operationssaal benötigt ein komplexes interdisziplinäres Zusammenspiel. Grundsätzlich erfolgte der frühzeitige Haut-zu-Haut-Kontakt im Operationssaal während der Regelarbeitszeit von Montag bis Freitag zwischen 08.00 und 16.00 Uhr.

Während der Kaiserschnitt seitens der Gynäkologie und Geburtshilfe durchgeführt wurde, standen ein erfahrener Assistenzarzt oder ein Facharzt für Kinder- und Jugendheilkunde und die zuständige Hebamme zur Versorgung des Neugeborenen bereit. Vorgewärmte Tücher

und eine Mütze wurden bei Ankündigung des Kaiserschnittes vorbereitet. Nach der Entbindung und Abnabelung des Neugeborenen wurde dieses der Hebamme übergeben, in die vorgewärmten Tücher eingewickelt und der Kopf mit der Mütze bedeckt. Nach initialer Beurteilung des Neugeborenen durch den Pädiater und Feststellung der unbeeinträchtigten Adaptation konnte dieses der Mutter noch im Operationssaal auf die nackte Brust gelegt und mit einem zusätzlichen Tuch zugedeckt werden. Während des frühzeitigen Haut-zu-Haut-Kontaktes wurde das Neugeborene von der Hebamme klinisch observiert. Die Bondingdauer lag definitionsgemäß bei maximal zehn Minuten. Danach wurde das Neugeborene an die Erstversorgungseinheit gebracht, wo die rektale Messung der Körpertemperatur erfolgte. Die Messung der Körpertemperatur erfolgte mit einem digitalen Standardthermometer für Neugeborene (Edlich & Habel, Buchholz, Deutschland). Zudem wurde das Neugeborene klinisch untersucht.

2.4 Versorgung am Erstversorgungstisch

Im Zuge der standardmäßigen Erstversorgung wurde das Neugeborene nach der Sectio caesarea von der Hebamme an den Erstversorgungstisch (Fisher & Paykel Healthcare, Auckland, Neuseeland) gebracht. Dort erfolgten das Abtrocknen und Einwickeln in vorgewärmte trockene Tücher. Ein Pulsoxymeter wurde für die Messung der arteriellen Sauerstoffsättigung an der rechten Handinnenfläche bzw. dem rechten Handgelenk angebracht. Weiters erfolgte die Erhebung eines klinischen Status und die Messung der rektalen Körpertemperatur innerhalb von 15 Minuten nach Geburt. Die Dauer der Nachbeobachtung lag bei unkomplizierter Adaptation bei maximal 15 Minuten. Nach einem komplikationslosen Verlauf wurde das Neugeborene von der Hebamme zum Vater in den Kreißaal gebracht.



Abbildung 3: Beispielfoto eines Erstversorgungstisches (Drägerwerk Drägerwerk AG & Co. KGaA; persönlich aufgenommenes Foto).

2.5 Datenerhebung

Im Rahmen der Routedokumentation an der Klinischen Abteilung für Neonatologie Graz wurden die klinischen und demografischen Parameter der betreuten Neugeborenen schriftlich aufgezeichnet. Die Körpertemperatur des Neugeborenen innerhalb von 15 Minuten nach Geburt wurde als Hauptzielgröße definiert. Zu den Nebenzielgrößen zählten:

- Geschlecht
- Gestationsalter in Wochen
- Geburtsgewicht in Gramm
- Körperlänge in Zentimetern
- Kopfumfang in Zentimetern

- pH-Wert des Nabelarterienblutes
- Apgar-Werte
- Bondingdauer in Minuten
- Gewichtsperzentile
- Geburtsrisiken bzw. Indikationen für die Sectio caesarea
- Anästhesieverfahren

Anhand der handschriftlichen Aufzeichnungen und mithilfe des elektronischen Dokumentationssystem des Kreißsaales der Klinischen Abteilung für Geburtshilfe Graz (PIA) wurden die relevanten Patient*innen innerhalb des Studienzeitraumes (April bis November 2023) identifiziert. Deren Daten wurden anschließend in einer Microsoft Excel-Tabelle (Redmond, Vereinigte Staaten von Amerika) zusammengefasst.

2.6 Datenschutz

Zur Wahrung des Datenschutzes wurde eine Pseudonymisierung der ausgewerteten Daten durchgeführt. Alle in der Studie eingeschlossenen Patient*innen wurden mit einer fortlaufenden Nummer codiert und in einer Microsoft Excel-Tabelle auf einem Computer der Klinischen Abteilung für Neonatologie Graz mit Zugriffsbeschränkung gespeichert. Nur die Studienverantwortlichen hatten Zugriff auf die Originaldaten.

2.7 Statistische Verfahren

Für die statistische Auswertung wurden Methoden der deskriptiven Statistik angewandt. Diese Daten wurden mit IBM SPSS Statistics 28 (Armonk, Vereinigte Staaten von Amerika) analysiert. Die Beschreibung von metrischen normalverteilten Parametern erfolgte mittels Mittelwert und Standardabweichung, während metrische nicht-normalverteilte Parameter durch den Median und die Angabe von Minimum und Maximum beschrieben wurden. Nominale Parameter wurden mit relativen und absoluten Häufigkeiten dargestellt.

Zur Überprüfung auf Vorliegen einer Normalverteilung wurde der Shapiro-Wilk-Test angewandt. Zusätzlich diente ein Histogramm als auch das sogenannte Q-Q-Diagramm zur Darstellung der Datenverteilung. Ein Chi-Quadrat-Test wurde für den Vergleich der Hyperthermie zwischen den untersuchten Gruppen verwendet. Die demografischen Daten und die Körpertemperaturen wurden mittels t-Test bei unabhängigen Stichproben und Mann-Whitney-U-Test zwischen der Erstversorgungstisch- und der Bonding-Gruppe verglichen.

Weiters wurde zur Darstellung von Korrelationen eine Spearman-Rho-Korrelation durchgeführt. Ein p-Wert von $<0,05$ wurde als statistische Signifikanz definiert.

3 Ergebnisse

3.1 Studienkollektiv

Das Studienkollektiv umfasste 148 Neugeborene, wovon sich 85 in der Kontroll- und 63 in der Bonding-Gruppe befanden. Es handelte sich um 64 (43,2 %) weibliche und 84 (56,8 %) männliche Neugeborene. In der Kontrollgruppe fanden sich 32 (37,6 %) weibliche und 53 (62,4 %) männliche Neugeborene, während in der Bonding-Gruppe 32 (50,8 %) weibliche und 31 (49,2 %) männliche Neugeborene waren.

Das mediane Gestationsalter des gesamten Studienkollektivs war 38,6 Schwangerschaftswochen (34,3-41,7). In der Kontrollgruppe lag es bei 38,6 Schwangerschaftswochen mit einem Minimum von 34,3 und einem Maximum von 41,7 Schwangerschaftswochen. In der Bonding-Gruppe betrug das mediane Gestationsalter 38,7 Schwangerschaftswochen mit einem Minimum von 36,3 und einem Maximum von 41,7 Schwangerschaftswochen.

Das mittlere Geburtsgewicht des gesamten Studienkollektivs betrug 3212 ± 560 g. Neugeborene der Kontrollgruppe zeigten ein mittleres Geburtsgewicht von 3161 ± 630 g, während das mittlere Geburtsgewicht der Bonding-Gruppe 3282 ± 444 g war.

Die mediane Körperlänge betrug im gesamten Studienkollektiv 50,0 cm (41,5-56,0 cm). Sowohl in der Kontrollgruppe (41,5-56,0 cm) als auch in der Bonding-Gruppe (46,0-56,0 cm) betrug die mediane Körperlänge 50 cm.

Der mediane Kopfumfang aller 148 Neugeborenen lag bei 35,0 cm (30,0-38,0). Die Kopfumfänge variierten in der Kontrollgruppe zwischen einem Minimum von 30 cm und einem Maximum von 38 cm (Median: 34,5 cm), während in der Bonding-Gruppe ein Minimum von 32 cm und ein Maximum von 38 cm (Median: 35 cm) beobachtet wurde.

Es fanden sich keine statistisch signifikanten Unterschiede in diesen Parametern zwischen den beiden Gruppen (siehe Tabelle 1).

Der mediane pH-Wert des Nabelarterienblutes betrug für das gesamte Studienkollektiv 7,31 (7,16-7,43). Er lag in der Kontrollgruppe bei 7,31 (7,27-7,33) und in der Bonding-Gruppe bei 7,31 (7,29-7,34). Hierbei fand sich ein statistisch signifikanter Unterschied mit einem p-Wert von $p=0,036$.

Die Apgar-Werte des gesamten Studienkollektivs betragen 9 (8-9), 10 (9-10) und 10 (9-10). In der Kontrollgruppe war der Ein-Minuten-Apgar 9 (8-9), verglichen mit 9 (9-9) in der Bonding-Gruppe. Die medianen Apgar-Scores nach fünf und zehn Minuten waren in der Kontrollgruppe 10 (9-10) und 10 (10), in der Bonding-Gruppe lagen diese fünf und zehn Minuten nach Geburt bei 10 (9-10) und 10 (9-10).

Die mediane Bondingdauer betrug acht Minuten (3-10).

Der Median der Gewichtsperzentile des gesamten Studienkollektivs lag bei der 40. Perzentile (1.-97.), in der Kontrollgruppe bei der 40. (1.-97.) und in der Bonding-Gruppe bei der 42. (3.-97.) Perzentile.

Hinsichtlich des Anästhesieverfahrens lagen verschiedene Modi innerhalb des gesamten Studienkollektivs vor. Eine Spinalanästhesie erfolgte bei 126 Patient*innen (85,1 %), eine Periduralanästhesie bei 12 (8,1 %), das Aufspritzen einer Periduralanästhesie bei sieben (4,7 %), eine Pudendusblockade bei einer (0,7 %) Patientin und eine Vollnarkose bei zwei (1,4 %). Die Kontrollgruppe beinhaltete 67 (78,8 %) Patient*innen mit einer Spinalanästhesie, acht (9,4 %) mit einer Periduralanästhesie, sieben (8,2 %) mit einer aufgespritzten Periduralanästhesie und eine mit einem (1,2 %) Pudendusblock. Die beiden Allgemeinnarkosen erfolgten in der Kontrollgruppe. Die Bonding-Gruppe zeigte 59 (93,7 %) Patient*innen mit einer Spinalanästhesie und vier (6,3 %) mit einer Periduralanästhesie.

	Kontrollgruppe	Bonding-Gruppe	Gesamtkollektiv	p-Werte
Anzahl	85	63	148	
Weiblich	32	32	64	
Männlich	53	31	84	
Gestationsalter in Wochen	38,6 (34,3-41,7)	38,7 (36,3-41,7)	38,6 (34,3-41,7)	0,810
Geburtsgewicht in g	3161 ± 630	3282 ± 444	3212 ± 560g	0,086
Körperlänge in cm	50,0 (41,5-56,0)	50,0 (46,0-56,0)	50,0 (41,5-56,0)	0,333
Kopfumfang in cm	34,5 (30-38)	35,0 (32-38)	35,0 (30,0-38,0)	0,129
Nabelarterien-pH	7,31 (7,27-7,33)	7,31 (7,29-7,34)	7,31 (7,16-7,43)	0,036*
Apgar 1	9 (8-9)	9 (9-9)	9 (8-9)	0,222
Apgar 5	10 (9-10)	10 (9-10)	10 (9-10)	0,070
Apgar 10	10 (10)	10 (9-10)	10 (9-10)	0,245
Gewichtspersentile	40 (1-97)	42 (3-97)	40 (1-97)	0,170

Tabelle 1: Demographische Daten; * p<0.05.

3.1.1 Körpertemperatur

Bei der Hauptzielgröße der Körpertemperatur zeigte sich in der Kontrollgruppe ein Median von 37,1 °C, mit einem Minimum von 36,4 °C und einem Maximum von 38,3 °C. Im Vergleich dazu lag in der Bonding-Gruppe die mediane Körpertemperatur bei 37,0 °C (36,5-38,0 °C; siehe Abbildung 4). Es fand sich eine mittlere Differenz von 0,1 °C zwischen den beiden Gruppen (p=0,010).

In der Erstversorgungstischgruppe fand sich ein hypothermes Neugeborenes (1,2 %), während in der Bonding-Gruppe keine Hypothermie beobachtet wurde (siehe Abbildung 5).

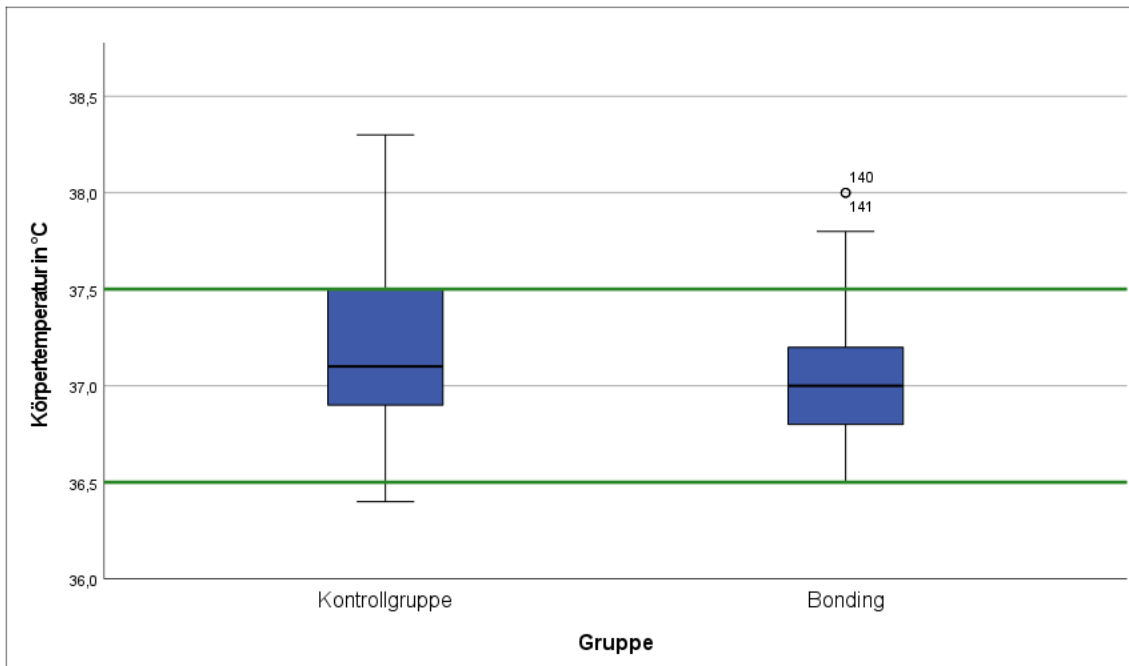


Abbildung 4: Vergleich der Körpertemperatur zwischen den beiden Studiengruppen (Begrenzung des Bereiches der Normothermie durch die beiden grünen Linien, darunter Hypothermie, darüber Hyperthermie).

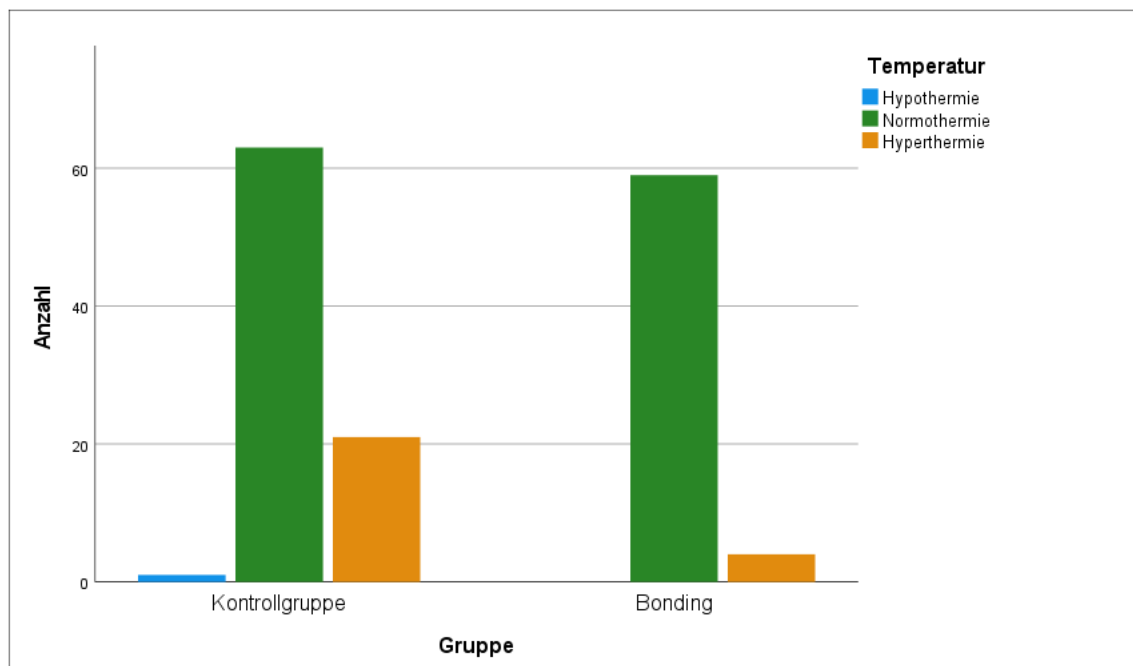


Abbildung 5: Verteilung der Neugeborenen basierend auf der Körpertemperatur in Hypo-, Normo- und Hyperthermie zwischen den beiden Studiengruppen.

Zudem konnte beobachtet werden, dass vier Neugeborene (6,3 %) in der Bonding-Gruppe und 21 Neugeborene (24,7 %) in der Kontrollgruppe postnatal eine Hyperthermie mit einer Körpertemperatur von über 37,5 °C aufwiesen.

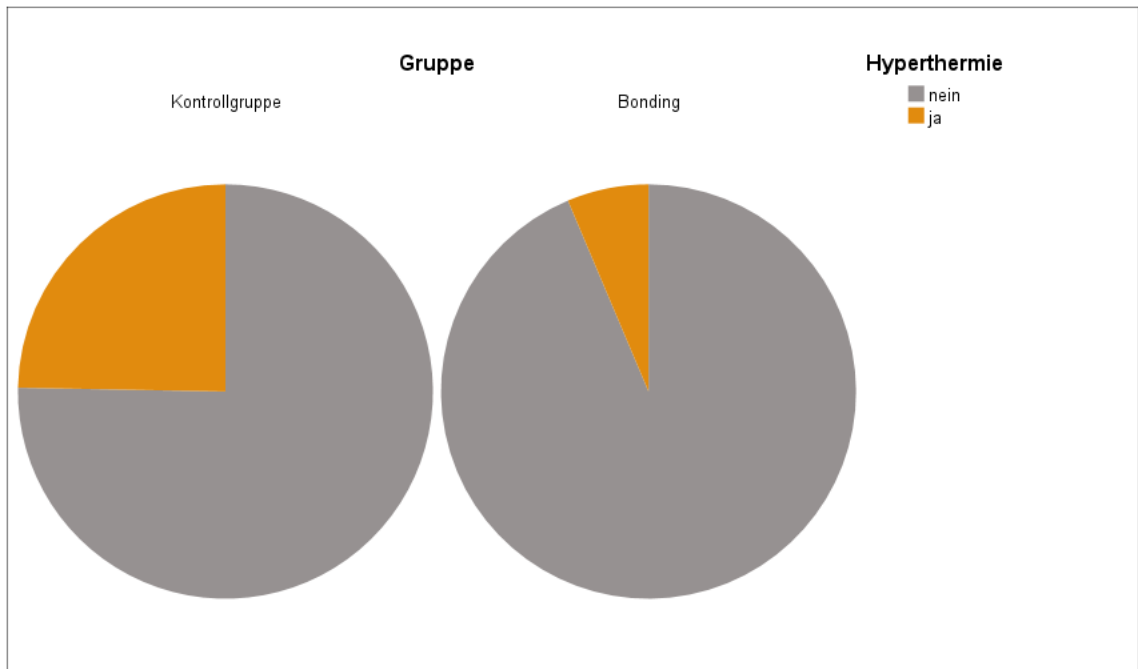


Abbildung 6: Anzahl der hyperthermen Neugeborenen in den jeweiligen Gruppen.

3.1.2 Körpertemperatur und Gewichtsperzentile

Sowohl das gesamte Studienkollektiv ($\rho=0,286$, $p<0,001$) als auch die Kontrollgruppe ($\rho=0,393$, $p<0,001$) wiesen eine signifikante positive Korrelation zwischen der Körpertemperatur und der Gewichtsperzentile auf (siehe Abbildungen 7 und 8). In der Bonding-Gruppe zeigte sich eine solche Korrelation zwischen der Körpertemperatur und der Gewichtsperzentile nicht ($\rho=0,188$, $p=0,141$; siehe Abbildung 9).

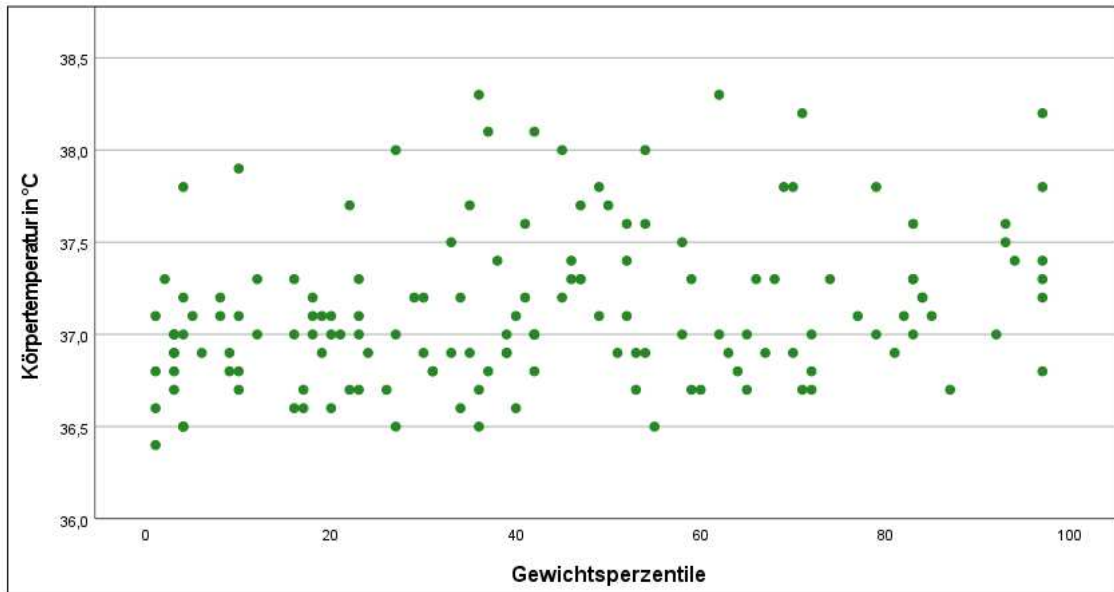


Abbildung 7: Korrelation zwischen Körpertemperatur und Gewichtsperzentile (gesamtes Studienkollektiv).

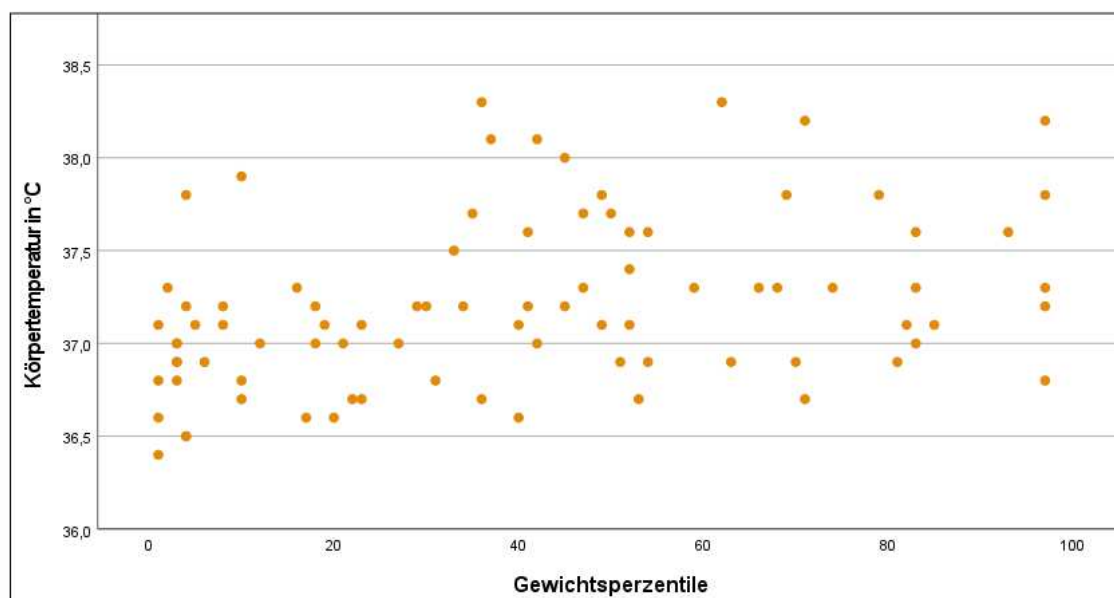


Abbildung 8: Korrelation zwischen Körpertemperatur und Gewichtsperzentile (Kontrollgruppe).

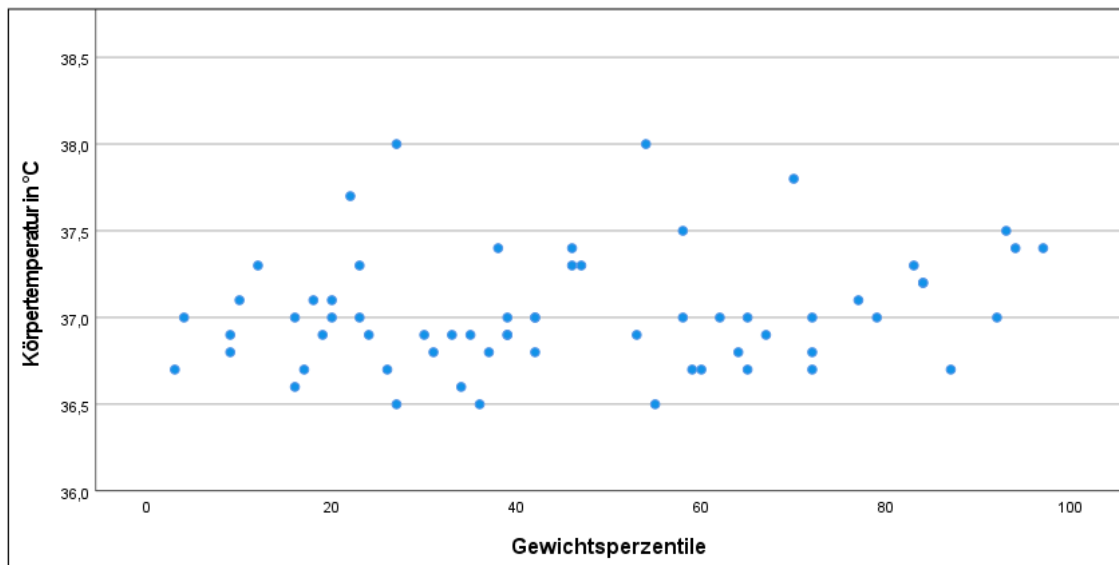


Abbildung 9: Korrelation zwischen Körpertemperatur und Gewichtszperzentile (Bonding-Gruppe).

3.1.3 Körpertemperatur und Nabelarterien-pH-Wert

Es lag keine statistische Korrelation zwischen der Körpertemperatur und dem pH-Wertes des Nabelarterienblutes vor. Das gesamte Studienkollektiv zeigte einen Korrelationskoeffizienten ρ von 0,037 und einen p-Wert von 0,654 (siehe Abbildung 10). In der Kontrollgruppe betrug der Korrelationskoeffizient ρ 0,189 bei einem p-Wert von 0,084 (siehe Abbildung 11). In der Bonding-Gruppe stellte sich ein negativer Korrelationskoeffizient ρ mit $-0,105$ und einem p-Wert von 0,413 dar (siehe Abbildung 12).

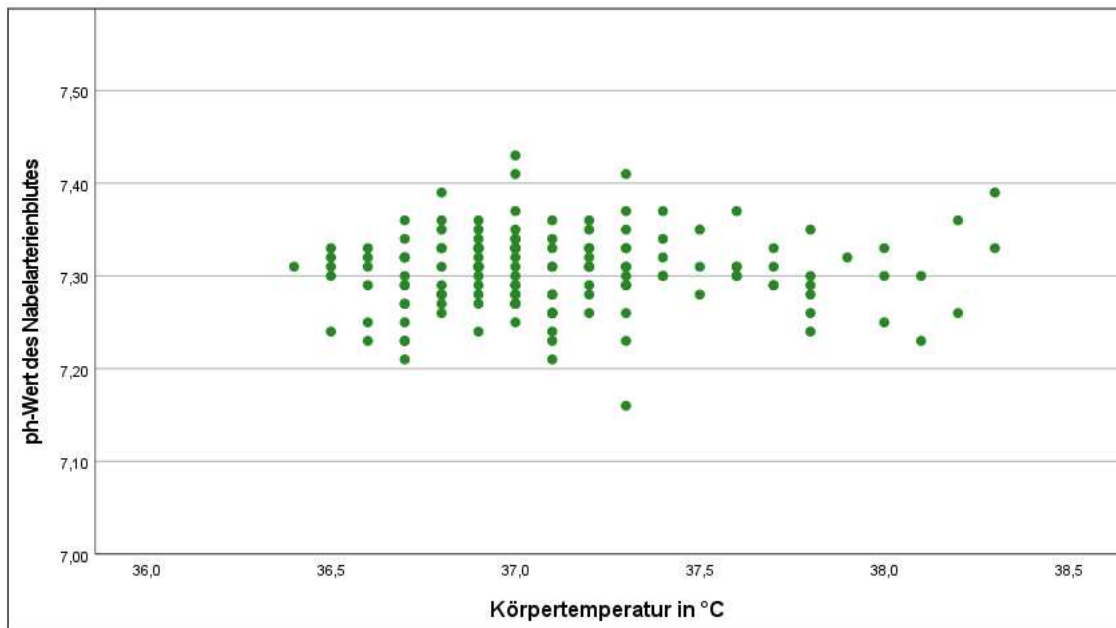


Abbildung 10: Korrelation zwischen der Körpertemperatur und dem Nabelarterien-pH-Wert des gesamten Studienkollektivs.

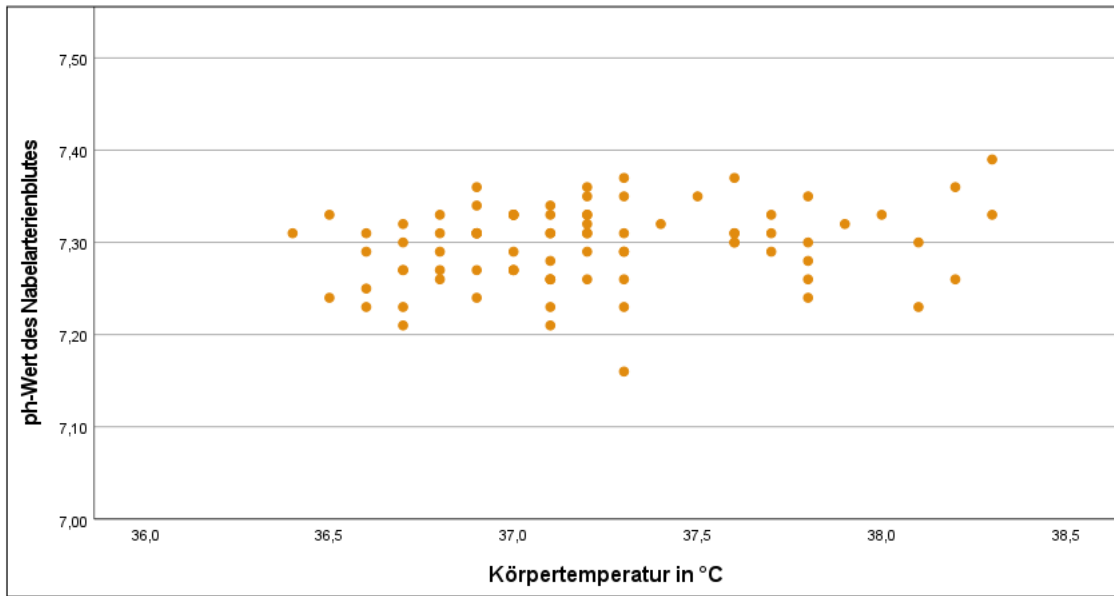


Abbildung 11: Korrelation zwischen der Körpertemperatur und dem Nabelarterien-pH-Wert in der Kontrollgruppe.

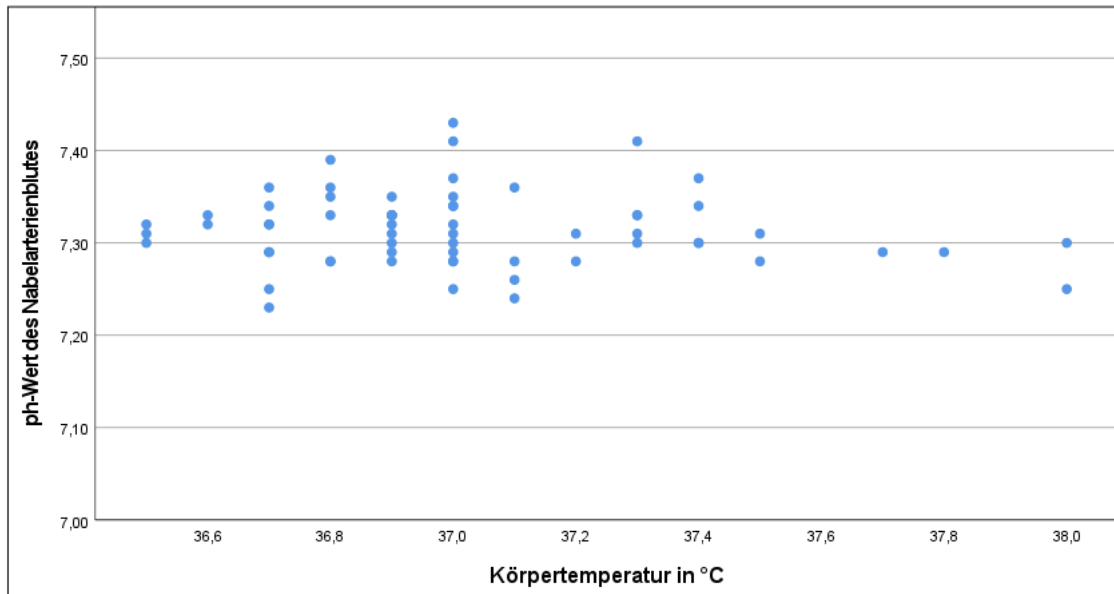


Abbildung 12: Korrelation zwischen der Körpertemperatur und dem Nabelarterien-pH-Wert in der Bonding-Gruppe.

4 Diskussion

Frühzeitiger Haut-zu-Haut-Kontakt kann laut mehreren Studien nach einer primären Sectio caesarea noch im Operationssaal sicher durchgeführt werden.(54, 57) Jedoch ist zu erwähnen, dass ein Bedarf an weiterer Forschung im Bereich des Haut-zu-Haut-Kontaktes direkt nach einer Sectio caesarea besteht, um weitere Erkenntnisse über die Durchführbarkeit, Hindernisse, Erfahrungen und kurz- wie auch langfristige Auswirkungen dieser Intervention hinsichtlich der neonatalen Thermoregulation zu gewinnen. (54, 63) Der frühzeitige Haut-zu-Haut-Kontakt führte in bisherigen Studien zu keiner Beeinträchtigung der neonatalen Thermoregulation im Sinne des Auftretens gehäufte postnataler Hypothermie. (51, 54, 57, 69-71)

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde retrospektiv untersucht, welche Auswirkungen der frühzeitige Haut-zu-Haut-Kontakt zwischen dem Neugeborenen und der Mutter nach einer geplanten Sectio caesarea noch im Operationssaal auf die neonatale Thermoregulation und Körpertemperatur des Neugeborenen hat. Die Fragestellungen bezogen sich darauf, ob der frühzeitige Haut-zu-Haut-Kontakt die Körpertemperatur des Neugeborenen beeinflusst und ob ein Unterschied zwischen der Kontroll- und Bonding-Gruppe in Bezug auf die postnatale Körpertemperatur beobachtet werden kann.

4.1 Auswirkungen des Haut-zu-Haut-Kontaktes auf die neonatale Körpertemperatur

Für diese retrospektive Datenanalyse standen Daten von Neugeborenen aus dem Zeitraum zwischen April 2023 bis November 2023 zur Verfügung. Nach Positionierung des Neugeborenen auf der nackten Brust der Mutter wurde das Neugeborene mit vorgewärmten Tüchern bedeckt und eine Mütze aufgesetzt. Diese Maßnahmen zum Wärmeerhalt sind in vielen Studien Standard und stellen ein gängiges Vorgehen dar. (51, 52, 57, 69, 72) Die Bondingdauer betrug, abhängig vom klinischen Zustand des Neugeborenen, maximal zehn Minuten. Nach 15 Minuten erfolgte die rektale Messung der Körpertemperatur mit einem digitalen Standardthermometer. Der statistisch signifikante Unterschied in der Körpertemperatur der beiden untersuchten Gruppen (Median in der Kontrollgruppe 37,1 °C versus 37,0 °C in der Bonding-Gruppe) von 0,1 °C ist aus klinischer Betrachtung vernachlässigbar, da beide Werte klar innerhalb des Bereichs neonataler Normothermie liegen.

Innerhalb des Studienkollektives fand sich lediglich ein Neugeborenes mit einer postnatalen Hypothermie, während interessanterweise 25 hypertherme Neugeborene identifiziert werden konnten. Die Mehrheit der Neugeborenen mit einer Körpertemperatur über 37,5 °C war in der Kontrollgruppe, wurde also postnatal nach Abteilungsstandard am Erstversorgungstisch observiert und versorgt.

In einer im Iran durchgeführten randomisierten kontrollierten Studie verglichen Beiranvand et al. (56) die Körpertemperatur von Neugeborenen nach Sectio caesarea zu drei verschiedenen Messzeitpunkten. Das Studienkollektiv wurde dabei in eine Routinegruppe (n=44) und eine SSC-Gruppe (n=46) unterteilt. Die Messung erfolgte durch ein Infrarot-Thermometer an der Stirn direkt nach Entbindung im Operationssaal wie auch bei Beginn, 30 Minuten und 60 Minuten nach Beginn der jeweils durchgeführten Intervention. Eine genaue Zeitangabe, nach welcher die Neugeborenen in der Routinegruppe der Mutter übergeben wurden, ist der Studie nicht zu entnehmen. Die Intervention wurde gestartet, sobald die Mutter aus dem Operationssaal zurückgebracht wurde. Zur Prävention eines Wärmeverlustes wurden die Neugeborenen in der SSC-Gruppe durch Tücher und das Aufsetzen einer Mütze versorgt, während die Kinder in der Routinegruppe vollständig bekleidet und mit einer Mütze ausgestattet waren. Hier zeigte sich zu Beginn in der Routinegruppe eine Körpertemperatur von $36,32 \pm 0,46$ °C und in der SSC-Gruppe von $36,35 \pm 0,46$ °C ($p=0,86$). Dreißig Minuten später betrug die Körpertemperatur in der Routinegruppe $36,4 \pm 0,48$ °C und in der SSC-Gruppe $36,25 \pm 0,5$ °C ($p=0,31$). Eine Stunde danach ergab die Auswertung in der Routinegruppe eine Körpertemperatur von $36,4 \pm 0,48$ °C und in der SSC-Gruppe von $36,44 \pm 0,45$ °C ($p=0,52$). (56)

Diese Temperaturdaten können zu der im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführten Studie nicht in direkten Vergleich gesetzt werden, da in unserem Fall das Bonding direkt nach der Geburt begonnen wurde und maximal zehn Minuten dauerte. Zudem sei zu erwähnen, dass Beiranvand et al. (56) Reifgeborene mit einem Gestationsalter von 38 bis 42 Schwangerschaftswochen inkludierten, im Vergleich zur hier durchgeführten Studie, in welcher sowohl gesunde Früh- als auch Reifgeborene (35. bis 42. Schwangerschaftswoche) analysiert wurden.

Erwähnenswert ist, dass Beiranvand et al. (56) im Rahmen ihrer Studie auch die Körpertemperaturen der Mütter prä- und postoperativ wie auch die Temperaturen im Operationssaal, im Kinderzimmer und in den Zimmern der Mütter erhoben. Die Mittelwerte

und Standardabweichungen der präoperativen mütterlichen Körpertemperaturen wurden mit $36,44 \pm 0,38$ °C in der SSC-Gruppe und $36,42 \pm 0,48$ °C in der Routinegruppe angegeben. Postoperativ lagen diese in der SSC-Gruppe bei $36,48 \pm 0,37$ °C und in der Routinegruppe bei $36,4 \pm 0,41$ °C. Hervorzuheben sind jedoch die Temperaturen in den Räumlichkeiten: Vor allem der Operationssaal wies eine vergleichsweise hohe Raumtemperatur von $28 \pm 1,2$ °C in der SSC-Gruppe und von $28 \pm 1,5$ °C in der Routinegruppe auf. (56) Bedauerlicherweise standen für diese Diplomarbeit keine Daten von mütterlichen Körpertemperaturen oder Temperaturdaten aus dem Operationssaal zur Verfügung, um direkte Vergleiche anzustellen.

Kollmann et al. (51) randomisierten 17 Frauen in eine intraoperative Bonding-Gruppe (engl. early SSC group) und 18 Frauen in eine postoperative Bonding-Gruppe (late SSC group), um Unterschiede in der neonatalen Transition anhand des Apgar-Score und der Körpertemperatur zu identifizieren. Die Körpertemperatur der Neugeborenen wurde in Lebensminute eins und 25 jeweils rektal gemessen. Neugeborene der intraoperativen Bonding-Gruppe wurden nach der Geburt durch einen Neonatologen untersucht, der Mutter innerhalb von fünf Minuten auf die nackte Brust gelegt und mit einem Tuch und einer Mütze bedeckt. Der Haut-zu-Haut-Kontakt konnte kontinuierlich bis nach Beendigung der Operation und dem Transport ins jeweilige Zimmer erfolgen. In der postoperativen Bonding-Gruppe wurden die Neugeborenen durch den Neonatologen erstbeurteilt und auf der Neugeborenenstation beobachtet, bevor sie nach Beendigung des Kaiserschnittes und Rücktransport der Mutter ins Zimmer dieser zum Haut-zu-Haut-Kontakt bekleidet auf die Brust gelegt wurden. In Lebensminute eins zeigte sich in der intraoperativen Bonding-Gruppe eine mediane Körpertemperatur von $37,3$ °C (Interquartilsabstand $37,2$ - $37,5$ °C) und in der postoperativen Bonding-Gruppe von $37,4$ °C ($37,1$ - $37,6$ °C). Nach 25 Minuten wurde die mediane Körpertemperatur der intraoperativen Bonding-Gruppe mit $36,7$ °C ($36,5$ - $36,9$ °C) und in der postoperativen Bonding-Gruppe mit $37,0$ °C ($36,8$ - $37,2$ °C) angegeben. Die rektale Körpertemperatur befand sich in beiden Gruppen im Normbereich und der Temperaturgradient unterschied sich zwischen beiden Messzeitpunkten nicht. (51)

Durch eine ähnlichere Vorgehensweise beim frühzeitigen Haut-zu-Haut-Kontakt kann diese Studie besser zum Vergleich herangezogen werden. Die Temperaturwerte der intraoperativen Bonding-Gruppe waren etwas niedriger als jene in dieser Diplomarbeit, was mit der längeren Bondingdauer in der Studie von Kollmann et al. (51) zusammenhängen könnte. Die

Ergebnisse hinsichtlich der sicheren Durchführung des frühzeitigen Haut-zu-Haut-Kontaktes nach primärer Sectio caesarea sind übereinstimmend.

4.2 Hyperthermie

Vier Neugeborene in der Bonding-Gruppe (6,3 %) und 21 Neugeborene in der Kontrollgruppe (24,7 %) wiesen postnatal eine Hyperthermie auf. Ähnliche Ergebnisse fanden sich auch in der Studie von Lode-Kolz et al. (73), wo innerhalb der ersten sechs Stunden nach der Geburt 50 % der Neugeborenen in der SSC-Gruppe und 71 % der Neugeborenen in der Kontrollgruppe eine postnatale Hyperthermie zeigten.

Ursachen könnten neonatales Fieber, aufgrund unterschiedlicher endogener Faktoren, oder auch mütterliches Fieber sein. Da der Fetus eine um ungefähr 0,5 °C höhere Körpertemperatur als die Mutter aufweist könnte dies postnatal zu einer Hyperthermie beitragen. (24) Dies würde jedoch nicht den Unterschied in der Hyperthermie-Inzidenz zwischen den Gruppen erklären. Daten über die intrapartale maternale Körpertemperatur lagen für diese Studie leider nicht vor, wodurch keine Aussage über eine mögliche Assoziation zwischen maternalem Fieber und neonataler Hyperthermie getroffen werden kann.

Eine weitere Ursache könnte eine iatrogene Hyperthermie sein, die mit den Einstellungen des Wärmestrahlers an der Erstversorgungseinheit zusammenhängt. Der Wärmestrahler wird während der postnatalen Erstversorgung manuell geregelt und eingestellt. Bedauerlicherweise waren aufgrund des retrospektiven Charakters der Studie die Einstellungen des Wärmestrahlers bei den hyperthermen Neugeborenen nicht erhebbar.

Aus klinischer Sicht sollte sowohl die maternale Körpertemperatur unter der Geburt regelmäßig erhoben als auch ein genaues Augenmerk auf die Verwendung des Wärmestrahlers gelegt werden, um damit einhergehende negative Auswirkungen wie eine neonatale Hyperthermie vermeiden zu können. Perlman et al. (45) beschrieben bei Vorliegen einer neonatalen Hyperthermie eine erhöhte Inzidenz perinataler Atemdepressionen, neonataler Krampfanfällen und Zerebralparesen. (45) Weitere Konsequenzen können Dehydratation und Gewichtsverlust sein. (23)

4.3 Gestationsalter

Hinsichtlich des Gestationsalters der Neugeborenen wurden im Studienzeitraum alle gesunden Früh- und Reifgeborenen ohne Atemunterstützung in das Studienkollektiv

inkludiert. In der Kontrollgruppe zeigte sich ein medianes Gestationsalter von 38,6 und in der Bonding-Gruppe von 38,7 Schwangerschaftswochen. Neun (10,6 %) der Neugeborenen in der Kontrollgruppe und drei (4,8 %) der Neugeborenen in der Bonding-Gruppe waren frühgeboren. Das Kapitel „Neonatale Physiologie“ (siehe 1.5.3) beschreibt, dass ein erhöhtes Risiko eines Wärmeverlustes bei Neugeborenen unabhängig vom Gestationsalter beobachtet werden kann, dieser jedoch bei Frühgeborenen oder SGA-Kindern mit einer höheren Vulnerabilität verbunden ist. In diese Analyse flossen lediglich späte Frühgeborene ein. Es kann somit anhand dieser Daten keine klare Aussage zur sicheren Durchführung des frühzeitigen Haut-zu-Haut-Kontaktes direkt nach der Geburt bei unreifen Frühgeborenen getätigt werden, da diese in der überwiegenden Mehrheit einer postnatalen respiratorischen Unterstützung bedürfen.

In einer Studie von Bruckner et al. (74) wurde bei 12 % der Reifgeborenen, welche nach einer Sectio caesarea am Erstversorgungstisch observiert und versorgt wurden, eine postnatale Hypothermie identifiziert. (74) In unserer Studie fand sich in der Kontrollgruppe ein Neugeborenes (1,2 %) mit einer Hypothermie, welches zudem mit einem Gestationsalter von 35,4 Schwangerschaftswochen ein Frühgeborenes war.

Eine Studie von Lode-Kolz et al. (73) untersuchte die Auswirkungen des frühzeitigen Haut-zu-Haut-Kontaktes auf die Thermoregulation von 92 Frühgeborenen. Das mediane Gestationsalter lag in der SSC-Gruppe bei 31,3 Schwangerschaftswochen (28,9-32,7) und in der Kontrollgruppe bei 31,0 Schwangerschaftswochen (28,6-32,9). Es fand sich in den ersten sechs Stunden nach der Geburt eine um 0,2 °C signifikant niedrigere mittlere Axillartemperatur nach sofortigem Haut-zu-Haut-Kontakt in der SSC-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Da sich jedoch die mittleren Körpertemperaturen der Frühgeborenen in beiden Gruppen in der Norm befanden, kann dieses Ergebnis als klinisch vernachlässigbar angesehen werden. Ein Vergleich mit den Ergebnissen dieser Studie ist nur bedingt möglich, da hierin stabile Reif- und nur einzelne späte Frühgeborene eingeschlossen wurden.

In der Studie von Lode-Kolz et al. (73) wurde beschrieben, dass in einer ressourcenintensiven Umgebung der unmittelbare Haut-zu-Haut-Kontakt mit einem Elternteil in den ersten Lebensstunden vor einer Hyperthermie und deren negativen Auswirkungen schützen könnte. (73)

4.4 Körpertemperatur und Gewichtsperzentile

Bei Neugeborenen mit einer niedrigeren Gewichtsperzentile besteht ein höheres Risiko der Entwicklung einer postnatalen Hypothermie. (35, 38, 75, 76)

In dieser Analyse zeigte sich dementsprechend eine signifikante positive Korrelation zwischen der Körpertemperatur und der Gewichtsperzentile sowohl für das gesamte Studienkollektiv als auch die Kontrollgruppe. Obwohl insgesamt nur verhältnismäßig wenige Neugeborene hypotherm waren konnte somit der obengenannte Zusammenhang zwischen geringerem Geburtsgewicht und postnataler Hypothermie bestätigt werden.

4.5 Körpertemperatur und pH-Wert der Nabelschnurarterie

Eine Hypothermie steht in Assoziation mit Hypoxie und metabolischer Azidose. Es liegt somit ein höheres Risiko für die Entwicklung einer Azidose vor, wenn das Neugeborene hypotherm ist. (9)

Bei der Betrachtung der demografischen Daten fand sich ein signifikanter Unterschied beim pH-Wert der Nabelschnurarterie zwischen der Kontroll- und Bonding-Gruppe, während die Medianwerte gleich waren. Die Auswertung zeigte, dass sich in der Kontrollgruppe Neugeborene mit diskret niedrigeren pH-Werten (7,27-7,33) fanden, während Neugeborene in der Bonding-Gruppe höhere pH-Werte (7,29-7,34) aufwiesen.

Es gibt keine eindeutig festgelegten Grenzwerte für den pH-Wert der Nabelschnurarterie. Klassischerweise wird von einem normwertigen pH-Wert der Nabelschnurarterie bei Werten über 7,20 gesprochen, im Mittel bei 7,29. (3, 77) In dieser Analyse hatten diese diskreten und wahrscheinlich klinisch irrelevanten Unterschiede im Nabelschnurarterien-pH keinen Einfluss auf die postnatale Körpertemperatur.

4.6 Limitationen

Es sei darauf hingewiesen, dass diese Diplomarbeit einige Limitationen aufweist.

Zu Beginn ist das Design in Form einer retrospektiven Studie zu erwähnen. Die Erhebung erfolgte im Zeitraum von April bis November 2023. Insgesamt wurden 852 Sectiones durchgeführt, wovon bei 196 Neugeborenen postnatal eine Körpertemperatur dokumentiert wurde. Bei 111 Sectiones erfolgte Haut-zu-Haut-Kontakt, wovon jedoch lediglich bei 68 Neugeborenen eine Temperaturmessung erfolgte. Somit konnte innerhalb dieses Zeitraumes

nicht jedes Neugeborene eingeschlossen werden, was zu einem recht kleinen Studienkollektiv von 148 Neugeborenen beitrug.

In dieser Studie erfolgte die Betrachtung von gesunden Reif- und wenigen späten Frühgeborenen, bei welchen gezeigt werden konnte, dass der frühzeitige Haut-zu-Haut-Kontakt das Risiko einer postnatalen Hypothermie nicht erhöht. Extreme und kardiorespiratorisch instabile Frühgeborene wurden nicht in diese Studie inkludiert, wodurch keine Aussage darüber getroffen werden kann, ob auch diese von einer Versorgung mit ehestmöglichem mütterlichen Haut-zu-Haut-Kontakt profitieren würden.

Die neonatale Körpertemperatur kann durch einige Faktoren, wie zum Beispiel durch die Körpertemperatur der Mutter, die Umgebungstemperatur im Operationssaal oder iatrogene Wärmezufuhr, beeinflusst werden. Diese Einflussfaktoren wurden nicht erhoben und konnten in dieser Studie somit nicht berücksichtigt werden. Das Messen der mütterlichen Körpertemperatur vor der Geburt könnte helfen besser nachzuvollziehen, warum ein Neugeborenes postnatal eine Hypo- oder Hyperthermie aufweist. Weiters sollte die Regulation des Wärmestrahlers am Erstversorgungstisch dokumentiert werden, um diesen möglichen Faktor für die Entstehung einer postnatalen Hyperthermie besser verstehen zu können.

Ein Aspekt, welchem in dieser Studie nicht nachgegangen wurde, stellt die Betrachtung des Kurzzeit-Outcome der Neugeborenen unter Berücksichtigung der jeweiligen postnatalen Körpertemperatur und des durchgeführten Haut-zu-Haut-Kontaktes dar. Somit kann keine Aussage darüber getroffen werden, welche Auswirkung eine Hypo- oder Hyperthermie auf die weitere Entwicklung der Neugeborenen hatte.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, kann ein frühzeitiger Haut-zu-Haut-Kontakt positiv zur frühzeitigen Initiierung des Stillens und zu geringeren Infektionsraten beitragen. Sowohl die Initiierung des Stillens als auch die Entwicklung postnataler Infektionen wurde im Rahmen dieser Studie nicht erhoben.

4.7 Konsequenz

Das Ergebnis dieser retrospektiven Studie ist, dass die Durchführung des frühzeitigen Haut-zu-Haut-Kontaktes nach einer primären Sectio caesarea noch im Operationssaal sicher ist und keine negative Auswirkung auf die postnatale Thermoregulation hat. Statistisch gesehen zeigte sich in der postnatalen Körpertemperatur der beiden Gruppen ein signifikanter Unterschied von 0,1 °C, welcher aus klinischer Sicht jedoch vernachlässigbar ist.

Somit hat der frühzeitige Haut-zu-Haut-Kontakt nach einer primären Sectio caesarea das Potential als Methode der Standardversorgung etabliert zu werden. Zur Bestätigung dieser Ergebnisse bedarf es prospektiver Studien mit randomisierenden Gruppenvergleichen. Klar ist jedoch, dass für einen komplikationslosen Ablauf des frühzeitigen Haut-zu-Haut-Kontaktes im Operationssaal eine enge interdisziplinäre und interprofessionelle Zusammenarbeit zwischen Neonatologie, Gynäkologie und Geburtshilfe, Anästhesiologie, Pflege und Hebammen notwendig ist. Vorbereitung, klare Kommunikation, vereinbarte Zuständigkeiten und Aufgabenteilung sind hierbei von besonderer Bedeutung.

5 Literaturverzeichnis

1. Bienboire-Frosini C, Wang D, Marcet-Rius M, Villanueva-García D, Gazzano A, Domínguez-Oliva A, et al. The Role of Brown Adipose Tissue and Energy Metabolism in Mammalian Thermoregulation during the Perinatal Period. *Animals (Basel)*. 2023;13(13).
2. Asakura H. Fetal and neonatal thermoregulation. *J Nippon Med Sch*. 2004;71(6):360-70.
3. Jorch G. HA. Neonatologie die Medizin des Früh- und Reifgeborenen. 1. Auflage ed. Stuttgart: Thieme; 2010. 131-8 p.
4. Hackman PS. Recognizing and understanding the cold-stressed term infant. *Neonatal Netw*. 2001;20(8):35-41.
5. Lubkowska A, Szymański S, Chudecka M. Surface Body Temperature of Full-Term Healthy Newborns Immediately after Birth-Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(8).
6. Davis V. The structure and function of brown adipose tissue in the neonate. *JOGN Nurs*. 1980;9(6):368-72.
7. Yau WW, Yen PM. Thermogenesis in Adipose Tissue Activated by Thyroid Hormone. *Int J Mol Sci*. 2020;21(8).
8. Fenzl A, Kiefer FW. Brown adipose tissue and thermogenesis. *Horm Mol Biol Clin Investig*. 2014;19(1):25-37.
9. Aylott M. The neonatal energy triangle. Part2: Thermoregulatory and respiratory adaption. *Paediatr Nurs*. 2006;18(7):38-42.
10. Roberts M, Rivers T, Oliveria S, Texeira P, Raman E. Adrenoceptor and local modulator control of cutaneous blood flow in thermal stress. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol*. 2002;131(3):485-96.
11. The Apgar Score. *Pediatrics*. 2015;136(4):819-22.
12. Madar J, Roehr CC, Ainsworth S, Ersdal H, Morley C, Rüdiger M, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Newborn resuscitation and support of transition of infants at birth. *Resuscitation*. 2021;161:291-326.
13. Apgar V. A Proposal for a New Method of Evaluation of the Newborn Infant. Originally published in July 1953, volume 32, pages 250-259. *Anesth Analg*. 2015;120(5):1056-9.
14. Rubarth L. The apgar score: simple yet complex. *Neonatal Netw*. 2012;31(3):169-77.
15. Baik-Schneditz N, Urlesberger B, Schwabegger B, Mileder L, Schmölzer G, Avian A, et al. Tactile stimulation during neonatal transition and its effect on vital parameters in neonates during neonatal transition. *Acta Paediatr*. 2018;107(6):952-7.
16. Orsolya Genzel-Boroviczény RR, Hans Proquitté. Wärmehaushalt. Checkliste Neonatologie: Das Neo-ABC. Deutschland: Thieme; 2010. p. 499.
17. Edge G, Morgan M. The genius infrared tympanic thermometer. An evaluation for clinical use. *Anaesthesia*. 1993;48(7):604-7.
18. Bailey J, Rose P. Axillary and tympanic membrane temperature recording in the preterm neonate: a comparative study. *J Adv Nurs*. 2001;34(4):465-74.
19. Mayfield SR, Nakamura KT, Bhatia J, Rios GR, Bell EF. Tympanic membrane temperature of term and preterm neonates. *Early Hum Dev*. 1984;9(3):241-7.
20. World Health Organization M. Thermal protection of the newborn: a practical guide. Geneva: World Health Organization; 1997.

21. Lupton AR, Watkinson M. Temperature management in the delivery room. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2008;13(6):383-91.
22. Hazards CoE, Fetus Co, Newborn, Accident Co, Prevention P. Hyperthermia From Malfunctioning Radiant Heaters. *Pediatrics.* 1977;59(6):1041.
23. Baumgart S. Iatrogenic hyperthermia and hypothermia in the neonate. *Clin Perinatol.* 2008;35(1):183-97, ix-x.
24. Kasdorf E, Perlman JM. Hyperthermia, inflammation, and perinatal brain injury. *Pediatr Neurol.* 2013;49(1):8-14.
25. Amadi HO, Olateju EK, Alabi P, Kawuwa MB, Ibadin MO, Osibogun AO. Neonatal hyperthermia and thermal stress in low- and middle-income countries: a hidden cause of death in extremely low-birthweight neonates. *Paediatr Int Child Health.* 2015;35(3):273-81.
26. Lunze K, Bloom DE, Jamison DT, Hamer DH. The global burden of neonatal hypothermia: systematic review of a major challenge for newborn survival. *BMC Med.* 2013;11:24.
27. Mullany LC, Katz J, Khatri SK, LeClerq SC, Darmstadt GL, Tielsch JM. Neonatal hypothermia and associated risk factors among newborns of southern Nepal. *BMC Med.* 2010;8:43.
28. Adamson SK, Jr., Towell ME. THERMAL HOMEOSTASIS IN THE FETUS AND NEWBORN. *Anesthesiology.* 1965;26:531-48.
29. Brück K. Temperature Regulation in the Newborn. *BiolNeonate* 3. 1961:100-19.
30. Dunne EA, O'Donnell CPF, Nakstad B, McCarthy LK. Thermoregulation for very preterm infants in the delivery room: a narrative review. *Pediatr Res.* 2024;95(6):1448-54.
31. Hammarlund K, Nilsson GE, Oberg PA, Sedin G. Transepidermal water loss in newborn infants. V. Evaporation from the skin and heat exchange during the first hours of life. *Acta Paediatr Scand.* 1980;69(3):385-92.
32. Mullany LC, Katz J, Khatri SK, Leclercq SC, Darmstadt GL, Tielsch JM. Incidence and seasonality of hypothermia among newborns in southern Nepal. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2010;164(1):71-7.
33. Ruschel LM, Pedrini DB, Cunha M. Hypothermia and the newborn's bath in the first hours of life. *Rev Gaucha Enferm.* 2018;39:e20170263.
34. Perlman J, Kjaer K. Neonatal and Maternal Temperature Regulation During and After Delivery. *Anesth Analg.* 2016;123(1):168-72.
35. Mathur NB, Krishnamurthy S, Mishra TK. Evaluation of WHO classification of hypothermia in sick extramural neonates as predictor of fatality. *J Trop Pediatr.* 2005;51(6):341-5.
36. Wilson E, Maier RF, Norman M, Misselwitz B, Howell EA, Zeitlin J, et al. Admission Hypothermia in Very Preterm Infants and Neonatal Mortality and Morbidity. *J Pediatr.* 2016;175:61-7.e4.
37. Lupton AR, Salhab W, Bhaskar B. Admission temperature of low birth weight infants: predictors and associated morbidities. *Pediatrics.* 2007;119(3):e643-9.
38. McCall EM, Alderdice F, Halliday HL, Vohra S, Johnston L. Interventions to prevent hypothermia at birth in preterm and/or low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;2(2):Cd004210.
39. Horns KM. Comparison of two microenvironments and nurse caregiving on thermal stability of ELBW infants. *Adv Neonatal Care.* 2002;2(3):149-60.

40. Trevisanuto D, Testoni D, de Almeida MFB. Maintaining normothermia: Why and how? *Semin Fetal Neonatal Med.* 2018;23(5):333-9.
 41. Bell EF. Infant incubators and radiant warmers. *Early Hum Dev.* 1983;8(3-4):351-75.
 42. Cramer K, Wiebe N, Hartling L, Crumley E, Vohra S. Heat loss prevention: a systematic review of occlusive skin wrap for premature neonates. *J Perinatol.* 2005;25(12):763-9.
 43. Vohra S, Roberts RS, Zhang B, Janes M, Schmidt B. Heat Loss Prevention (HeLP) in the delivery room: A randomized controlled trial of polyethylene occlusive skin wrapping in very preterm infants. *J Pediatr.* 2004;145(6):750-3.
 44. Harpin VA, Rutter N. Barrier properties of the newborn infant's skin. *J Pediatr.* 1983;102(3):419-25.
 45. Perlman JM, Wyllie J, Kattwinkel J, Wyckoff MH, Aziz K, Guinsburg R, et al. Part 7: Neonatal Resuscitation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations (Reprint). *Pediatrics.* 2015;136 Suppl 2:S120-66.
 46. Mathew B, Lakshminrusimha S, Cominsky K, Schroder E, Carrion V. Vinyl bags prevent hypothermia at birth in preterm infants. *Indian J Pediatr.* 2007;74(3):249-53.
 47. Prescott S, Hehman MC. Premature Infant Care in the Early 20th Century. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs.* 2017;46(4):637-46.
 48. Sinclair JC. Servo-control for maintaining abdominal skin temperature at 36C in low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2002(1):Cd001074.
 49. Silverman WA, Sinclair JC, Agate FJ, Jr. The oxygen cost of minor changes in heat balance of small newborn infants. *Acta Paediatr Scand.* 1966;55(3):294-300.
 50. Conde-Agudelo A, Díaz-Rossello JL. Kangaroo mother care to reduce morbidity and mortality in low birthweight infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;2016(8):121.
 51. Kollmann M, Aldrian L, Scheuchenegger A, Mautner E, Herzog SA, Urlesberger B, et al. Early skin-to-skin contact after cesarean section: A randomized clinical pilot study. *PLoS One.* 2017;12(2):e0168783.
 52. Moore ER, Bergman N, Anderson GC, Medley N. Early skin-to-skin contact for mothers and their healthy newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;11(11):Cd003519.
 53. Singh K, Chawla D, Jain S, Khurana S, Takkar N. Immediate skin-to-skin contact versus care under radiant warmer at birth in moderate to late preterm neonates - A randomized controlled trial. *Resuscitation.* 2023;189:109840.
 54. Stevens J, Schmied V, Burns E, Dahlen H. Immediate or early skin-to-skin contact after a Caesarean section: a review of the literature. *Matern Child Nutr.* 2014;10(4):456-73.
 55. WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. *Baby-Friendly Hospital Initiative: Revised, Updated and Expanded for Integrated Care.* Geneva: World Health Organization
- Copyright © 2009, World Health Organization and UNICEF.; 2009.
56. Beiranvand S, Valizadeh F, Hosseinabadi R, Pournia Y. The Effects of Skin-to-Skin Contact on Temperature and Breastfeeding Successfulness in Full-Term Newborns after Cesarean Delivery. *Int J Pediatr.* 2014;2014:846486.
 57. Gouchon S, Gregori D, Picotto A, Patrucco G, Nangeroni M, Di Giulio P. Skin-to-skin contact after cesarean delivery: an experimental study. *Nurs Res.* 2010;59(2):78-84.

58. Arya S, Naburi H, Kawaza K, Newton S, Anyabolu CH, Bergman N, et al. Immediate "Kangaroo Mother Care" and Survival of Infants with Low Birth Weight. *N Engl J Med*. 2021;384(21):2028-38.
59. Srivastava S, Gupta A, Bhatnagar A, Dutta S. Effect of very early skin to skin contact on success at breastfeeding and preventing early hypothermia in neonates. *Indian J Public Health*. 2014;58(1):22-6.
60. Widström AM, Lilja G, Aaltomaa-Michalias P, Dahllöf A, Lintula M, Nissen E. Newborn behaviour to locate the breast when skin-to-skin: a possible method for enabling early self-regulation. *Acta Paediatr*. 2011;100(1):79-85.
61. Christensson K, Siles C, Cabrera T, Belaustequi A, de la Fuente P, Lagercrantz H, et al. Lower body temperatures in infants delivered by caesarean section than in vaginally delivered infants. *Acta Paediatr*. 1993;82(2):128-31.
62. Christensson K, Siles C, Moreno L, Belaustequi A, De La Fuente P, Lagercrantz H, et al. Temperature, metabolic adaptation and crying in healthy full-term newborns cared for skin-to-skin or in a cot. *Acta Paediatr*. 1992;81(6-7):488-93.
63. Moore ER, Anderson GC, Bergman N, Dowswell T. Early skin-to-skin contact for mothers and their healthy newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;5(5):Cd003519.
64. Dageville C, Pignol J, De Smet S. Very early neonatal apparent life-threatening events and sudden unexpected deaths: incidence and risk factors. *Acta Paediatr*. 2008;97(7):866-9.
65. Andres V, Garcia P, Rimet Y, Nicaise C, Simeoni U. Apparent life-threatening events in presumably healthy newborns during early skin-to-skin contact. *Pediatrics*. 2011;127(4):e1073-6.
66. Gnigler M, Ralser E, Karall D, Reiter G, Kiechl-Kohlendorfer U. Early sudden unexpected death in infancy (ESUDI)--three case reports and review of the literature. *Acta Paediatr*. 2013;102(5):e235-8.
67. Barbaglia M, Finale E, Noce S, Vigo A, Arioni C, Visentin R, et al. Skin-to-skin contact and delivery room practices: a longitudinal survey conducted in Piedmont and the Aosta Valley. *Ital J Pediatr*. 2019;45(1):95.
68. Lawn JE, Mwansa-Kambafwile J, Horta BL, Barros FC, Cousens S. 'Kangaroo mother care' to prevent neonatal deaths due to preterm birth complications. *Int J Epidemiol*. 2010;39 Suppl 1(Suppl 1):i144-54.
69. Hung KJ, Berg O. Early skin-to-skin after cesarean to improve breastfeeding. *MCN Am J Matern Child Nurs*. 2011;36(5):318-24; quiz 25-6.
70. Brady K, Bulpitt D, Chiarelli C. An interprofessional quality improvement project to implement maternal/infant skin-to-skin contact during cesarean delivery. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs*. 2014;43(4):488-96.
71. Billner-Garcia R, Spilker A, Goyal D. Skin to Skin Contact: Newborn Temperature Stability in the Operating Room. *MCN Am J Matern Child Nurs*. 2018;43(3):158-63.
72. Marín Gabriel MA, Llana Martín I, López Escobar A, Fernández Villalba E, Romero Blanco I, Touza Pol P. Randomized controlled trial of early skin-to-skin contact: effects on the mother and the newborn. *Acta Paediatr*. 2010;99(11):1630-4.
73. Lode-Kolz K, Hermansson C, Linnér A, Klemming S, Hetland HB, Bergman N, et al. Immediate skin-to-skin contact after birth ensures stable thermoregulation in very preterm infants in high-resource settings. *Acta Paediatr*. 2023;112(5):934-41.

74. Bruckner M, Mileder LP, Richter A, Baik-Schneditz N, Schwabegger B, Binder-Heschl C, et al. Association between Regional Tissue Oxygenation and Body Temperature in Term and Preterm Infants Born by Caesarean Section. *Children (Basel)*. 2020;7(11).
75. Nyandiko WM, Kiptoon P, Lubuya FA. Neonatal hypothermia and adherence to World Health Organisation thermal care guidelines among newborns at Moi Teaching and Referral Hospital, Kenya. *PLoS One*. 2021;16(3):e0248838.
76. Miller SS, Lee HC, Gould JB. Hypothermia in very low birth weight infants: distribution, risk factors and outcomes. *J Perinatol*. 2011;31 Suppl 1:S49-56.
77. Goldaber KG, Gilstrap LC, 3rd, Leveno KJ, Dax JS, McIntire DD. Pathologic fetal acidemia. *Obstet Gynecol*. 1991;78(6):1103-7.