

Aus der Klinik für Allgemeine Pädiatrie, Neonatologie und Kinderkardiologie

Der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Direktor der Klinik: Univ.-Prof. Dr. med. Ertan Mayatepek

Analyse der taktilen Stimulation durch Videotaping in der
Erstversorgung Frühgeborener

Dissertation

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin der Medizinischen Fakultät der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Charlotte Leonie Constanze Creusen

2022

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan: Prof. Dr. med. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter: Prof. Dr. med. Thomas Höhn

Zweitgutachterin: PD Dr. med. Ines Beyer

Die vorliegende Arbeit möchte ich den frühgeborenen Kindern widmen und ihren Eltern, die durch ihr Einverständnis zur Videoaufzeichnung die Analyse ermöglichten.

Zusammenfassung

In der Erstversorgung von Frühgeborenen ist die taktile Stimulation (tS) eine etablierte Methode, das Einsetzen der Spontanatmung zu unterstützen. Die vorliegende Arbeit untersucht die tS genauer in Hinblick auf ihre Durchführung und Effekte. Besondere Aufmerksamkeit gilt hierbei den Frühgeborenen mit einem geringen Geburtsgewicht von unter 1500g. Dieses Kriterium erfüllten 14 der 47 Patienten.

Erstversorgungen im Zeitraum von April 2019 bis April 2020 wurden gefilmt und synchron die Vitalparameter der Patienten aufgezeichnet. Zudem wurden Informationen zu Dauer, Anzahl, Körperregion und Methode der taktilen Stimulation erhoben.

Anhand eines Fallberichts kann die klinische Erfahrung, dass die tS ein geeignetes Mittel zur Verbesserung der Vitalparameter sein kann, bestätigt werden. Anpassungsstörungen des Neugeborenen können im beschriebenen Fall durch kurzzeitige gezielte tS überwunden werden, dies trifft hier insbesondere auf ein Frühgeborenes mit einem Geburtsgewicht von nur 730g zu.

Betrachtet man jedoch die Gesamtzeit der tS im Zusammenhang mit dem Bedarf an nicht-invasiver Atemunterstützung, so zeichnet sich nur ein leicht negativer Zusammenhang ab. Es lässt sich aber nicht mit statistischer Signifikanz feststellen, dass eine längere Stimulationszeit zu einer Reduktion anderer intensivmedizinischer Maßnahmen führe.

Aus unseren Beobachtungen lässt sich die Empfehlung ableiten, tS wie in früheren Leitlinien empfohlen zu nutzen, um Frühgeborene in akuten Situationen der Anpassungsstörung zu unterstützen. Eine langanhaltende Stimulation scheint dagegen keinen zusätzlichen Nutzen in der Erstversorgung Frühgeborener zu bewirken.

Abstract

Tactile stimulation (tS) is an established method of supporting the onset of spontaneous breathing in the initial care of premature babies. This paper examines tS in more detail with regard to its performance and effects. Special attention is paid to premature babies with a low birth weight of less than 1500g. This criterion was met by 14 of the 47 patients.

First treatments in the period from April 2019 to April 2020 were filmed and the vital parameters of the patients were recorded synchronously. In addition, information on the duration, number, body region and method of tactile stimulation was collected.

On the basis of a case report, the clinical experience that tS can be a suitable means to improve vital parameters can be confirmed. Adaptation disorders of the newborn can be overcome in the described case by short-term targeted tS, this is especially true for a premature baby with a birth weight of only 730g.

However, if the total time of tS is considered in connection with the need for non-invasive respiratory support, only a slightly negative correlation emerges. However, it cannot be determined with statistical significance that a longer stimulation time leads to a reduction in other intensive care measures.

From our observations, we can deduce the recommendation to use tS as recommended in previous guidelines to support preterm infants in acute situations of adaptation disorders. However, prolonged stimulation does not seem to provide any additional benefit in the primary care of preterm infants.

Abkürzungsverzeichnis

A.	lat. Arteria, dt. Arterie
Abb.	Abbildung
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.
CPAP	engl. continuous positive airway pressure
CRP	C-reaktives Protein
CTG	engl. Cardiotocography, dt. Kardiotokografie
EKG	Elektrokardiografie
ELBW	<i>extremely low birth weight</i> = Geburtsgewicht <1000 g
ERC	European Resuscitation Council
FG	Frühgeborene
FiO₂	inspiratorische Sauerstofffraktion
LMIC	<i>low- and middle-income countries</i> (Länder, deren Bruttonationaleinkommen pro Kopf zwischen 1.036 und 4.045 US-Dollar liegt)
NEC	nekrotisierende Enterokolitis
PIP	<i>peak inspiratory pressure</i> = inspiratorischer Spitzendruck
PEEP	<i>positive end expiratory pressure</i> = positiver endexpiratorischer Druck
p.m.	<i>post menstruationem</i> lat. Nach dem ersten Tag der letzten Menstruationsblutung
RCT	<i>randomized controlled trial</i> = randomisierte kontrollierte Studie
SpO₂	pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung
SPZ	Sozialpädiatrisches Zentrum

toS	<i>time of Stimulation</i> (Stimulationszeit in Sekunden)
tS	taktile Stimulation
V.	lat. Vena, dt. Vene
VLBW	very low birth weight = Geburtsgewicht < 1500g

Inhalt

1	Einleitung	- 1 -
1.1	Historie und aktueller Stand der Erstversorgung Frühgeborener.....	- 1 -
1.2	Einsetzen der Spontanatmung führt zur Öffnung der Atemwege	- 3 -
1.3	Taktile Stimuli: Reizentstehung und Verarbeitung.....	- 4 -
1.4	Ziele der Arbeit	- 5 -
1.5	Analyse durch Videotaping.....	- 6 -
2	Methoden	- 7 -
2.1	Patienten und Voraussetzungen	- 7 -
2.2	Material und Technik	- 9 -
2.3	Auswertung und Statistik	- 10 -
3	Ergebnisse	- 12 -
3.1	Deskriptive Statistik.....	- 12 -
3.2	Fallbericht einer erfolgreichen taktilen Stimulation	- 17 -
3.3	Auswirkungen der taktilen Stimulation auf die Erstversorgung	- 20 -
4	Diskussion	- 22 -
4.1	Diskussion der Ergebnisse	- 22 -
4.2	Limitationen	- 26 -
4.3	Schlussfolgerungen	- 27 -
5	Literaturverzeichnis.....	- 28 -

1 Einleitung

1.1 Historie und aktueller Stand der Erstversorgung Frühgeborener

Jährlich kommen etwa 15 Millionen Kinder vor Vollendung der siebenunddreißigsten Schwangerschaftswoche zur Welt (March of Dimes, PMNCH, Save the Children, WHO 2012). Im Jahr 2019 waren weltweit 35% aller Todesfälle bei den unter fünfjährigen Kindern auf Komplikationen durch Frühgeburtlichkeit zurückzuführen (UNICEF, WHO, World Bank, UN-DESA Population Division 2019). Die optimale Erstversorgung ist somit weltweit relevant. Die taktile Stimulation (tS) stellt eine klinisch gut erprobte, aber wissenschaftlich wenig untersuchte Methode dar, eine Spontanatmung des Neugeborenen auszulösen: „*Most infants cry spontaneously upon delivery and establish regular respiration by 1 minute of age. If this does not occur, the majority of infants will respond to tactile stimulation such as gentle rubbing of the back, as occurs with drying of the infant, or gently flicking the bottom of the feet.*“ (Giuseppe Bounocore, Rodolfo Bracci, Michael Weindling et al. 2012). Sie kann mithilfe einfacher, ubiquitär verfügbarer Hilfsmittel wie Handtüchern oder der bloßen Hand durchgeführt werden und ist somit jederzeit verfügbar und kostengünstig. Auch in LMIC (low- and middle-income countries: Länder, deren Bruttonationaleinkommen pro Kopf zwischen 1.036 und 4.045 US-Dollar liegt) (Biokou Mathieu Djayeola), in denen die Frühgeburtlichkeit ein besonders hohes Risiko für Neugeborene ist (March of Dimes, PMNCH, Save the Children, WHO 2012), kann taktile Stimulation somit durchgeführt werden. Dieses Ziel wurde auch im „*Helping Babies Breathe*“-Programm aufgegriffen. Hierbei handelt es sich um ein Ausbildungsprojekt zur Erstversorgung Neugeborener, dessen Effekte 2013 in Tansania erforscht wurden. Es zeigte sich, dass eine Anleitung in einfachen Maßnahmen wie dem Abtrocknen und Stimulieren die Neugeborenensterblichkeit signifikant senken kann. Diese Beobachtung galt sowohl für Neugeborene mit normalem Geburtsgewicht als auch für jene mit niedrigem Geburtsgewicht sowie für Termingeborene und Frühgeborene (Msemo et al. 2013).

Beobachtungen im Tiermodell legen nahe, dass es sich bei der taktilen Stimulation um ein instinktives Verhalten handelt. Eine kanadische Publikation aus dem Jahr 1983 zeigte,

dass auch neugeborene Rattenjunge von der mütterlichen Ratte so lange stimuliert wurden, bis ein deutliches quieken der Neugeborenen zu hören war. Zu den Verhaltensweisen der mütterlichen Ratte zählten hierbei das lecken entlang der Wirbelsäule von caudal nach cranial, stoßen und beißen. Rattenjunge, die nach der Geburt dieser Versorgung durch die Mutter entzogen wurden, entwickelten respiratorische Probleme (Faridy 1983).

Zur Erstversorgung und Reanimation augenscheinlich lebloser Neugeborener liegen einige historische Quellen vor, wenn diese auch meist nicht von hoher medizinischer Aussagekraft sind. Vielmehr bilden sie die seit jeher bestehenden Bestrebungen ab, initial deprimierte Neugeborene zu einer suffizienten Atmung und Herzaktion anzuregen. Schon im Talmud, einem der bedeutendsten Schriftwerke des Judentums, wird empfohlen, Kinder, die nach der Geburt nicht schreien, zu schütteln und mit der Plazenta einzureiben (Preuss und Rosner 2004). Über Jahrhunderte entwickelten Ärzte und Hebammen verschiedenste, aus heutiger Sicht teils abstruse, Techniken zur Stimulation Neugeborener wie das Kitzeln von Brust, Mund und Hals, Schlagen, Schütteln, Beräucherung sowie Dilatation und Einblasen von Rauch in das Rectum des Kindes (Raju 1999). Anekdotisch wird beispielweise auch von der Geburt Johann Wolfgang Goethes 1749 berichtet, er sei leblos zur Welt gekommen und erst nach „stundenlangem“ Reiben durch die Hebammen für lebendig erklärt worden (Raju 1984). Zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts wurde Schulz' Methode der Stimulation entwickelt, wobei das Kind kopfüber gehalten und der Thorax gedrückt wurde (Raju 1999).

Heute ist der Umgang mit Neu- und Frühgeborenen deutlich zurückhaltender und vorsichtiger geworden. Schon zu Beginn der neunziger Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts etablierte sich das Konzept, Frühgeborene möglichst von störenden Reizen abzuschirmen (Field 1990). Die 2015 veröffentlichte Leitlinie des *European Resuscitation Council* (ERC) zur Neugeborenenreanimation empfiehlt, die taktile Stimulation auf das Abtrocknen des Kindes zu beschränken: „Das Abtrocknen des Neugeborenen ist gewöhnlich eine ausreichende Stimulation um eine effektive Spontanatmung anzuregen. Eine übertrieben kräftige Stimulation soll vermieden werden. Entwickelt das Baby unter kurzer taktile Stimulation keine effektive Spontanatmung, sind weitere unterstützende Maßnahmen notwendig.“ (Wyllie et al. 2015). 2021 veröffentlichte das ERC eine Neuauflage der Leitlinie zur Neugeborenenreanimation. Die Empfehlungen wandelten sich von 2015 bis 2021 insofern, als dass nun ausdrücklich eine

über das Abtrocknen hinausgehende Stimulation empfohlen wird: „*Initial handling is an opportunity to stimulate the infant during assessment by*

- *Drying the infant.*
- *Gently stimulating as you dry them, for example by rubbing the soles of the feet or the back of the chest. Avoid more aggressive methods of stimulation.*”

Ein entsprechendes Vorgehen wird nun ausdrücklich auch für Frühgeborene empfohlen (Madar et al. 2021). Die neue Leitlinie stützt sich dabei unter anderem auf eine Studie aus dem Jahr 2018, welche zwei positive Effekte einer repetitiven Stimulation gegenüber einer Standard-Stimulation nachweisen konnte: Erstens sei in der repetitiv stimulierten Gruppe der Sauerstoffbedarf während des Transports auf die pädiatrische Intensivstation geringer gewesen und zweitens sei in dieser Gruppe seltener die Atmung durch eine medikamentöse Therapie mit Coffein angeregt worden (Dekker et al. 2018). Des Weiteren zitiert die Leitlinie die oben erwähnte Studie zum „*Helping Babies Breathe*“-Programm, welche deutlich die Wirksamkeit der tS untermauert (Msemo et al. 2013).

1.2 Einsetzen der Spontanatmung führt zur Öffnung der Atemwege

Es ist davon auszugehen, dass erst die eigene Atemanstrengung des Neugeborenen eine suffiziente Ventilation ohne Intubation ermöglicht. Die etablierte Methode der Masken- und CPAP- Atemunterstützung bleibt besonders bei VLBW (*very low birth weight*)-Frühgeborenen häufig erfolglos (van Vonderen et al. 2014). Als Ursache gelten die Instabilität der unreifen Atemwege sowie ein bei Feten physiologischer Verschluss des Larynx (te Pas et al. 2019). Im späten fetalen Leben nimmt der obere Atemweg großen Einfluss auf die afferenten und efferenten Flüssigkeitsströme der Lunge (Harding et al. 1986). Diese Funktion muss sich postnatal an die neue Aufgabe des Gasaustausches anpassen. Aufgrund des überwiegend verschlossenen Larynx werden durch nicht-invasive Ventilationsmethoden bei Frühgeborenen lediglich die oberen Atemwege erreicht, ohne ausreichende Tidalvolumina in die Lunge zu verbringen (Finer et al. 2009). Te Pas et al. konstatierten 2019, dass durch eine Stimulation und Unterstützung der Atemanstrengung der Larynx geöffnet und so die Ventilation der Lunge ermöglicht werde (te Pas et al. 2019). Zudem zeigte sich, dass die korrekte Lagerung des Kopfes in Mittelposition für eine erfolgreiche Anwendung nicht-invasiver Ventilationsmethoden

essentiell ist (Finer et al. 2009). Im Tierversuch konnte an frühgeborenen Kaninchen gezeigt werden, dass Glottis und Epiglottis bei fehlender regelmäßiger Spontanatmung meist verschlossen waren, sodass eine nicht-invasive Ventilation keinen Erfolg zeigen konnte. Erst bei regelmäßigem Atemmuster und Belüftung der Lunge konnten sie konstant offen gehalten werden (Crawshaw et al. 2018).

1.3 Taktile Stimuli: Reizentstehung und Verarbeitung

Um zu verstehen, wie einfache Berührungen wie das Reiben des Rückens des Neugeborenen auf Atmung und Zirkulation Einfluss nehmen können, lohnt es sich, genauer auf die Mechanismen der Wahrnehmung und Verarbeitung taktiler Reize einzugehen. Die Haut ist als Sinnesorgan für mechanische, thermische und Schmerzreize ausgestattet mit unterschiedlichen Rezeptoren. Die afferenten Nervenendigungen liegen entweder frei in der Haut vor und fungieren so selbst als Sinnesrezeptoren, sind mit Haaren assoziiert oder leiten die Afferenzen von korpuskulären Rezeptoren. Hier unterscheidet man nochmals zwischen Merkel- Meissner- Vater-Paccini- und Ruffini-Rezeptoren, welche in Morphologie und Sinnesqualität verschieden sind. Die Informationen über Schmerz, Temperatur- grobe Druck- und Tastempfindung, die über das Reiben mit dem gewärmten Molton-Tuch wohl erzeugt werden, werden von Neuronen geleitet, deren erstes Perikaryon in den Spinalganglien liegt. Im Hinterhorn des Rückenmarks werden sie auf das zweite Neuron dieser somatosensiblen Bahn verschaltet (Trepel 2015).

Die *Formatio reticularis* ist ein Netz von Nervenzellen, welches Mittelhirn und Hirnstamm durchzieht und unscharf abgrenzbare Kerne enthält, die für zahlreiche vital essentielle Funktionen zuständig sind. Sie enthält unter anderem das Atem- und Kreislaufzentrum sowie das „Weckzentrum“. Das „Weckzentrum“ wird korrekt als ARAS (aufsteigendes retikuläres aktivierendes System) bezeichnet und steuert die allgemeine Vigilanz. Die *Formatio reticularis*, welche folglich von zentraler Bedeutung für Kreislaufregulation, Atmung und Wachheit ist, erhält in hohem Maße Zuflüsse aus dem Hinterhorn des Rückenmarks, sodass sensibel-sensorische Reize aller Qualitäten sie erreichen (Trepel 2015).

Diese anatomischen und physiologischen Grundlagen können als Erklärung dafür dienen, warum tS zur Unterbrechung von Apnoen und Bradykardien dienen kann. Eine

amerikanische Studie Jahr aus dem Jahr 1969 konnte bereits zeigen, dass 55% der Apnoen bei Frühgeborenen, die nicht spontan sistierten, durch tS beendet werden konnten (Daily et al. 1969).

1.4 Ziele der Arbeit

Ziel der Arbeit war es, taktile Stimuli während der Erstversorgung zu dokumentieren und diese in Zusammenhang mit dem respiratorischen und zirkulatorischen Outcome der Neugeborenen zu setzen. Da die direkten Parameter wie beispielsweise die pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung durch intensivmedizinische Betreuung in den meisten Fällen bereits in einem Zielbereich gehalten werden konnten, waren sie zur Beurteilung der Anpassungsfähigkeit des Neugeborenen nur bedingt geeignet. Aus diesem Grund wurden auch die benötigten intensivmedizinischen Maßnahmen erfasst, um so Rückschlüsse auf den Zustand der Patienten ziehen zu können. Die Studie sollte also auch zeigen, ob tS zur Reduktion der intensivmedizinischen Maßnahmen beitragen kann.

Die aktuell vorliegende Forschung wirft einen zentralen Widerspruch auf. Einerseits konnte eine Studie der Universität Graz zeigen, dass Frühgeborene von taktile Stimulation profitieren. Taktile stimulierte Frühgeborene erhielten seltener eine Atemunterstützung als nicht-stimulierte und ihr SpO₂ stieg nach Stimulation signifikant an. Für reifgeborene Kinder hingegen konnte kein positiver Effekt gezeigt werden (Baik-Schneditz et al. 2018). Im gleichen Jahr erschien jedoch eine australische Publikation, die ebenfalls anhand von Videoaufzeichnungen – nachwies, dass Frühgeborene mit zunehmender Unreife seltener taktile stimuliert werden (Gaertner et al. 2018). Es war unser Ziel zu untersuchen, wie tS speziell bei Frühgeborenen durchgeführt wird und wie diese besondere Patientengruppe auf tS reagiert. Dabei legten wir unser besonderes Augenmerk auf besonders leichte Frühgeborene mit einem Geburtsgewicht <1500g. Möglicherweise können wir damit einen Beitrag leisten, künftig Erstversorgenden wertvolle Erfahrungswerte bereitzustellen. Im Umgang mit VLBW-Frühgeborenen stehen nur in begrenztem Umfang Daten und Erfahrungswerte für die Erstversorgenden bereit.

1.5 Analyse durch Videotaping

Wir nutzten für die Analyse der Erstversorgungen die Methode des Videotapings, um eine bessere Reproduzierbarkeit der Beobachtungen zu gewährleisten und eine genauere Zeiterfassung zu erreichen, als es bei einer rein schriftlichen Dokumentation möglich wäre. Eine Kamera zeichnete das neugeborene Kind und die Hände der Erstversorgenden auf, eine zweite den Monitor mit den Informationen über Herzfrequenz und pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung. Beide Bilder wurden in einem *Split Screen* simultan zusammengeführt, sodass die Informationen zeitlich korrespondierend eingesehen werden konnten. Zudem bietet die Videoaufzeichnung den Vorteil, jeden beliebigen Zeitpunkt im Video erneut aufzusuchen und genauer zu untersuchen. Zeitspannen wie zum Beispiel die Dauer der Maskenbeatmung konnten mithilfe der im *Media Player* angezeigten Wiedergabezeit sehr präzise bestimmt werden.

Die erste Publikation zur Videoaufzeichnung im Erstversorgungsraum stammt aus Kalifornien, San Diego (Carbine et al. 2000). Hier standen jedoch die Qualitätssicherung und die Beobachtung der Leitlinien-treue der Behandler im Fokus der Beobachter. Später nutzte man die Vorteile der Videoaufzeichnung auch zur Evaluation des klinischen Erscheinungsbildes und der Sauerstoffsättigung Neugeborener: so etwa in einer irischen Studie aus dem Jahr 2007, welche das Hautkolorit mit der Oxygenierung in Zusammenhang stellt (O'Donnell et al. 2007). 2018 nutzten Wissenschaftler der Medizinischen Universität Graz bereits Videoaufzeichnungen, um die Reaktion Neugeborener auf die tS zu untersuchen. Sie konnten zeigen, dass bei Frühgeborenen, nicht aber bei Reifgeborenen, ein signifikanter Anstieg der pulsoxymetrisch gemessenen Sauerstoffsättigung nach tS nachweisbar ist (Baik-Schneditz et al. 2018). Umso erstaunlicher ist es, dass unreifere Neonaten seltener stimuliert werden als Reifgeborene, wie eine australische Studie zeigen konnte, die ebenfalls auf Videoaufnahmen von Erstversorgungen zurückgriff (Gaertner et al. 2018). Die Aufzeichnung der Situation im Erstversorgungsraum und auch die Analyse der tS anhand des Videomaterials sind folglich bereits etablierte Methoden, um die vielfältigen taktilen Stimuli und die Anpassung Neugeborener zu evaluieren.

2 Methoden

2.1 Patienten und Voraussetzungen

Im Rahmen einer klinisch prospektiven Beobachtungsstudie wurden Videoaufnahmen von 47 Erstversorgungen im Universitätsklinikum Düsseldorf im Hinblick auf die tS ausgewertet. Die Datenerhebung erfolgte im Zeitraum vom 16.04.2019 bis zum 30.03.2020. Das Perinatalzentrum ist als Level-1-Zentrum der Maximalversorgung anerkannt. Gefilmt wurden zunächst Erstversorgungen Frühgeborener, deren Geburtsgewicht pränatal auf <1500g geschätzt worden war. Im Verlauf wurden alle Frühgeborenen in die Studie aufgenommen, sofern das Einverständnis der/des Erziehungsberechtigten vorlag und ein Untersucher zum Filmen der Erstversorgung anwesend war. Wenn möglich, wurde die informierte Einwilligung der/des Erziehungsberechtigten vor Aufzeichnung der Videoaufnahmen eingeholt. War dies aus zeitlichen Gründen nicht möglich oder war die werdende Mutter vor der Geburt nicht in der Lage, ein Aufklärungsgespräch zu führen, wurde dies nach der Aufzeichnung nachgeholt. Im Falle eines Widerspruchs wurden die Aufnahmen ungesehen und ohne Auswertung gelöscht. Es lag ein gültiges positives Votum der Ethikkommission an der medizinischen Fakultät der HHU Düsseldorf vor. Die Studiennummer lautet 2018-169-ProspDEuA. Bei Erweiterung der Aufnahmekriterien auf alle Frühgeborenen unabhängig von ihrem Geburtsgewicht wurde ein entsprechendes Amendment durch die Ethikkommission positiv votiert. Es wurden Daten zum Neugeborenen, zur Mutter, zur beobachteten Intervention und zum Zustand des Kindes vor und nach Intervention erhoben. Da die Sauerstoffkonzentration im Blut des Kindes mit intensivmedizinischen Maßnahmen möglichst konstant gehalten werden soll, um eine bestmögliche Entwicklung des Neugeborenen zu ermöglichen, wurden auch die hierzu benötigten Maßnahmen erfasst. Von der benötigten Sauerstoffkonzentration in der Einatemluft und der Notwendigkeit einer Intubation sollten Rückschlüsse auf die eigenen Oxygenierungsmöglichkeiten des Kindes gezogen werden. Tabelle 1 zeigt die im Rahmen der Studie aus dem Videomaterial oder zusätzlich zu diesem gewonnenen Daten.

Angaben zum Neugeborenen	Angaben zur Mutter	Intervention	Resultat
<ul style="list-style-type: none"> • Geburtsdatum • Geburtszeit • Geschlecht • Gewicht • Herzfrequenz im CTG • Nabelschnur-pH (venös) • Erste Körpertemperatur 	<ul style="list-style-type: none"> • CRP • Blasensprunglatenz • Narkoseart 	<ul style="list-style-type: none"> • Stimulationsdauer • Stimulationshäufigkeit • Stimulationsort <ul style="list-style-type: none"> - Brust - Rücken - Füße/Beine - Hände/Arme - Kopf/Gesicht • Stimulationsqualität <ul style="list-style-type: none"> - Reiben mit Handtuch - Wischen mit Kompresse - Streichen mit Finger • Stimulierende Person <ul style="list-style-type: none"> - Arzt - Pflege 	<ul style="list-style-type: none"> • APGAR nach 1 min, 10 min, 5 min • Herzfrequenz <ul style="list-style-type: none"> - Minimum - Maximum - Arithmetisches Mittel • Pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung <ul style="list-style-type: none"> - Minimum - Maximum - Arithmetisches Mittel • Dauer der Maskenbeatmung • Benötigte Sauerstoffkonzentration in der Atemluft • Notwendigkeit der Intubation • Hautkolorit

Tabelle 1: Auflistung der aus dem Video oder zusätzlich erhobenen Informationen

Nachdem die Nabelschnur im Kreißsaal durchtrennt wurde, wurden die Neugeborenen in den Erstversorgungsraum getragen, wo ein Team aus Neonatologen/Neonatologinnen und Kinderkrankenpflegern/Kinderkrankenpflegerinnen bereitstand. Die Temperatur im Erstversorgungsraum wurde auf 30°C konstant gehalten, um eine Hypothermie des Neugeborenen zu vermeiden. Das Neugeborene wurde von der Hebamme auf der Versorgungseinheit abgelegt, wobei der Kopf des Kindes zu dem/der verantwortlichen Pädiaater/in wies. Auf der gegenüberliegenden Seite stand ein/e Kinderkrankenpfleger/in, welche zunächst die OP-Tücher entfernte, durch gewärmte saubere Molton-Tücher ersetzte und mit dem Abtrocknen des Kindes begann. Nach ausreichender Entfernung der Vernix caseosa wurden EKG-Elektroden auf dem Thorax sowie ein Pulsoxymeter am rechten Handgelenk angebracht. Währenddessen evaluierte der/die Pädiaater/in bereits Atmung und Herzfrequenz durch Auskultation, Inspektion, sowie die Palpation der Nabelschnur und stimmte die weitere Versorgung auf die ersten Untersuchungsbefunde ab. Die weiteren Maßnahmen wie die Anwendung von CPAP, die Erhöhung der

inspiratorischen Sauerstofffraktion (FiO_2), die Wahl des vaskulären Zuganges und eventuelle Medikamentengabe richteten sich dabei nach der entsprechenden Leitlinie des ERC (Wyllie et al. 2015).

2.2 Material und Technik

Die Versorgung der Frühgeborenen erfolgte in der Giraffe OmniBed Carestation (GE Healthcare GmbH, 42655 Solingen, Deutschland). Zur Durchführung der Videoaufzeichnung befand sich eine weitere Untersucherin im Raum, welche nicht an der Erstversorgung des Neugeborenen beteiligt war. Zur Aufzeichnung verwendeten wir jeweils zwei Videokameras (Logitech HD Pro Webcam C920, Logitech Europe S.A. 1015 Lausanne, Schweiz; SVPRO USB-Kamera USB100W03M-SFV), welche über USB an einen Laptop (Lenovo ThinkPad L440, Lenovo (United States), Inc. 1009 Think Place – Building One, Morrisville, NC 27560 U.S.A.) angeschlossen waren. Eine der Kameras filmte das Neugeborene und die Hände der Erstversorger, während die zweite auf den Monitor (CARESCAPE™ ONE Monitor, GE Healthcare GmbH, 42655 Solingen, Deutschland) gerichtet war, um Herzfrequenz (abgeleitet durch 3-Kanal EKG) und pulsoxymetrische Sauerstoffsättigung an der rechten Hand zu erfassen. In 9 Fällen wurden Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung zudem schriftlich in einem zeitlichen Abstand von fünf Minuten notiert, wenn die Werte im Video schlecht lesbar waren. Zeigten die Frühgeborenen Zeichen der respiratorischen Insuffizienz, wurde die Atmung mit Hilfe eines T-Stück-Erstversorgungssystems unterstützt (Fisher & Paykel Healthcare: Perivent™ T-Stück-Erstversorgung für Säuglinge. Im Folgenden *t-piece device*). Inspiratorischer Spitzendruck (PIP) und positiver endexpiratorischer Druck (PEEP) lassen sich durch ein *t-piece device* kontrollierter und gleichmäßiger applizieren als mit selbstaufblasenden Beatmungsbeuteln und Gasflussbeuteln (Bennett et al. 2005). Die Aufnahmen beider Kameras wurden im Programm OBS Studio (*Open Broadcaster Software, Maintainer: Hugh Bailey und andere Mitwirkende, Erscheinungsjahr 2012*) zusammengeführt. Zum Abtrocknen sowie zur tS der Frühgeborenen wurden Moltontücher benutzt, welche aus reiner Baumwolle bestehen. Die weichen Tücher wurden zuvor in einem Wärmeschrank der Firma Memmert (Memmert GmbH + Co. KG, D-91126 Schwabach) auf 60°C angewärmt. Die Aufzeichnung wurde beendet, sobald das Neugeborene in der Giraffe OmniBed Carestation (GE Healthcare GmbH, 42655

Solingen, Deutschland) gekoppelt mit dem Giraffe Shuttle (GE Healthcare GmbH, 42655 Solingen, Deutschland) den Erstversorgungsraum verließ.

2.3 Auswertung und Statistik

Die Videos wurden im Windows Media Player (Microsoft Corporation, One Microsoft Way, Redmond, WA 98052-6399) abgespielt, hier wurde auch die Wiedergabezeit angezeigt. Die Auswertung der Daten erfolgte mithilfe eines weiteren Laptops (acer Aspire 3, Taipeh, Taiwan: NX.GY3EV.018) und des Programmes Microsoft Excel (Microsoft Corporation, One Microsoft Way, Redmond, WA 98052-6399). Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des „*open-source*“ Statistikprogrammes „Jamovi“ (The jamovi project (2020). jamovi (Version 1.2) [Computer Software]. Abgerufen von <https://www.jamovi.org>).

Um die Objektivität der aus den Videoaufzeichnungen gewonnenen Beobachtungen zu beurteilen, wurde das Filmmaterial zusätzlich einem Team von Physiotherapeutinnen der Universitätsklinik angeschlossenen SPZ vorgelegt. Ein in Microsoft Excel erstellter *Bland-Altman-Plot* (Abbildung 1) kann zeigen, dass unsere Beobachtungen zur kumulativen Stimulationszeit einer Erstversorgung gut mit den Beobachtungen der Physiotherapeutinnen übereinstimmen. Die Reproduzierbarkeit der Methode der Videoaufzeichnung, die schon in früheren Studien geschätzt wurde, können wir somit auch für unsere Ergebnisse beanspruchen. Die obere und untere Referenzlinie grenzen hierbei den Bereich ein, in dem eine Übereinstimmung angenommen werden kann.

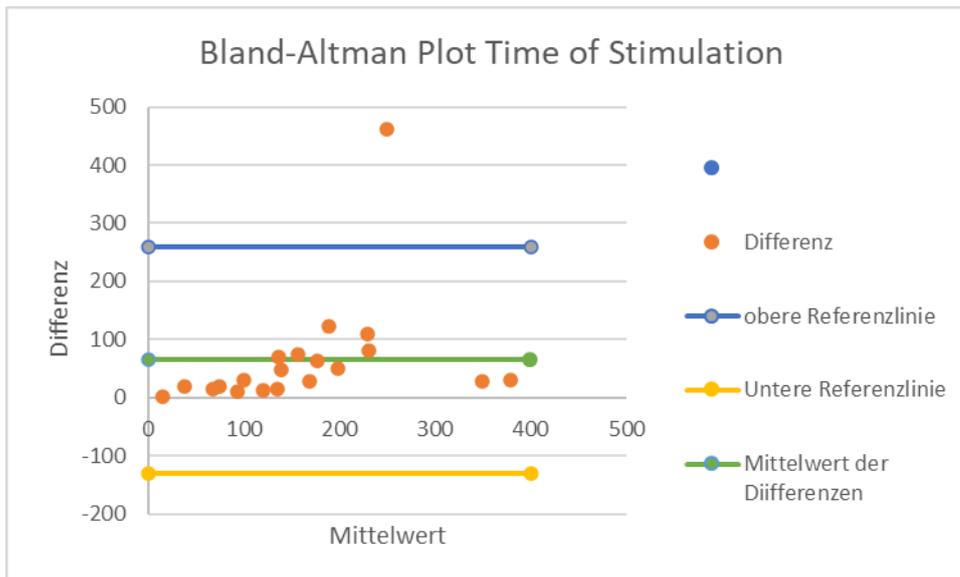


Abbildung 1: Der Bland-Altman-Plot vergleicht unsere Beobachtungen zur Stimulationszeit mit denen der Physiotherapeutinnen

Die weiterführende statistische Datenauswertung erfolgte mit Hilfe von Jamovi (The jamovi project (2020). jamovi (Version 1.2) [Computer Software]. Abgerufen von <https://www.jamovi.org>). Hierbei handelt es sich um eine Statistiksoftware, die eine Nutzeroberfläche für die statistische Sprache „R“ (2019 The R Foundation for Statistical Computing) bereithält. Neben dem oben gezeigten *Bland-Altman-Plot* nutzten wir einen *paired samples t-test*, einen *independent samples t-test* sowie eine *Correlation Matrix* zur Auswertung der Erhobenen Daten. Die Verfahren sind im Ergebnisteil jeweils den entsprechenden Untersuchungen zugeordnet.

3 Ergebnisse

3.1 Deskriptive Statistik

Die Datenerhebung erfolgte vom 16.04.2019 bis zum 30.03.2020 und somit über einen Zeitraum von etwa einem Jahr. Wir konnten 47 Erstversorgungen vom Eintritt in den Erstversorgungsraum bis zum Transport zur stationären Weiterbehandlung aufzeichnen. Das Kind mit dem niedrigsten Gestationsalter wurde 23 Wochen und 3 Tage p.m. (*post menstruationem*) entbunden. Das höchste Gestationsalter lag bei 36 Wochen und 6 Tagen. Die Geburtsgewichte reichten von 350g bis 3280g. Abbildung 2 gibt einen Überblick über die Geburtsgewichte und den Bedarf einer Atemunterstützung. Sowohl in der Gruppe der VLBW-Frühgeborenen als auch unter den schwereren Frühgeborenen musste nur jeweils ein Patient intubiert werden. 54,5% der Frühgeborenen mit höherem Geburtsgewicht konnten ohne weitere Unterstützung eine suffiziente Spontanatmung etablieren. Dagegen erhielten alle VLBW-Patienten zunächst eine Atemunterstützung mittels *t-piece-device*, zwei von ihnen konnten danach jedoch ohne CPAP (*continuous positive airway pressure*) verlegt werden.

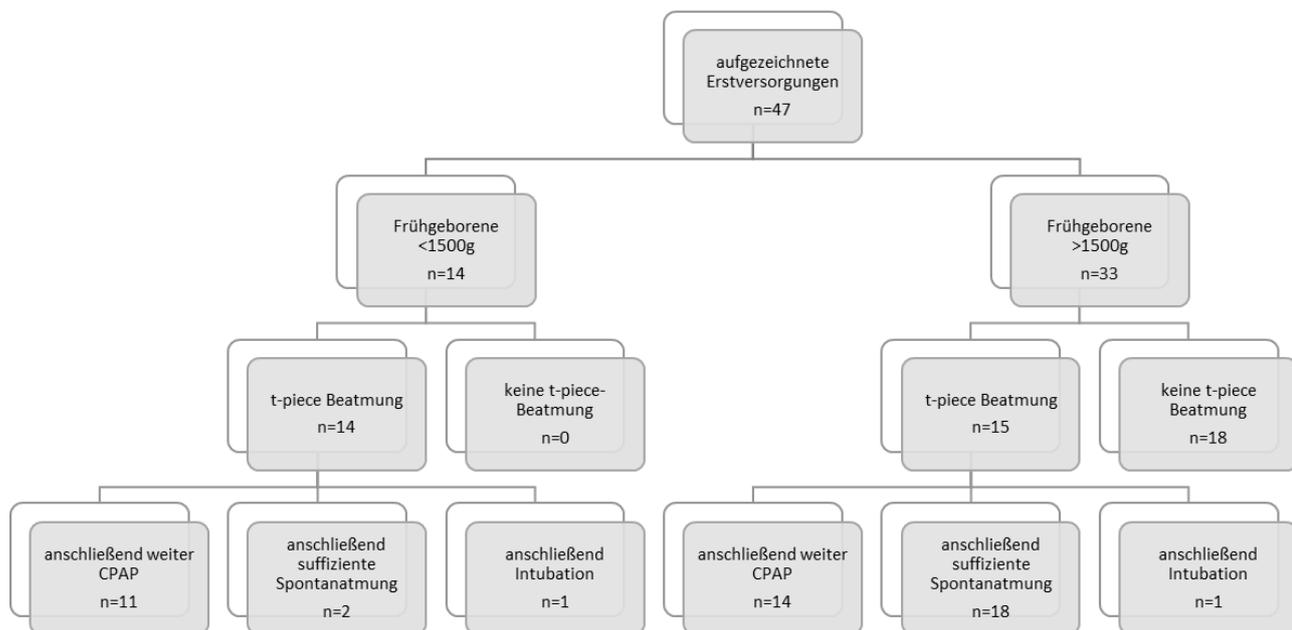


Abbildung 2: Übersicht über das Patientenkollektiv mit Informationen zur Notwendigkeit einer Atemunterstützung

Aus Tabelle 2 sowie der daraus generierten Abbildung 3 wird ersichtlich, dass VLBW-FG insgesamt kürzer stimuliert werden als nicht-VLBW-FG. Ausnahmen bilden

Erstversorgungen, die aus anderen Gründen sehr lange dauern und während derer kontinuierlich nebenbei stimuliert wird. Bereinigt um die beschriebenen extrem langen Stimulationszeiten von >500s ergibt sich eine im Mittel 91,6s kürzere Stimulationszeit für VLBW-FG. Die Stimulationszeit wird in den folgenden Grafiken als toS (time of Stimulation = Stimulationszeit) in Sekunden angegeben.

Tabelle 2 beinhaltet nähere Informationen über den t-test, mit dem wir die Stimulationszeiten der Frühgeborenen verglichen. Sowohl für *Student's t* als auch für *Welch's t* zeigen die p-Werte zum 95%-Konfidenzintervall mit $p = 0,01$ bzw. $p < 0,001$ einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen an. Das Konfidenzintervall schließt die Null nicht ein.

Independent Samples T-Test							95% Confidence Interval	
		statistic	df	p	Mean difference	SE difference	Lower	Upper
toS without extremes	Student's t	-2.72*	41.0	0.010	-91.6	33.7	-160	-23.5
	Welch's t	-3.79	37.0	< .001	-91.6	24.2	-141	-42.6

* Levene's test is significant ($p < .05$), suggesting a violation of the assumption of equal variances

Tabelle 2: Stimulationszeiten von Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht über und unter 1500g

toS without extremes

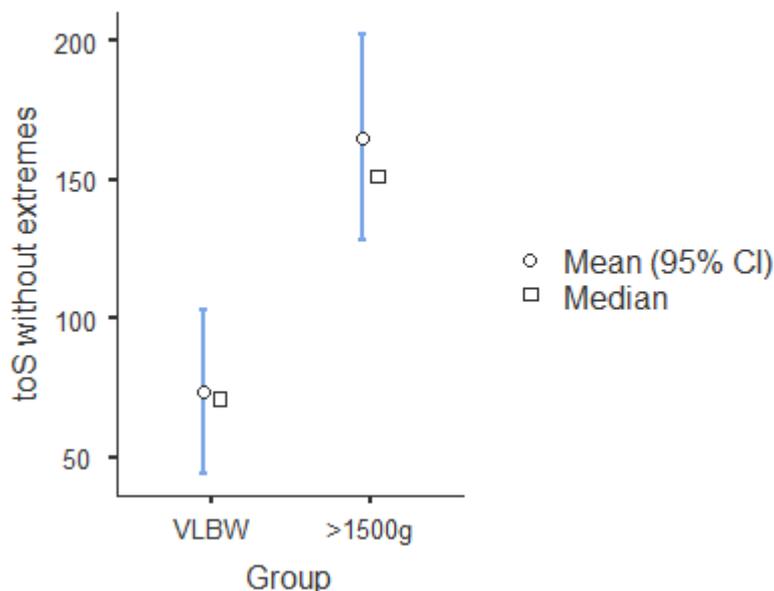


Abbildung 3: Vergleich der Stimulationszeiten von FG mit einem Geburtsgewicht über und unter 1500g

Abbildung 2 veranschaulicht diese Beobachtung graphisch. Auf der Ordinatenachse ist die Stimulationszeit in Sekunden aufgetragen. Links im Bild ist mit „VLBW“ der

Datensatz der Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht <1500g gekennzeichnet. Die rechte Grafik bezieht sich auf die Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht >1500g. Das arithmetische Mittel ist mit einem Quadrat, der Median mit einem Kreis dargestellt.

In unserer Studie richteten wir unser Augenmerk besonders darauf, welche Körperregionen bevorzugt stimuliert wurden und mit welcher Qualität die Stimulation erfolgte. Hierbei unterschieden wir die fünf Körperregionen „Brust“, „Rücken“, „Füße + Beine“, „Kopf + Gesicht“ sowie „Hand + Arm“. Die Stimulusqualitäten trennten wir auf in „reiben mit einem Moltontuch“, „wischen mit einer Kompresse“, „Streichen mit dem Finger“ (stets mit Handschuh) und einer etwas kräftigeren „Massage“. Für die verschiedenen Körperregionen wurden je Erstversorgung zwischen 0 und vier Punkten vergeben:

0 = „Nicht stimuliert“

1 = „wenig stimuliert“

2 = „etwas stimuliert“

3 = „häufig stimuliert“

4 = „hauptsächlich stimuliert“

Die Stimulationsmethoden ordneten wir in

1 = „Methode wurde verwendet“ und 0 = „Methode wurde nicht verwendet“ ein.

Das Diagramm in Abbildung 5 vergleicht, wie häufig die verschiedenen Körperregionen jeweils stimuliert wurden. Dazu wurden die nach dem zuvor erläuterten Schema erreichten Punkte der jeweiligen Körperregion addiert und in ein Balkendiagramm übertragen. Die Ordinatenachse enthält in Abbildung 5 die einheitslosen Summen der jeweils erreichten Punktzahlen.

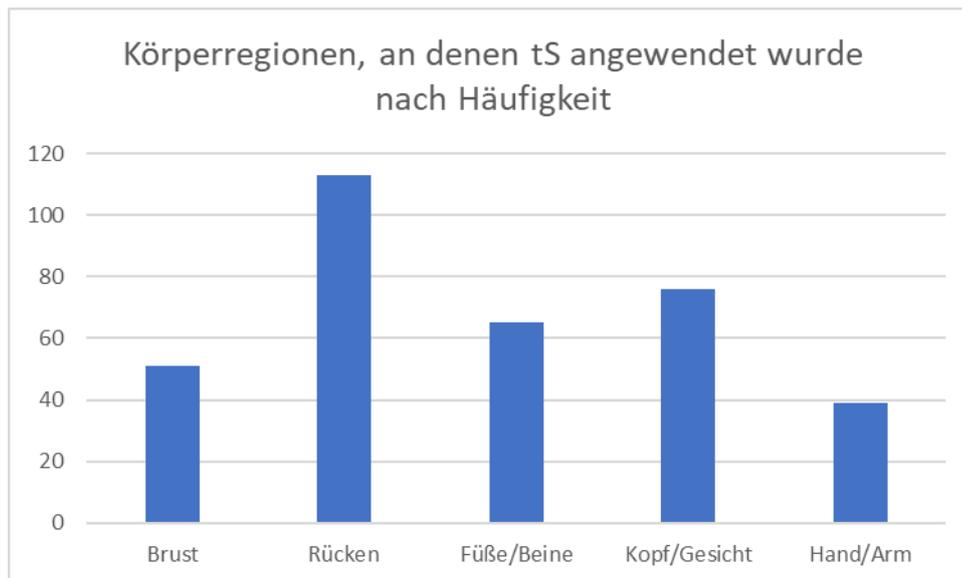


Abbildung 5: Vergleich der stimulierten Körperregionen

Der Rücken ist demzufolge die am häufigsten stimulierte Körperregion. Auch Füße und Beine sowie Kopf und Gesicht sind beliebte Ziele der tS.

Die Stimulationsmethode wird in Abbildung 6 genauer betrachtet. Hier kann an der Ordinatenachse die Zahl der Erstversorgungen abgelesen werden, bei denen die jeweilige Stimulationsmethode angewandt wurde.

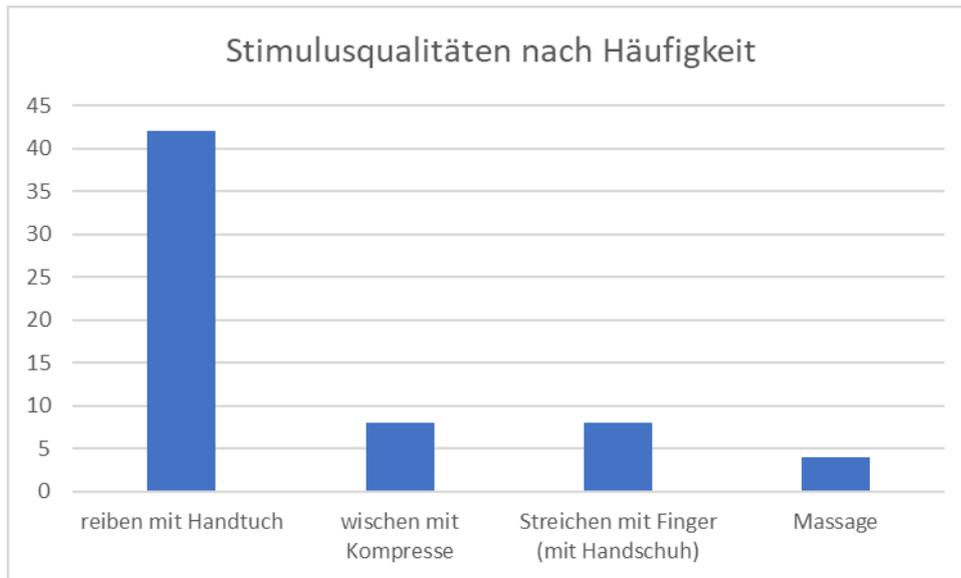


Abbildung 6: Vergleich der Stimulusqualitäten

Es wird klar ersichtlich, dass das Reiben mit einem gewärmten Moltontuch bei 42 von 47 Erstversorgungen angewendet wurde und somit die gängigste Stimulationsmethode darstellt. Um zu klären, ob die tS im klinischen Alltag eine ärztliche oder pflegerische Maßnahme ist, werteten wir anhand der Videoaufzeichnungen aus, welches Teammitglied die tS häufiger durchführte. Abbildung 7 zeigt, dass bei einem Großteil der Erstversorgungen die tS sowohl von ärztlichem, als auch von pflegerischem Personal vorgenommen wird. Im Einzelfall war meist zu beobachten, dass die Person, die gerade eine Tätigkeit des jeweils anderen Erstversorgenden abwarten musste, derweil die tS vollzog. Demzufolge kann tS ohne eigenen Zeitaufwand in die Erstversorgung integriert werden.

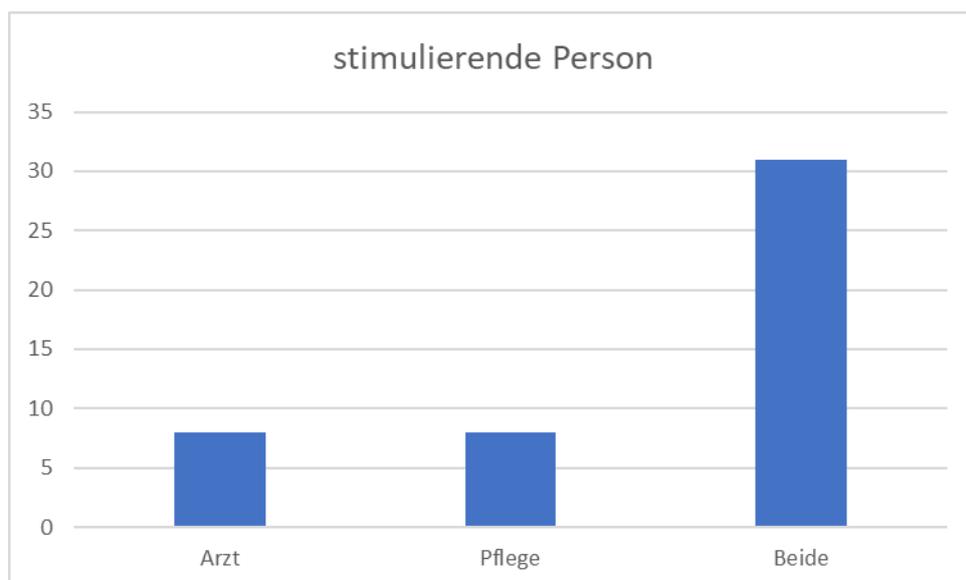


Abbildung 1: Teammitglieder, die die tS durchführen

3.2 Fallbericht einer erfolgreichen taktilen Stimulation

Wie eingangs beschrieben, scheint die klinische Erfahrung einen Nutzen der tS zu zeigen. In einigen Fällen unserer Kohorte konnten Apnoen auch eindrucksvoll durch tS beendet werden und die Vitalparameter besserten sich deutlich. So soll hier beispielhaft genauer auf die Erstversorgung eines männlichen Neugeborenen der 30 SSW (+0 Tage) eingegangen werden. Es handelte sich hier um ein ELBW-FG (*extremely low birth weight* – Frühgeborenes), da das Geburtsgewicht nur 730g betrug.

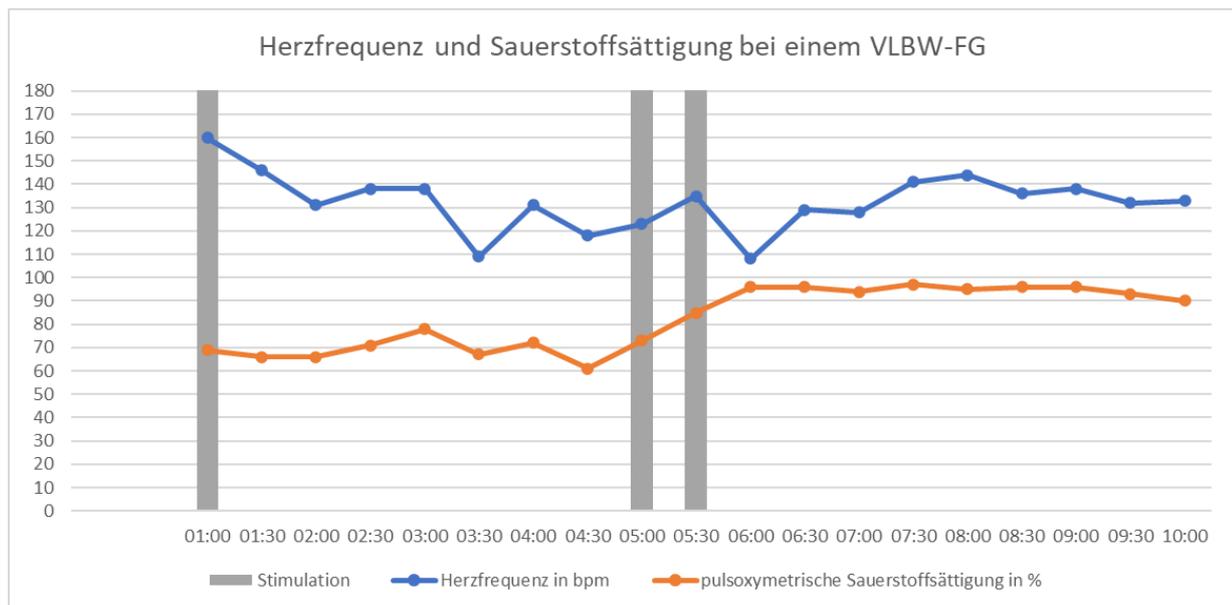


Abbildung 5: Entwicklung von Herzfrequenz und Sauerstoffsättigung während einer Erstversorgung mit tS

Der Patient wurde mit einer auskultatorisch und palpatorisch gemessenen Herzfrequenz deutlich über 100 Schlägen pro Minute bei zyanotischem Hautkolorit umgehend nach der Entbindung per *Sectio Caesarea* in den Erstversorgungsraum verbracht. Eine Minute nach Ankunft im Erstversorgungsraum leiteten EKG und Pulsoxymeter erstmals zuverlässige Werte ab. Diese lagen initial bei einer Herzfrequenz von 160 Schlägen pro Minute bei einer pulsoxymetrisch gemessenen Sauerstoffsättigung von 69%. Es wurde eine Atemunterstützung mittels *t-piece-device* begonnen mit einer maximalen inspiratorischen Sauerstoffkonzentration (FiO_2) von 40%. Nach einer Minute erfolgte zudem erstmals eine kurze taktiler Stimulation, da der Patient nun gründlich abgetrocknet wurde. Während die Herzfrequenz zunächst recht stabil bei Werten weit über 100 Schlägen pro Minute lag, konnte die Sauerstoffsättigung den Zielbereich von 91-95% (Poets et al. 2020) nicht erreichen und fiel nach 4 Minuten und 30 Sekunden sogar auf

61%. Zeitgleich fiel nun auch die Herzfrequenz auf 109 Schläge pro Minute. In Minute 5 begann die zuständige Kinderkrankenpflegerin eine kreisende Massage an der linken Brustwand des Neugeborenen. Innerhalb weniger Sekunden stieg daraufhin die Sauerstoffsättigung deutlich an, sodass sie in Minute 6 bei 96% lag. Im weiteren Verlauf der Erstversorgung blieb die pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung im Blut des Neugeborenen im Zielbereich. Auch die Herzfrequenz stabilisierte sich nun in einem Bereich zwischen 130 und 140 Schlägen pro Minute. Abbildung 5 visualisiert die beschriebene Erstversorgung. Auf der Abszissenachse ist der Zeitverlauf der Erstversorgung in Minuten und Sekunden aufgetragen. Die Ordinatenachse umfasst die Zahlen von 0 bis 180 und kann für die Herzfrequenz in bpm und für die pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung in Prozent abgelesen werden. Die Stimulationen sind als graue Balken in das Diagramm eingetragen. Die pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung ist in orange, die Herzfrequenz in blau dargestellt. Der Anstieg der Sauerstoffsättigung während der Stimulation in der fünften Minute ist an der Steigung der orangenen Grafik deutlich zu erkennen. Nach dieser Stimulation hält sich die Sauerstoffsättigung konstant auf einem höheren Niveau als zuvor. Auch die Herzfrequenz stabilisiert sich im Verlauf der Erstversorgung, allerdings liegt diese schon vor der Stimulation im physiologischen Bereich.

In einem *paired samples t-test* stellten wir die pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung im Blut des Frühgeborenen vor und nach Stimulation gegenüber. Es zeigte sich ein deutlicher Erfolg der tS, wie den Tabellen 3 und 4 sowie Abbildung 6 entnommen werden kann. Tabelle 3 können die Mittleren Sauerstoffkonzentrationen vor und nach Stimulation entnommen werden. Zudem wird mit SD die Standardabweichung (*standard deviation*) und mit SE der Stichprobenfehler (*standard error*) angegeben.

Descriptives					
	N	Mean	Median	SD	SE
O2 vor tS	8	68.8	68.0	5.06	1.790
O2 nach tS	8	95.4	96.0	1.30	0.460

Tabelle 3: Pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffkonzentration im Blut des Frühgeborenen vor und nach tS

Tabelle 4 gibt Aufschluss über den *paired samples t-test*, mit dem wir den Effekt der tS auf die Oxygenierung des Frühgeborenen überprüften. Hier ist zu entnehmen, dass in der

Zeit nach der Stimulation die Sauerstoffsättigung im Mittel um 26,6 Prozentpunkte höher liegt als zuvor. Dieser Effekt ist mit einem p-Wert $<0,001$ als hochsignifikant einzustufen.

Paired Samples T-Test							95% Confidence Interval			
		Statistic	df	p	Mean difference	SE difference	Lower	Upper	Cohen's d	
O2 vor tS	O2 nach tS	Student's t	-16.4	7.00	$<.001$	-26.6	1.62	-30.5	-22.8	-5.79

Tabelle 4: paired samples t-test zu Tab.3

O2 vor tS - O2 nach tS

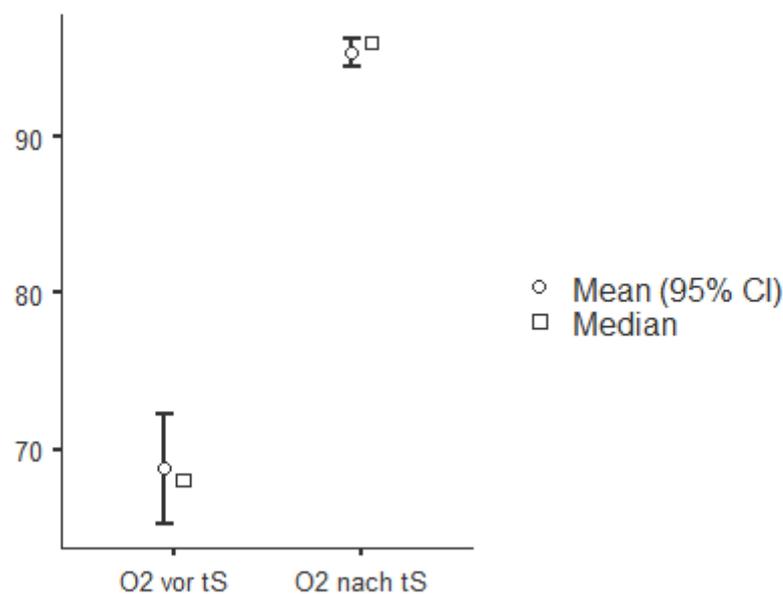


Abbildung 6: paired samples t-test zum Vergleich der pulsoxymetrisch gemessenen Sauerstoffsättigung im Blut des Frühgeborenen vor und nach tS

Abbildung 6 visualisiert den zuvor beschriebenen Effekt. Wir stellen auf der Ordinatennachse erneut die Sauerstoffsättigung in Prozent dar. Die Grafiken zeigen die Minimal- und Maximalwerte sowie das arithmetische Mittel (Kreis) und den Median (Quadrat). Hierbei bezieht sich die linke Grafik auf die Messungen vor der tS, rechts in der Abbildung sind die Werte nach tS aufgetragen. Auffällig ist, dass die Werte nicht nur deutlich höher sind als zuvor: zudem ist die Streubreite deutlich geringer, sodass von einer kontinuierlicheren, stabileren Versorgung des Neugeborenen mit Sauerstoff ausgegangen werden kann.

Situationen wie diese, in denen die Erstversorgenden durch das Monitoring unmittelbar die Rückmeldung erhalten, dass Ihre Interventionen Wirkung zeigen, könnte zu der weiten Verbreitung der tS in der klinischen Routine geführt haben.

3.3 Auswirkungen der taktilen Stimulation auf die Erstversorgung

Um zu untersuchen, ob die tS den Bedarf an Atemunterstützung vermindert, trugen wir die Gesamtdauer der Stimulation gegen die Gesamtdauer der *t-piece*-Ventilation – beides gemessen in Sekunden – auf. Auch diesmal bereinigten wir den Datensatz dazu um extrem lange Erstversorgungen mit einer Dauer >500s. Tabelle 5 und 6 sowie Abbildung 7 zeigen die Ergebnisse. Es lässt sich ein leichter Trend erkennen, dass mit zunehmender Stimulationsdauer die Dauer der Ventilation abnimmt. Mit statistischer Signifikanz konnten wir diesen Zusammenhang in unserem Datensatz jedoch nicht nachweisen.

Descriptives		
	time of tS without extremes	time of ventilation
N	26	26
Missing	21	21
Mean	143	813
Median	117	727
Minimum	3	369
Maximum	364	1700

Tabelle 5: Stimulationszeit und Ventilationszeit

Correlation Matrix			
		time of tS without extremes	time of ventilation
time of tS without extremes	Pearson's r		—
	p-value		—
	95% CI Upper		—
	95% CI Lower		—
	Spearman's rho		—
	p-value		—
time of ventilation	Pearson's r	-0.209	—
	p-value	0.152	—
	95% CI Upper	0.130	—
	95% CI Lower	-1.000	—
	Spearman's rho	-0.201	—
	p-value	0.161	—

Note. H₀ is negative correlation

Tabelle 6: Correlation Matrix Stimulationszeit und Ventilationszeit

Tabelle 5 gibt zunächst rein deskriptiv einen Überblick über die erhobenen Daten. Die Frühgeborenen unseres Kollektivs wurden mindestens 3 Sekunden lang, maximal 364 Sekunden lang stimuliert. Wie oben beschrieben, sind diese Werte um extrem lange Erstversorgungen bereinigt. Die Zeitspanne der CPAP-Beatmung reichte von 369 Sekunden bis 1700 Sekunden. Tabelle 6 setzt die beiden Parameter Stimulationszeit und Ventilationszeit nun mit Hilfe einer Correlation Matrix zueinander ins Verhältnis. Der p-Wert zum 95%-Konfidenzintervall beträgt in dieser Korrelation jedoch 0,125 und das Konfidenzintervall schließt die null ein. Eine statistische Signifikanz wurde hier also nicht gefunden.

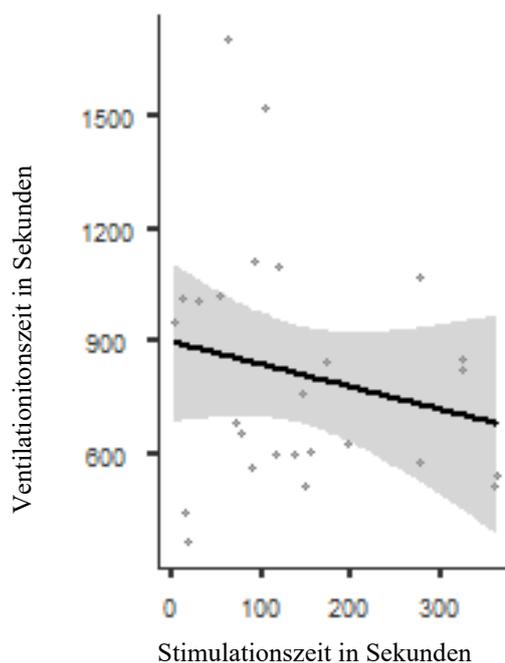


Abbildung 7: Stimulationszeit und Ventilationszeit

Abbildung 7 visualisiert die zuvor beschriebenen Zusammenhänge. Auf der Abszissenachse ist die Stimulationszeit in Sekunden aufgetragen. Die Ordinatenachse ordnet diesen Werten die jeweilige Ventilationszeit -ebenfalls in Sekunden- zu. Optisch ist ein negativer Zusammenhang zu erkennen.

4 Diskussion

4.1 Diskussion der Ergebnisse

Die Zusammenschau einzelner Fallberichte mit dem statistischen Überblick ergibt ein komplexes Bild, welches kein einfaches Urteil über die tS als „nutzlos“ oder „garantiert wirksam“ erlaubt. Wir konnten zeigen, dass die tS einzelne Apnoen wirkungsvoll unterbrechen kann, was für die weitere Erstversorgung essentiell ist. Es lässt sich aber nicht allgemein feststellen, dass die Gesamtzeit der tS negativ mit dem Bedarf an weiteren intensivmedizinischen Maßnahmen korreliert sei. Da die tS schnell, risikoarm und ohne zusätzliche Kosten angewendet werden kann, sollte demzufolge versucht werden, akute Apnoen durch gezielte Stimulationen zu beenden. Für eine langanhaltende Stimulation konnte in unserer Arbeit jedoch kein Effekt auf das Gesamtergebnis der Erstversorgung nachgewiesen werden.

2018 konnte eine australische Publikation zeigen, dass Frühgeborene mit zunehmender unreife seltener taktil stimuliert werden (Gaertner et al. 2018). Diese Beobachtung konnten wir in Hinblick auf das niedrige Geburtsgewicht der Frühgeborenen bestätigen. Auch in unserem Patientenkollektiv wurden VLBW—FG zurückhaltender stimuliert. Dies lässt sich mit der Erkenntnis begründen, dass Frühgeborene von einem besonders zurückhaltenden Umgang profitieren. Im Jahr 2020 konnten Murthy, Zein et al. zeigen, dass ein Pflegekonzept nach dem Prinzip des *minimal handling* neurologische Komplikationen minimieren kann (Murthy et al. 2020). Im Rahmen des *minimal handling* sollen Frühgeborene von störenden Umweltreizen möglichst abgeschirmt werden. Hierzu zählen Lärm und Licht aber auch taktile Reize wie Vibrationen oder übermäßige Interventionen oder Berührungen. Die vorgenannte Studie konnte insbesondere zeigen, dass das Abschirmen der Patienten von derartigen Reizen eine Reduktion des Opioidbedarfs bewirken konnte (Murthy et al. 2020). *Minimal handling* soll zudem das Risiko für intrazerebrale Blutungen reduzieren, wie eine japanische Übersichtsarbeit zu Mortalität und Morbidität Frühgeborener unterstreicht (Isayama 2019). Von diesem Standpunkt aus ist es leicht nachvollziehbar, dass Erstversorgende besonders bei den vulnerablen VLBW-Frühgeborenen die ruhige Lagerung des Kopfes in Mittelposition anstreben und weitere Irritationen verhindern. Es ist jedoch zu beachten, dass das neuroprotektive Pflegeprotokoll sich in der kanadischen Studie auf die ersten drei Lebenstage der Patienten bezog, während unsere Betrachtungen sich speziell auf die

postnatale Anpassung in den ersten Lebensminuten beziehen. Die Abschirmung der Frühgeborenen von Außenreizen wurde schon 1990 von Field et al. untersucht und fand sich bis 2021 in den Leitlinien zur „Wiederbelebung und Unterstützung der Transition von Säuglingen bei der Geburt“ wieder (Wyllie et al. 2015). Hier wurde von einer über das Abtrocknen des Kindes hinausgehenden Stimulation noch explizit abgeraten. In die aktuelle Überarbeitung dieser Leitlinie hingegen wurde die tS aufgenommen und ist für reif- und frühgeborene Neonaten gleichermaßen empfohlen (Madar et al. 2021).

Die gezielte Stimulation Neugeborener mit Anpassungsstörungen gehört offensichtlich zum instinktiven Verhaltensrepertoire der Säugetiere. Bereits 1983 konnte im Tierversuch gezeigt werden, dass Rattenjunge, die der instinktiven Stimulation durch ihr Mutter entzogen werden, häufiger unter Atmungsstörungen leiden (Faridy 1983). Und auch eine kalifornische Studie, die Apnoen Frühgeborener untersuchte, beschrieb tS bereits 1969 als geeignetes Mittel, Apnoen zu terminieren (Daily et al. 1969). Besonders zeitkritisch ist die Perfusion des Gehirns, welche in Episoden mit Bradykardie und Apnoe nachweislich vermindert ist (Perlman und Volpe 1985).

Die Pathogenese neurologischer Folgen der Frühgeburtlichkeit wird an anderer Stelle ausführlich behandelt (Brew et al. 2014; Khwaja und Volpe 2008). Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass eine hypoxisch-ischämische Kreislauftsituation letztlich über vielfältige Mechanismen insbesondere zur Schädigung der weißen Substanz führt (Khwaja und Volpe 2008). Zudem führen Hyperkapnie und Hypoxie zu einer cerebralen Vasodilatation (Brew et al. 2014), welche wiederum das Risiko für hämorrhagische Ereignisse erhöht. Chock et al. untersuchten 2020 den Zusammenhang zwischen cerebraler Oxygenierung und unerwünschten Endpunkten für Frühgeborene. Sinkt die cerebrale Sauerstoffsättigung unter 50%, werden negative Ereignisse wie der sonographische Nachweis neurologischer Schäden oder der Tod des Frühgeborenen wahrscheinlicher. Bei Frühgeborenen mit negativen Endpunkten scheint zudem die Autoregulation des cerebralen Blutflusses beeinträchtigt zu sein (Chock et al. 2020). Neben dem Gehirn können die Verdauungsorgane schwer von Sauerstoffmangel betroffen sein. Je niedriger Geburtsgewicht und Gestationsalter sind, desto höher ist das Risiko, an einer nekrotisierenden Enterokolitis (NEC) schwer zu erkranken und zu versterben (Lin und Stoll 2006). Eine ausreichende Oxygenierung des Blutes, welche erst durch eine suffiziente Atmung erreicht werden kann, ist auch für die abdominalen Organe unabdingbar. So konnte 2020 in einer prospektiven Beobachtungsstudie gezeigt

werden, dass ein Abfall der Sauerstoffsättigung im Splanchnikusgebiet mit einem höheren Risiko, an einer NEC zu erkranken, vergesellschaftet ist. Hierzu wurde ein Nahinfrarotspektroskop unterhalb des Bauchnabels von 44 Neugeborenen angebracht und es zeigte sich, dass ein Abfall der dort gemessenen Sauerstoffsättigung unter 30% mit einem erhöhten NEC-Risiko einhergeht (Palleri et al. 2020). Gehirn und Intestinum dürften nur Beispiele für die vulnerable Sauerstoffversorgung der Endorgane bei Frühgeborenen sein.

In jüngerer Vergangenheit ergaben sich Hinweise darauf, dass die Ventilation des Frühgeborenen maßgeblich auf eine eigene Atemanstrengung angewiesen ist. Die Erfolglosigkeit einer Atemunterstützung bei nicht aktiv atmenden Frühgeborenen wurde bereits 2014 beschrieben (van Vonderen et al. 2014). Eine Publikation aus dem Jahr 2019 weist auf die Unreife des Larynx als Ventilationshindernis hin (te Pas et al. 2019). Die Autoren dieser Studie bezeichnen die Neuerungen in der Erstversorgung gar als eine Landschaft im Wandel (The Changing Landscape in Supporting Preterm Infants at Birth). Der Larynx Frühgeborener übe demnach auch postnatal noch vorwiegend in geschlossenem Zustand die Funktion aus, die Lunge gegen den „Ausfluss von Lungenflüssigkeit“ abzudichten. Dieser pränatal physiologische Zustand erschwere die nicht-invasive Beatmung. Bei aller Behutsamkeit muss das Neugeborene also zu Atemexkursionen angeregt werden, sodass sich die Atemwege öffnen. Hierzu bietet sich die tS an, denn über die Hälfte der nicht spontan sistierenden Apnoen können durch „kutane Stimulation“ beendet werden (Daily et al. 1969). Folglich steigt auch die Sauerstoffsättigung nach taktiler Stimulation an (Baik-Schneditz et al. 2018), wie eine österreichische Studie 2018 nachweisen konnte. Es ist methodisch nicht leicht zu untersuchen, ob tS auch zu einer Reduktion der postnatalen Mortalität beitragen kann, da ein RCT (*randomized controlled trial* = randomisierte kontrollierte Studie) unter ethischen Gesichtspunkten hier nicht durchzuführen ist. Die tS hat sich lange vor der Einführung der RCT bereits in der klinischen Anwendung etabliert und kann einer Kontrollgruppe im Rahmen eines RCTs nicht vorenthalten werden. Eine Annäherung an diese Problematik liefert eine Metaanalyse, die Daten von Studien aus LMIC einbezieht, in denen Hausgeburten häufig sind und nicht immer ausgebildetes Personal bei Geburten bereitsteht: *„randomization of individuals or clusters to no treatment would now be considered unethical. However, in low income countries, particularly in South Asia and sub-Saharan Africa, which account for over twothirds of the world’s neonatal deaths*

[...], resuscitation is not available for the majority of newborns who are born either at poorly staffed and equipped first-level health facilities, or at home (60 million births annually), where birth attendants may lack skills or may perform practices that delay effective ventilation [...].” (Lee et al. 2011). Alle 16 Studien, die Eingang in die Metaanalyse fanden, bezogen Daten aus LMIC. Es zeigte sich, dass allein ein sofortiges Neugeborenen-Assessment mit taktiler Stimulation ohne weitere technische Hilfsmittel die Mortalität direkter Komplikationen der Frühgeburtlichkeit um 10% senke. (Lee et al. 2011).

Die Methode der Videoaufzeichnung und anschließenden Beurteilung der Aufnahmen zeigte in unserer Studie im Vergleich mit den zweitbeurteilenden Physiotherapeutinnen eine große *inter-rater-reliability*. Die Videoaufzeichnung im Erstversorgungsraum ist bereits eine erprobte Methode: In früheren Untersuchungen mit zwei unabhängigen Untersuchern wurde eine hohe Konkordanz beschrieben: „*the reviewers had a concordance rate of 97% and 92% in assessing methods of stimulations and effects following stimulation*“ (Gaertner et al. 2018).

Unsere Beobachtungen weichen von früheren Forschungsergebnissen insofern ab, als dass das Reiben des Rückens in unseren Beobachtungen die am häufigsten angewandte Stimulationsmethode ist (Abb. 5). In einer ebenfalls videogestützten Analyse aus dem Jahr 2018 war das Sternum die am häufigsten adressierte Stimulationsregion (Baik-Schneditz et al. 2018). Die vordere Brustwand ist bei uns nur auf Platz drei der Stimulationsregionen nach dem Rücken und dem Kopf bzw. Gesicht des Frühgeborenen. Zudem erhielten in dieser Studie nur 43% der Frühgeborenen eine tS, während bei uns alle Patienten für mindestens 3 s stimuliert wurden.

4.2 Limitationen

Aus ethischen Gesichtspunkten war es aus unserer Sicht nicht vertretbar, eine kontrollierte randomisierte klinische Studie durchzuführen. So wäre es nicht möglich gewesen, Interventionsgruppen zu bilden und beispielsweise je eine Gruppe mit taktil stimulierten versus nicht stimulierten Probanden zu vergleichen, da die taktile Stimulation bereits aus der klinischen Erfahrung heraus einen unverzichtbaren Teil der Erstversorgung Frühgeborener darstellt. Da die Erstversorgung Neugeborener eine dynamische Situation ist, in der die Erstversorgenden ihr Verhalten immer wieder neu an den Zustand des Patienten anpassen, ist es schwierig, kausale Zusammenhänge herauszustellen. So wird beispielsweise ein Kind mit schweren Apnoen häufiger taktil stimuliert, was zu dem Trugschluss führen könnte, die tS habe negative Auswirkungen. Aus diesem Grund ist die detaillierte und zeitlich präzise Darstellung der Ereignisse von besonderer Bedeutung. Zudem gibt es zahlreiche weitere Einflussfaktoren auf den Zustand des Neugeborenen, die zum Zeitpunkt der Erstversorgung teilweise noch unbekannt sind. Ein Herzvitium, eine Laryngomalazie, Choanalatresie oder andere Fehlbildungen nehmen Einfluss auf den kardiorespiratorischen Zustand, können aber selbstverständlich nicht durch tS behoben werden. Zudem ist unser Datensatz mit $n=47$ möglicherweise zu klein, um statistisch signifikante Zusammenhänge herauszustellen. Die Entscheidung zur Sectio wurde jedoch häufig so schnell getroffen und durchgeführt, dass es uns nicht immer gelang, rechtzeitig zum Filmen bereit zu sein. Das Bestreben der Gynäkologen, eine drohende Frühgeburtlichkeit so lange wie möglich hinauszuzögern, begründet sich unter anderem auf das Wissen, dass jede zusätzliche Woche *in utero* das Risiko, Komplikationen der Frühgeburtlichkeit zu erleiden, um 23% reduziert (Bastek et al. 2008). Geburten sollten also keineswegs großzügig früher eingeleitet werden, was dazu führt, dass die Entscheidung zur Entbindung meist Situationen der Akuten Verschlechterung des Zustandes der Mutter und/ oder des Feten vorbehalten ist. Die Fallzahl von 47 zu erreichen, war somit bereits mit einem erheblichen Organisationsaufwand verbunden.

4.3 Schlussfolgerungen

Die tS unterliegt wie jede medizinische Maßnahme einer Nutzen- Risikoabwägung.

Wie unsere Fallbeschreibung zeigt, kann die tS für einzelne Frühgeborene den entscheidenden Anstoß geben, eine suffiziente Spontanatmung zu etablieren und damit den Atemweg für eine ausreichende Sauerstoffzufuhr, auch mit Hilfe der CPAP-Beatmung, zu öffnen. Eine negative Korrelation zwischen Stimulationszeit und Ventilationszeit zeigte sich andeutungsweise, konnte jedoch nicht mit statistischer Signifikanz nachgewiesen werden. Möglicherweise wäre dies in einem größeren Patientenkollektiv der Fall gewesen. Es wäre demnach interessant, in weiteren Untersuchungen zu zeigen, ob die tS tatsächlich den Bedarf an CPAP-Beatmung reduzieren kann. Einen Hinweis darauf jedenfalls liefert die vorliegende Arbeit.

Eine vorsichtige tS ist eine nicht-invasive Maßnahme, die mit geringem Risiko bei jedem Frühgeborenen durchgeführt werden kann. Auch die ökonomischen Kosten für tS sind im Vergleich zu anderen intensivmedizinischen Maßnahmen extrem gering. Wie im Teil der deskriptiven Statistik beschrieben, kann die tS jeweils dann durchgeführt werden während ein anderes Teammitglied eine andere Maßnahme vollzieht. tS kostet also auch kaum zusätzliche Zeit, in der das Frühgeborene etwa Wärme verlieren könnte.

Solange dem Frühgeborenen also nicht durch eine extrem kräftige tS Schaden zugefügt wird, überwiegt der potentielle Nutzen die sehr geringen Kosten der tS. Auch, wenn unsere Beobachtungen keine pauschale Aussage erlauben wie „mehr tS führt zu weniger Beatmungsbedarf“, so sollte doch für jedes Frühgeborene die Möglichkeit ausgeschöpft werden, wie in unserer Fallbeschreibung von tS zu profitieren. Zu beachten ist hierbei allerdings, dass durch diese Maßnahme andere Interventionen nicht verzögert oder behindert werden sollten.

5 Literaturverzeichnis

Baik-Schneditz, Nariae; Urlesberger, Berndt; Schwabegger, Bernhard; Mileder, Lukas; Schmölzer, Georg; Avian, Alexander; Pichler, Gerhard (2018): Tactile stimulation during neonatal transition and its effect on vital parameters in neonates during neonatal transition. In: *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)* 107 (6), S. 952–957. DOI: 10.1111/apa.14239.

Bastek, Jamie A.; Sammel, Mary D.; Paré, Emmanuelle; Srinivas, Sindhu K.; Posencheg, Michael A.; Elovitz, Michal A. (2008): Adverse neonatal outcomes: examining the risks between preterm, late preterm, and term infants. In: *American journal of obstetrics and gynecology* 199 (4), 367.e1-8. DOI: 10.1016/j.ajog.2008.08.002.

Bennett, Stacie; Finer, Neil N.; Rich, Wade; Vaucher, Yvonne (2005): A comparison of three neonatal resuscitation devices. In: *Resuscitation* 67 (1), S. 113–118. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2005.02.016.

Biokou Mathieu Djayeola: World Bank list of economies - June 2020. Hg. v. The World Bank Group. Online verfügbar unter <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>, zuletzt geprüft am 10.02.2021.

Brew, Nadine; Walker, David; Wong, Flora Y. (2014): Cerebral vascular regulation and brain injury in preterm infants. In: *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology* 306 (11), R773-86. DOI: 10.1152/ajpregu.00487.2013.

Carbine, D. N.; Finer, N. N.; Knodel, E.; Rich, W. (2000): Video recording as a means of evaluating neonatal resuscitation performance. In: *Pediatrics* 106 (4), S. 654–658. DOI: 10.1542/peds.106.4.654.

Chock, Valerie Y.; Kwon, Soo Hyun; Ambalavanan, Namasivayam; Batton, Beau; Nelin, Leif D.; Chalak, Lina F. et al. (2020): Cerebral Oxygenation and Autoregulation in Preterm Infants (Early NIRS Study). In: *The Journal of pediatrics* 227, 94-100.e1. DOI: 10.1016/j.jpeds.2020.08.036.

- Crawshaw, Jessica R.; Kitchen, Marcus J.; Binder-Heschl, Corinna; Thio, Marta; Wallace, Megan J.; Kerr, Lauren T. et al. (2018): Laryngeal closure impedes non-invasive ventilation at birth. In: *Archives of disease in childhood. Fetal and neonatal edition* 103 (2), F112-F119. DOI: 10.1136/archdischild-2017-312681.
- Daily, W. J.; Klaus, M.; Meyer, H. B. (1969): Apnea in premature infants: monitoring, incidence, heart rate changes, and an effect of environmental temperature. In: *Pediatrics* 43 (4), S. 510–518.
- Dekker, Janneke; Hooper, Stuart B.; Martherus, Tessa; Cramer, Sophie J. E.; van Geloven, Nan; te Pas, Arjan B. (2018): Repetitive versus standard tactile stimulation of preterm infants at birth - A randomized controlled trial. In: *Resuscitation* 127, S. 37–43. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2018.03.030.
- Faridy, E. E. (1983): Instinctive resuscitation of the newborn rat. In: *Respiration physiology* 51 (1), S. 1–19.
- Field, Tiffany (1990): Alleviating Stress in Newborn Infants in the Intensive Care Unit. In: *Clinics in Perinatology* 17 (1), S. 1–9. DOI: 10.1016/S0095-5108(18)30584-0.
- Finer, Neil N.; Rich, Wade; Wang, Casey; Leone, Tina (2009): Airway obstruction during mask ventilation of very low birth weight infants during neonatal resuscitation. In: *Pediatrics* 123 (3), S. 865–869. DOI: 10.1542/peds.2008-0560.
- Gaertner, Vincent D.; Flemmer, Sophie A.; Lorenz, Laila; Davis, Peter G.; Kamlin, C. Omar Farouk (2018): Physical stimulation of newborn infants in the delivery room. In: *Archives of disease in childhood. Fetal and neonatal edition* 103 (2), F132-F136. DOI: 10.1136/archdischild-2016-312311.
- Giuseppe Bounocore, Rodolfo Bracci, Michael Weindling; Buonocore, Giuseppe; Bracci, Rodolfo; Weindling, Michael (2012): Neonatology. A practical Approach to Neonatal Management. 1. Aufl. Milano, Italia: Springer Verlag Italia.
- Harding, R.; Bocking, A. D.; Sigger, J. N. (1986): Influence of upper respiratory tract on liquid flow to and from fetal lungs. In: *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)* 61 (1), S. 68–74. DOI: 10.1152/jappl.1986.61.1.68.

Isayama, Tetsuya (2019): The clinical management and outcomes of extremely preterm infants in Japan: past, present, and future. In: *Translational pediatrics* 8 (3), S. 199–211. DOI: 10.21037/tp.2019.07.10.

Khwaja, O.; Volpe, J. J. (2008): Pathogenesis of cerebral white matter injury of prematurity. In: *Archives of disease in childhood. Fetal and neonatal edition* 93 (2), F153-61. DOI: 10.1136/adc.2006.108837.

Lee, Anne C. C.; Cousens, Simon; Wall, Stephen N.; Niermeyer, Susan; Darmstadt, Gary L.; Carlo, Waldemar A. et al. (2011): Neonatal resuscitation and immediate newborn assessment and stimulation for the prevention of neonatal deaths: a systematic review, meta-analysis and Delphi estimation of mortality effect. In: *BMC public health* 11 Suppl 3, S12. DOI: 10.1186/1471-2458-11-S3-S12.

Lin, Patricia W.; Stoll, Barbara J. (2006): Necrotising enterocolitis. In: *The Lancet* 368 (9543), S. 1271–1283. DOI: 10.1016/S0140-6736(06)69525-1.

Madar, John; Roehr, Charles C.; Ainsworth, Sean; Ersdal, Hege; Morley, Colin; Rüdiger, Mario et al. (2021): European Resuscitation Council Guidelines 2021: Newborn resuscitation and support of transition of infants at birth. In: *Resuscitation* 161, S. 291–326. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2021.02.014.

March of Dimes, PMNCH, Save the Children, WHO (2012): The Global Action Report on Preterm Birth. Unter Mitarbeit von Eds CP Howson, MV Kinney, JE Lawn. World Health Organization. Geneva. Online verfügbar unter https://www.who.int/pmnch/media/news/2012/201204_borntoosoon-report.pdf.

Msemu, Georgina; Massawe, Augustine; Mmbando, Donan; Rusibamayila, Neema; Manji, Karim; Kidanto, Hussein Lesio et al. (2013): Newborn mortality and fresh stillbirth rates in Tanzania after helping babies breathe training. In: *Pediatrics* 131 (2), e353-60. DOI: 10.1542/peds.2012-1795.

Murthy, Prashanth; Zein, Hussein; Thomas, Sumesh; Scott, James N.; Abou Mehrem, Ayman; Esser, Michael J. et al. (2020): Neuroprotection Care Bundle Implementation to Decrease Acute Brain Injury in Preterm Infants. In: *Pediatric neurology* 110, S. 42–48. DOI: 10.1016/j.pediatrneurol.2020.04.016.

O'Donnell, Colm P. F.; Kamlin, C. Omar F.; Davis, Peter G.; Carlin, John B.; Morley, Colin J. (2007): Clinical assessment of infant colour at delivery. In: *Archives of disease*

in childhood. Fetal and neonatal edition 92 (6), F465-7. DOI: 10.1136/adc.2007.120634.

Palleri, Elena; Wackernagel, Dirk; Wester, Tomas; Bartocci, Marco (2020): Low Splanchnic Oxygenation and Risk for Necrotizing Enterocolitis in Extremely Preterm Newborns. In: *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition* 71 (3), S. 401–406. DOI: 10.1097/MPG.0000000000002761.

Perlman, J. M.; Volpe, J. J. (1985): Episodes of apnea and bradycardia in the preterm newborn: impact on cerebral circulation. In: *Pediatrics* 76 (3), S. 333–338.

Poets, Christian F.; Bohnhorst, Bettina; Kerst, Gunter (2020): Therapie idiopathischer Apnoen, Bradykardien und Hypoxämien bei Früh- und Reifgeborenen. AWMF-Leitlinien-Register Nr. 024/013 Entwicklungsstufe S2k. 5.0. Aufl. Hg. v. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften. Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (AWMF-Leitlinien-Register Nr. 024/013 Entwicklungsstufe S2k). Online verfügbar unter https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/024-013l_S2k_Idiopathische_Apnoen_Bradykardien_Hypox%C3%A4mien_Fr%C3%BChgeborene_2020-06.pdf, zuletzt geprüft am 08.11.2020.

Preuss, Julius; Rosner, Fred (2004): *Biblical and Talmudic Medicine*. Lanham: Jason Aronson Inc. Online verfügbar unter <http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=1565706>.

Raju, Tonse N.K. (1984): *Historical Review and Recent Advances in Neonatal and Perinatal Medicine. Some Famous "High Risk" Newborn Babies*. Unter Mitarbeit von Edited by George F. Smith. 2 Bände. Louisville: Mead Johnson (vol. 2).

Raju, Tonse N.K. (1999): History of Neonatal Resuscitation: Tales of Heroism and Desperation. In: *Clinics in Perinatology* 26 (3), S. 629–640. DOI: 10.1016/S0095-5108(18)30041-1.

te Pas, Arjan B.; Hooper, Stuart B.; Dekker, Janneke (2019): The Changing Landscape in Supporting Preterm Infants at Birth. In: *Neonatology* 115 (4), S. 392–397. DOI: 10.1159/000497421.

Trepel, Michael (2015): *Neuroanatomie. Struktur und Funktion*. 6. Aufl. München: Elsevier, Urban et Fischer.

UNICEF, WHO, World Bank, UN-DESA Population Division (2019): Levels & Trends in Child Mortality: Report 2019, Estimates developed by the United Nations Inter-agency Group for Child Mortality Estimation. Unter Mitarbeit von Lucia Hug, David Sharrow and Danzhen You, with support from Mark. United Nations Inter-agency Group for Child Mortality Estimation (UN. New York. Online verfügbar unter <https://childmortality.org/wp-content/uploads/2019/10/UN-IGME-Child-Mortality-Report-2019.pdf>.

van Vonderen, Jeroen J.; Hooper, Stuart B.; Hummler, Helmut D.; Lopriore, Enrico; te Pas, Arjan B. (2014): Effects of a sustained inflation in preterm infants at birth. In: *The Journal of pediatrics* 165 (5), 903-8.e1. DOI: 10.1016/j.jpeds.2014.06.007.

Wyllie, J.; Bruinenberg, J.; Roehr, C. C.; Rüdiger, M.; Trevisanuto, D.; Urlesberger, B. (2015): Die Versorgung und Reanimation des Neugeborenen. In: *Notfall Rettungsmed* 18 (8), S. 964–983. DOI: 10.1007/s10049-015-0090-0.

Dank

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die mir mein Studium und die Vollendung meiner Promotion ermöglichten.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Thomas Höhn für die interessante Promotionsthematik und die hervorragende Unterstützung bei der Umsetzung der gesamten Arbeit. Zahlreiche Hürden von der Auswahl der technischen Ausrüstung bis zur Fertigstellung der Promotionsschrift konnten wir durch stets lösungsorientierte unbürokratische Zusammenarbeit und produktive Gespräche meistern.

Auch möchte ich meiner Co-Betreuerin Frau PD Dr. med. Ines Beyer danken für Ihre Bereitschaft, mir bei Fragen und Schwierigkeiten zur Seite zu stehen und mich für ihre stets gute Erreichbarkeit bedanken.

Dem Team der Kinderintensivstation K6 möchte ich ganz besonders danken. Alle Ärztinnen und Ärzte, Pflegerinnen und Pfleger, die mich im Falle einer unerwarteten Frühgeburt informierten und zu jeder Tages- und Nachtzeit an unsere Studie erinnerten, ermöglichten mir erst, die Erstversorgungen rechtzeitig aufzuzeichnen.

Danke auch an die Hebammen, Ärztinnen und Ärzte des Kreißsaals für ihre Geduld, mich fortlaufend über die neuesten Entwicklungen und anstehenden Geburten zu informieren.

Ich danke den Physiotherapeutinnen Nina Bayer, Miriam Striewe, Veronika Schnabel und Veronika Richter ganz herzlich für die Zweitauswertung der Videoaufnahmen.

Bei der statistischen Auswertung stand mir PD Dr. rer. nat. Pablo E. Verde zur Seite. In diesem Bereich war für mich kompetente Beratung ganz besonders hilfreich. Herzlichen Dank für die geduldige Anleitung in der Datenverarbeitung.

Ich danke Milena Kivel für Ihre Bemühungen um das Ethikvotum und dafür, mich auf das sehr interessante vakante Promotionsthema aufmerksam gemacht zu haben.

Für die Unterstützung, den Zuspruch und das Verständnis meiner Familie in der Zeit der Datenerhebung möchte ich mich von ganzem Herzen bedanken.

Bei meinen Freunden muss ich mich zudem entschuldigen. Für unzählige abgebrochene oder kurzfristig abgesagte Verabredungen. Wenn plötzlich eine eilige Sectio caesarea anstand, war ich sicher keine zuverlässige Freundin. Trotzdem habt ihr es nicht aufgegeben und immer wieder neue Treffen verabredet! Lieben Dank für Eure Geduld!