

Exposé

Optimierung der CPAP-Entwöhnung auf der Neugeborenenintensivstation – Ein strukturiertes Weaning-Protokoll zur Verbesserung der Patientensicherheit

1. Praxisrelevanz und Einfluss auf Patientensicherheit

Das CPAP-Weaning-Protokoll wurde am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) entwickelt, um die Entwöhnung von kontinuierlichem positivem Atemwegsdruck (CPAP) bei Früh- und Neugeborenen zu standardisieren und die Patientensicherheit zu verbessern. Die Beurteilung der Stabilität während der Entwöhnung, die zuvor stark von der Erfahrung des Pflegepersonals abhängig war, wurde durch das Protokoll vereinheitlicht. Diese Standardisierung trug dazu bei, die Konsistenz der Versorgung zu erhöhen und Fehleinschätzungen zu reduzieren, was insbesondere in Situationen mit Personalwechsel von großer Bedeutung ist. Wir werteten insgesamt 1468 CPAP Weaningtage vor und 1482 CPAP Weaningtage nach der Implementierung aus. Nach der Einführung des Protokolls traten im Durchschnitt nur noch 3,6 (SD 3,7) Bradykardie-Ereignisse auf, vor der Einführung lag dieser Wert bei 4,0 (SD 3,4, $p = 0.044$). Die Anzahl der Sauerstoffsättigungsabfälle verringerte sich ebenfalls signifikant nach der Einführung des Protokolls, mit durchschnittlich 42,4 (SD 38,5) pro Weaningtag im Vergleich zu 45,6 (SD 38,5, $p = 0.026$) vor der Einführung. Wir konnten zeigen, dass nach der Implementierung die klinische Stabilität während der CPAP weaningtage sich damit signifikant verbesserte.

2. Innovation

Das CPAP-Weaning-Protokoll bietet eine klare und intuitive Methode zur Beurteilung der klinischen Stabilität von Frühgeborenen während der Entwöhnung. Besonders innovativ ist die Definition von Weaning-Stufen und Abbruchkriterien, die es ermöglichen, den Entwöhnungsprozess transparent und reproduzierbar zu gestalten. Ein neu entwickeltes visuelles Hilfsmittel, die „Monitorkarte“, zeigt transparent und visuell die Stabilität der Patienten während der CPAP-Pausen an. Diese Innovation erhöht die Übersichtlichkeit und Sicherheit des Weaning-Prozesses.

3. Übertragbarkeit/Fortschritt für die Versorgung

Das Protokoll ist leicht auf andere Neugeborenenstationen übertragbar, da es eine logische und einfache Struktur aufweist. Es kann insbesondere in Kliniken mit ähnlichen Herausforderungen, wie Personalfuktuation und unerfahrenen Mitarbeitenden, zur Anwendung kommen. Die Standardisierung des Weaning-Prozesses führt zu einer besseren Nachvollziehbarkeit von Behandlungsentscheidungen und verbessert die Versorgungsqualität. Aufgrund der klar definierten Handlungsempfehlungen ist es auch für unerfahrenes Personal geeignet und bietet somit eine sichere und praxisnahe Lösung. Wir konnten das Protokoll ohne Modifikationen schon erfolgreich auf unserer Neugeborenen Intermediate Care Station einführen.

4. Umsetzung/Grad der Implementierung

Trotz einiger Verzögerungen und Rückschläge durch die Covid19 Pandemie und Personalengpässe hat sich das CPAP-Weaning-Protokoll seit dem Sommer als fester Bestandteil der täglichen Routine etabliert. Es wurde in die klinischen Visiten integriert und wird vom gesamten interdisziplinären Team gut angenommen. Eine digitale Dokumentation der Weaning-Stufen in der elektronischen Patientenakte wurde ebenfalls implementiert, um die Nachverfolgung des Fortschritts zu erleichtern. Die Dokumentationsfrequenz blieb über den einjährigen Beobachtungszeitraum nach der Implementierung des Protokolls konstant und betrug im Durchschnitt (SD) 1,6 (0,5) dokumentierte Weaning-Stufen pro Patiententag, was die sehr gute und

konsistente Protokoll-Compliance anzeigt und auf eine hohe Akzeptanz des CPAP-Weaning-Protokolls innerhalb des interdisziplinären Teams hin deutet. Schulungsmaterialien, einschließlich einer eLearning-Präsentation, wurden erstellt und alle 36 Mitarbeitenden der Pflege wurden im Rahmen der Implementierung geschult, um die korrekte Anwendung des Protokolls sicherzustellen. Bei neuen Mitarbeitenden werden jetzt die entwickelten Schulungsmaterialien für die Einarbeitung genutzt.

5. Evaluationsergebnisse bzw. Ausblick auf eine nachhaltige Wirksamkeit

Die kontinuierliche Evaluation des CPAP-Weaning-Protokolls zeigte eine hohe Akzeptanz und Compliance im Team. Nach der Implementierung traten Airleak-Syndrome deutlich seltener auf (4% nachher vs. 13% vorher, $p = 0.011$). Außerdem waren die Patienten deutlich stabiler während der Entwöhnung vom CPAP, was darauf hindeutet, dass das Protokoll eine nachhaltige Verbesserung der Patientensicherheit bewirkt hat. Die vergleichbare Dauer der CPAP-Therapie (10,6 Tage (SD 15,2) vs. 11,1 Tage (SD 16,3), $p = 0,569$) und der invasiven Beatmungszeiten (7,9 Tage (SD 10,3) vs. 5,7 Tage (SD 7,3), $p = 0,611$), vor und nach der Protokollimplementierung unterstreicht, dass das Protokoll den Weaning-Prozess strukturierte, ohne die Therapiezeiten unnötig zu verlängern.

Zusammenfassung

Das CPAP-Weaning-Protokoll bietet eine nachhaltige und übertragbare Lösung, die nicht nur die Sicherheit dieses vulnerablen Patientenkollektivs verbessert, sondern auch langfristig zur Standardisierung der Versorgungsprozesse beiträgt. Mit der klaren Struktur und den definierten Abbruchkriterien stellt es eine effektive Methode dar, die auf anderen Neonatologie-Stationen adaptiert werden kann.

Optimierung der CPAP-Entwöhnung auf der Neugeborenenintensivstation – Ein strukturiertes Weaning-Protokoll zur Verbesserung der Patientensicherheit

Einreichende Institution	Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf Sektion für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin Intensivstation für Früh- und Neugeborene Martinistraße 52 D-20246 Hamburg
Projektleitung	Hanna Maruhn - FGKKP, PA Juliane Nowotni - GKKP Mandy Lange - SL, FGKKP Priv. Doz. Dr. med. Philipp Deindl

Hintergrund

Viele Neugeborene, insbesondere Frühgeborene, benötigen zur Atemunterstützung einen kontinuierlichen positiven Atemwegsdruck (engl.: continuous positive airway pressure, CPAP), oft über viele Tage oder sogar Wochen. Die Entwöhnung (engl.: weaning) von CPAP ist ein kritischer Schritt in der Behandlung dieser Patienten und kann auf verschiedene Weisen durchgeführt werden. Aus der Erwachsenenmedizin und von invasiven Beatmungsverfahren ist bekannt, dass strukturierte, protokollbasierte Entwöhnungsstrategien vorteilhaft sein können (Richardson, 2006; Krishnan, 2004). Sie tragen dazu bei, die Dauer der Beatmung zu verkürzen und Komplikationen zu minimieren. Studien zeigen, dass standardisierte Entwöhnungsprotokolle die Gesamtdauer der mechanischen Beatmung im Vergleich zu nicht-protokollierten Methoden signifikant reduzieren können (Blackwood et al., 2014). Auch die Weaning-Dauer und die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation (ICU) können durch protokollbasierte Strategien verkürzt werden (Todd et al., 2012).



Abbildung 1: Binasales CPAP System, das bei Frühgeborenen eingesetzt wird. Im Bild ist die kleine Nasenmaske zu sehen. Über den großen Schlauch strömt das angefeuchtete Atemgas und erzeugt einen kontinuierlichen positiven Druck in den Atemwegen (engl.: continuous positive airway pressure (CPAP)), der dünne Schlauch misst den Atemwegsdruck. An der Mütze werden die Schläuche mittels Klettverschlüssen fixiert.

Die Praxis der CPAP-Entwöhnung bei Neugeborenen variiert international stark und ist oft abhängig von der Personalsituation auf der jeweiligen Station (Chowdhury, 2011). Untersuchungen legen nahe, dass diese Unterschiede sowohl auf organisatorische als auch auf personelle Faktoren zurückzuführen sind (Richardson & Killen, 2006; Krishnan et al., 2004). Grundsätzlich gibt es zwei Ansätze zur CPAP-Entwöhnung: die schrittweise Reduktion des Atemwegsdrucks (Druckentwöhnung) oder die Entwöhnung durch schrittweise verlängerte Pausen vom CPAP. Beide Methoden haben Vor- und Nachteile, und Studien deuten darauf hin, dass sie in Bezug auf Sicherheit und Wirksamkeit vergleichbar sind (Amatya et al., 2017; Lemieux-Bourque et al., 2020). Insgesamt zeigen die wissenschaftlichen Daten deutliche Vorteile strukturierter Weaning-Protokolle, die sowohl die Dauer der Atemunterstützung als auch die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation reduzieren können. Allerdings sind die Vorteile stark abhängig vom klinischen Umfeld und den individuellen Bedürfnissen der Patienten (Mattikalli et al., 2024).

Am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) wurde ein einheitliches CPAP-Weaning-Konzept implementiert, das die Entwöhnung von CPAP bei Früh- und Neugeborenen mittels zyklischer Pausen standardisieren sollte. Bisher wurde das Weaning am UKE individuell und auf Basis der Einschätzung der Pflegekräfte gesteuert. Besonders während der CPAP-Pausen ist die Beurteilung der Atemqualität und die frühzeitige Erkennung von Instabilität von zentraler Bedeutung, um eine respiratorische Insuffizienz zu verhindern und die Sicherheit dieser vulnerablen Patienten zu gewährleisten. Diese klinische Einschätzung war bislang stark von der Erfahrung der Pflegekräfte abhängig.

Wie in vielen Kliniken in Deutschland, sind auch am UKE Personalfuktuation und daraus folgende regelmäßige Einarbeitung neuer, oft unerfahrener Mitarbeiter in komplexe medizinische Abläufe wie das CPAP-Weaning eine Herausforderung. Daher wollten wir eine sichere, nachvollziehbare Methode entwickeln, um den CPAP-Weaning-Prozess sowohl für Pflegende, Ärzt:innen und auch für die Eltern transparenter und sicherer für die Patienten zu gestalten.

Zielsetzung

Ziel dieser Qualitätsverbesserungsinitiative war es, den für Neu- und Frühgeborene kritischen Entwöhnungsprozess von CPAP zu vereinheitlichen. Es sollte ein Protokoll entwickelt und implementiert werden, das die individuelle Beurteilung und Dokumentation der Stabilität der Patienten während der Entwöhnung standardisiert und unabhängig vom Erfahrungsstand des medizinischen Personals machen sollte. Zudem sollte das Protokoll klare Handlungsempfehlungen vorgeben und damit die Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen sowie die Sicherheit für Personal und Patient:innen verbessern.

Material und Methoden

Entwicklung und Implementierung eines strukturieren CPAP-Weaning Protokolls – Schritte und Meilensteine

Das Projekt zur strukturierten CPAP-Entwöhnung bei Früh- und Neugeborenen wurde im August 2020 auf der Neugeborenenintensivstation 5H des UKE initiiert. Das Projektteam bestand aus einer interdisziplinären Arbeitsgruppe von Pflegenden und Ärzt:innen. Abbildung 2 zeigt den zeitlichen Ablauf der Protokollentwicklung und Implementierung mit wichtigen Zwischenschritten und Meilensteinen.

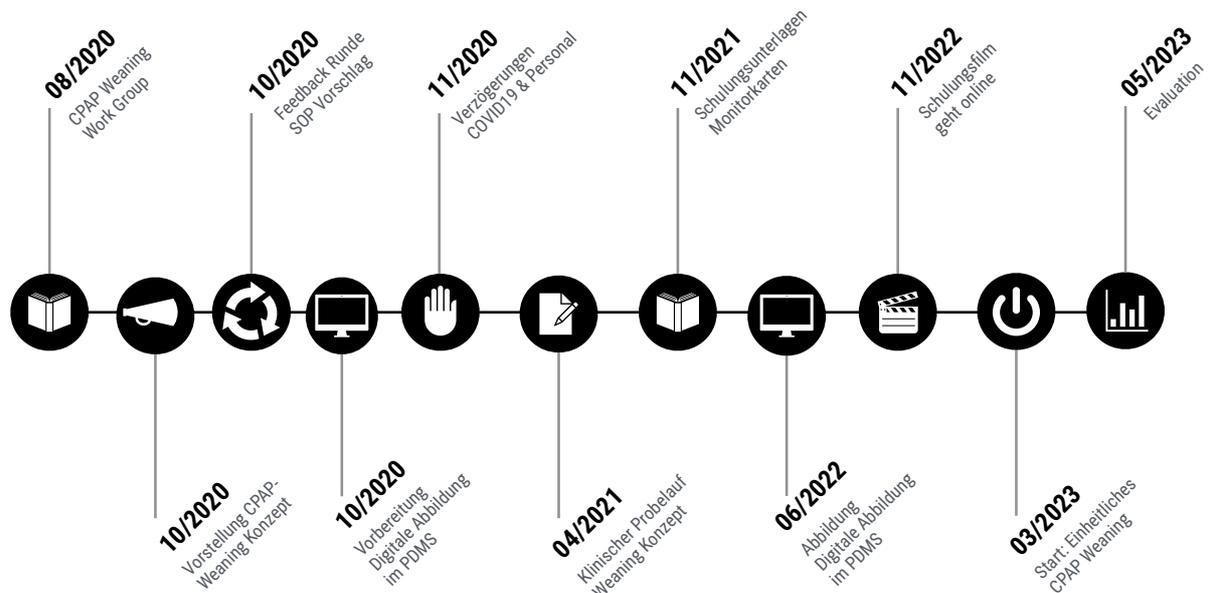


Abbildung 2: Zeitablauf der Schritte und Meilensteine während Implementierung des strukturierten CPAP-Weaning Konzeptes.

Entwicklung des Weaning-Konzeptes und der Schulungsmaterialien

Zu Beginn des Projekts wurde ein umfassendes CPAP-Weaning-Protokoll erstellt, das auf den aktuellsten wissenschaftlichen Erkenntnissen sowie bestehenden Protokollen basierte. Ziel war es, einheitliche Richtlinien für die schrittweise Reduktion der Atemunterstützung bei Früh- und Neugeborenen zu definieren. Parallel zum Protokoll wurden Schulungsmaterialien für das Pflege- und Ärzteteam entwickelt, um das Personal auf den neuen Entwöhnungsprozess vorzubereiten.

Verzögerungen durch COVID-19 und Personalengpässe

Die COVID-19-Pandemie führte zu Verzögerungen im Projektfortschritt, insbesondere bedingt durch Personalausfälle aufgrund von Quarantänemaßnahmen, sowie die passagere Aussetzung von Gruppentreffen im Krankenhausbetrieb. Dadurch verzögerte sich die Schulung und Implementierung des Protokolls, da Ressourcen und Personal zeitweise eingeschränkt waren.

Probelauf und Überarbeitung des Konzeptes

Im Frühjahr 2021 wurde ein erster Probelauf des Weaning-Protokolls durchgeführt. In dieser Phase wurde das Konzept in einer kleinen Kohorte von Patient:innen getestet und die Rückmeldungen des Pflegepersonals und der Ärzt:innen gesammelt. Basierend auf diesen Erfahrungen wurde das Protokoll an verschiedenen Stellen überarbeitet, um die Praktikabilität in der klinischen Routine zu verbessern.

Erstellung und Veröffentlichung einer eLearning Schulung

Um die Einarbeitung neuer Mitarbeiter zu vereinfachen und eine einheitliche Schulung sicherzustellen, wurde eine vertonte eLearning-Präsentation erstellt. Diese erläutert Schritt für Schritt den strukturierten CPAP-Entwöhnungsprozess und dient als zusätzliches Lernmaterial für das Pflege- und Ärzteteam. Das Video wurde im internen Fortbildungsportal des UKE (www.uke.de/picu-nicu) veröffentlicht und ist auch extern zugänglich.

Implementierung des Protokolls in die klinischen Patientensuiten

Nach der Überarbeitung wurde das Protokoll im Sommer 2021 in die tägliche klinische Routine integriert. Es wurde fester Bestandteil der Visiten und diente als Grundlage für Entscheidungen zur Entwöhnung von CPAP bei Früh- und Neugeborenen. Eine laminierte „Monitorkarte“ wurde entwickelt, um die Stabilität der Patient:innen während CPAP-Pausen zu dokumentieren. Diese Monitorkarte hilft bei der Entscheidung, ob die Pause fortgesetzt oder abgebrochen werden sollte (siehe Abbildung 3). Im Anhang ist der detaillierte Algorithmus des Protokolls gezeigt.

STABILITÄTSEWERTUNG			
	STABIL	STABILER TOLERANZBEDARF	INSTABIL
Sauerstoffbedarf % bzw. l/min.	21 % 0l/min.	22-25% bzw. 0,1-0,5 l/min.	> 25 % bzw. > 0,5l/min.
Atemfrequenz	< 60	> 60 (während der Nahrungsgabe für 60 min. nicht relevant)	> 100 (während der Nahrungsgabe für 60 min. nicht relevant)
Atemarbeit	Keine (normale Atmung/gute Atemqualität)	Einziehungen Periodische Atmung Nasenflügeln	2 Anzeichen Atemarbeit, stöhnende Atmung Schaukelatmung
Episoden (innerhalb einer CPAP- Pause bzw. innerhalb einer Stunde)	< 3 schwere < 10 leichte	3 schwere 10 leichte	> 3 schwere > 10 leichte

Startzeit:

Episoden leicht:

○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○

Episoden schwer:

○ ○ ○ ○

Einteilung der Episoden

- **Leicht:** Sauerstoffsättigungsabfall und/oder Bradykardie mit Spontanerholung
- **Schwer:** Sauerstoffsättigungsabfall und/oder Bradykardie, auch Apnoe mit Stimulation (taktile, O2-Flush, manuelle Inspiration)
- **Bedrohlich:** Episoden, die ein Umlagern, ein Bebeuteln oder eine andere massive Stimulation erfordert

Monitorkarte CPAP-Weaning Stand 7/2023

Abbildung 3: Diese Abbildung zeigt die „Monitorkarte“ zur Dokumentation der klinischen Stabilität der Patient während des CPAP-Weanings. Die Stabilität wird anhand mehrerer Parameter überprüft, die in Form von Kreisen dargestellt sind. Sobald alle Kreise abgehakt sind, kann die CPAP-Pause sicher beendet werden. Dieses visuelle Hilfsmittel erleichtert das strukturierte Vorgehen beim Weaning und sorgt für eine klare Übersicht über den Entwöhnungsprozess.

Evaluation und kontinuierliche Anpassung

Während der Implementierung des CPAP-Weaning-Protokolls wurden regelmäßige Feedbackrunden mit dem medizinischen und pflegerischen Team durchgeführt. Diese Rückmeldungen halfen dabei, das Protokoll fortlaufend zu evaluieren und anzupassen. Parallel dazu wurden Patientendaten systematisch erfasst, einschließlich der Dauer der CPAP-Nutzung, der Weaning-Dauer und der Aufenthaltszeit auf der Intensivstation. Diese Datenanalyse war entscheidend, um die Wirksamkeit des Protokolls zu überwachen und Verbesserungen vorzunehmen.

Anpassung der Dokumentation in der elektronischen Patient:innenakte

Um die Datenerfassung und -auswertung zu erleichtern, wurde die Dokumentation der Weaning-Stufen in die elektronische Patient:innenakte integriert (Abbildung 4). Dies ermöglichte eine standardisierte und vollständige Erfassung des gesamten Weaning-Prozesses. Die digitale Dokumentation unterstützte das klinische Team dabei, die Behandlungsschritte und -ergebnisse besser nachzuverfolgen und den Fortschritt der Patienten während des Weaning-Prozesses klarer zu überwachen.

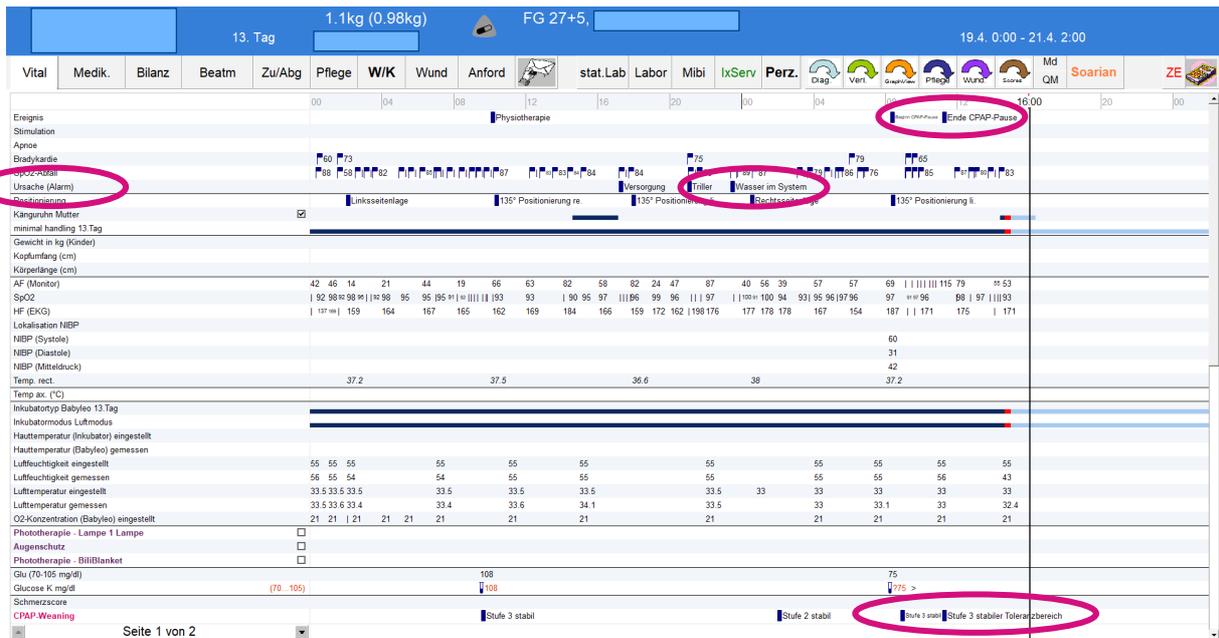


Abbildung 4: Diese Abbildung zeigt die Dokumentation der Vitalparameter (Herzfrequenz, Atemfrequenz, Temperatur) eines Frühgeborenen der 27. Schwangerschaftswoche sowie Ereignisse wie Sättigungsabfälle (SpO₂-Abfälle) und Bradykardien, als Zeichen der Instabilität (ICM, Dräger, Lübeck). In der letzten Zeile wurde die Dokumentation ergänzt durch die neu implementierte Erfassung der Weaning-Stufe. Diese Erweiterung der Dokumentation nach der Einführung des CPAP-Weaning-Protokolls ermöglichte eine genauere Überwachung des Entwöhnungsprozesses und verbesserte die Nachverfolgung kritischer Ereignisse.

Datenanalyse

Für die Analyse der Auswirkungen des CPAP-Weaning-Protokolls wurden zwei Zeiträume definiert: vor der Implementierung (01.03.2022 bis 28.02.2023) und nach der Implementierung (01.03.2023 bis 29.02.2024). Das Protokoll wurde am 01.03.2023 in die klinische Routine eingeführt. Um die Effekte der Protokollimplementierung zu untersuchen, wurden Daten zur CPAP-Entwöhnung, Dauer der Beatmung und Atemunterstützung sowie Verlegungszeitpunkte in beiden Zeiträumen erfasst und verglichen.

Bestimmte Patienten wurden von der Analyse ausgeschlossen: Patienten mit schweren angeborenen Fehlbildungen, Hydrops fetalis, syndromalen Erkrankungen, Asphyxie oder einer kardiopulmonalen Reanimation nach der Geburt, da diese Faktoren den CPAP-Weaning-Prozess erheblich beeinflussen könnten. Die erfassten Patientendaten wurden in Excel-Tabellen organisiert, um eine strukturierte Analyse der demografischen und klinischen Merkmale beider Gruppen durchzuführen. Zu den betrachteten Variablen gehörten das Geburtsgewicht, die Schwangerschaftswoche sowie weitere relevante klinische Parameter. Zusätzlich wurde der Erfahrungsstand des Pflegeteams analysiert, um die Auswirkungen der Teamzusammensetzung auf die Umsetzung des Weaning-Protokolls zu untersuchen. Ein besonderer Fokus lag auf der täglichen Gewichtszunahme bei Patienten, die mehr als 10 Tage CPAP erhielten, um das Gedeihen und den Ernährungsstatus der Kinder während der Behandlung zu bewerten. Um die Stabilität der Patienten in beiden Zeiträumen zu quantifizieren wurden alle in der elektronischen Patientenkurve dokumentierten Sättigungsabfälle, Bradykardien und Stimulationen pro CPAP Patiententag analysiert. Wir schlossen für diese Analyse für beide Behandlungszeiträume jeweils die Patienten am CPAP ein, die korrigiert 30 Schwangerschaftswochen und reifer waren, da ab diesem Reifealter mit dem CPAP-Weaning begonnen wurde. Für den Vergleich kontinuierlicher Variablen zwischen den Gruppen wurde der zweiseitige Wilcoxon-Rangsummen-Test verwendet, während für kategoriale Variablen der zweiseitige Chi-Square-Test zum Einsatz kam. P-Werte <0,05 wurden als statistisch signifikant angesehen, um Unterschiede zwischen den Zeiträumen zu identifizieren.

Patientencharakteristika

Insgesamt wurden die Daten von 344 Patienten analysiert. Die Patientenpopulation war vor (n = 169) und nach der Implementierung des CPAP-Weaning-Protokolls (n = 175) gut vergleichbar. Hinsichtlich des Geburtsgewichts, Geschlechts, Entbindungsmodus und weiterer relevanter Parameter gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Die detaillierten Informationen zu den Patientencharakteristika sind in Tabelle 1 aufgeführt. Diese Vergleichbarkeit der Patientenmerkmale ermöglichte es, die Effekte des Protokolls relativ unabhängig von demographischen Unterschieden zu bewerten.

Tabelle 1: Patientencharakteristika vor und nach der Implementierung eines strukturierten CPAP-Weaning Protokolls.

	Vorher n = 169	Nachher n = 175	P-Wert
Geburtsgewicht (kg)	2.054 (0.998)	2.016 (0.974)	0.719
Small for Gestational Age	8 (5)	18 (10)	0.128
Kopfumfang bei Geburt (cm)	30.4 (4.4)	30.3 (4.0)	0.921
Körperlänge bei Geburt (cm)	43.6 (6.8)	43.3 (6.7)	0.663
Gestationsalter (Tage)	233.1 (31.0)	233.9 (30.6)	0.987
5-Minuten APGAR	8 (1.2)	7.8 (1.5)	0.261
Geburtsmodus, spontan	124 (73)	122 (70)	0.527
Geschlecht weiblich	65 (38)	81 (46)	0.174
Amnioninfektinssyndrom	25 (15)	42 (24)	0.098

Die Werte wurden als Mittelwerte (Standardabweichung) angegeben. Für den Gruppenvergleich kontinuierlicher Variablen wurde der zweiseitige Wilcoxon-Rangsummentest mit Korrektur für Kontinuität verwendet. Diskrete Variablen wurden mithilfe eines zweiseitigen Chi-Quadrat-Tests analysiert. CPAP: Continuous Positive Airway Pressure.

Dokumentation und Protokoll-Compliance

Die Dokumentation der CPAP-Weaning-Stufen ermöglichte eine klare Darstellung der Fortschritte sowie der möglichen Hindernisse im Verlauf des Entwöhnungsprozesses. Dies trug dazu bei, den klinischen Zustand der Patienten und den Grad ihrer Stabilität über die Zeit besser nachzuvollziehbar zu machen. An manchen Tagen wurde nur eine einzige Weaning-Stufe dokumentiert, während an anderen Tagen mehrere Bewertungen bezüglich der Stabilität und des Weaning-Prozesses festgehalten wurden, wie in Abbildung 5 dargestellt. Diese Variabilität in der Dokumentationshäufigkeit verdeutlicht, dass das Protokoll flexibel auf die klinischen Bedürfnisse angepasst wurde, ohne jedoch die allgemeine Compliance und das Engagement des Teams zu beeinträchtigen.

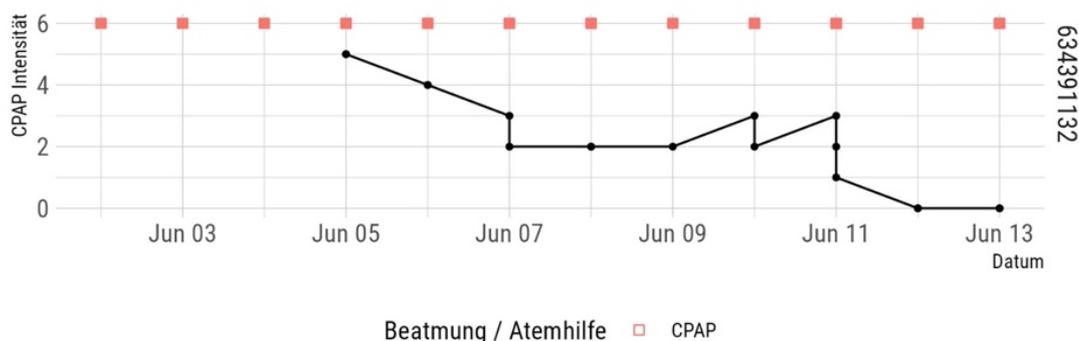


Abbildung 5: Beispiel für die Dokumentation des CPAP-Weaning Fortschritts.

Die Dokumentationsfrequenz blieb über den einjährigen Beobachtungszeitraum nach der Implementierung des Protokolls konstant und betrug im Durchschnitt (SD) 1,6 (0,5) dokumentierte Weaning-Stufen pro Patiententag. Diese relativ konstante Frequenz der Dokumentation unterstreicht die sehr gute und konsistente Protokoll-Compliance und deutet auf eine hohe Akzeptanz des CPAP-Weaning-Protokolls innerhalb

des interdisziplinären Teams hin (Abbildung 6). Die kontinuierliche Dokumentation gewährleistete eine transparente und nachvollziehbare Überwachung des Entwöhnungsprozesses.

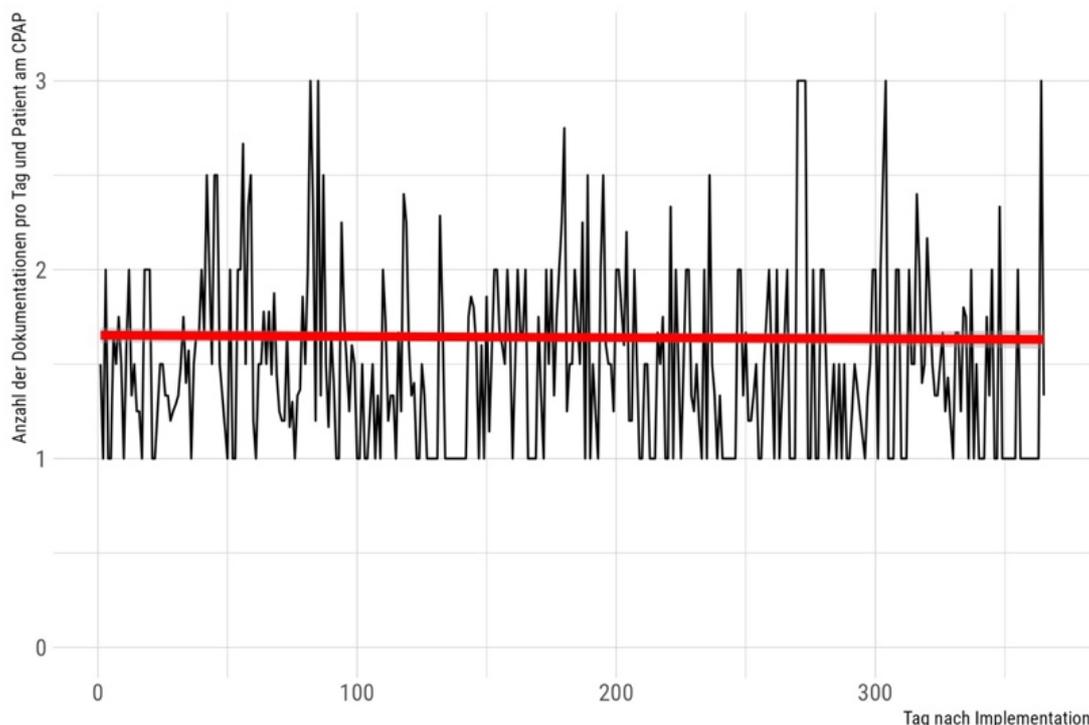


Abbildung 6: Diese Abbildung zeigt die Protokoll-Compliance über einen Zeitraum von einem Jahr nach der Implementierung des strukturierten CPAP-Weaning-Protokolls. Die Compliance wird als die durchschnittliche Anzahl der dokumentierten CPAP-Weaningstufen pro Patiententag dargestellt. Ein stabiles Niveau der Protokollbefolgung wurde über das gesamte Jahr hinweg beobachtet, was auf eine erfolgreiche Integration des Protokolls in die tägliche Praxis hindeutet.

Teamzusammensetzung und Kompetenz

Insgesamt waren 48 Pflegende vor und 47 Pflegende nach der Implementierung im Team der Neugeborenenintensivstation tätig. Die Zusammensetzung des Pflegeteams blieb hinsichtlich der Zusatzqualifikationen der Mitarbeitenden vor und nach der Implementierung des Protokolls vergleichbar (Tabelle 2). Dennoch wurde nach der Einführung des Protokolls zusätzlich unerfahreneres Personal eingestellt. Der Anteil der Teammitglieder mit mehr als fünf Jahren Berufserfahrung (nach den Vorgaben der Qualitätssicherungs-Richtlinie für Früh- und Reifgeborene des Gemeinsamen Bundesausschusses) sank leicht von 16 % auf 13 %, allerdings ohne statistisch signifikanten Unterschied.

Tabelle 2: Zusammensetzung des Pflegeteams vor und nach der Intervention

	Vorher	Nachher	P-Wert
GKKP	19 (35)	20 (36)	1.000
5 Jahre Berufserfahrung nach QFR-RL	9 (16)	7 (13)	0.532
GKKP mit Bachelor of Art / Bachelor of Science	3 (5)	1 (2)	0.611
GKKP in Fachweiterbildung	0 (0)	3 (5)	0.242
GKKP mit abgeschlossener Fachweiterbildung	17 (31)	16 (29)	1.000

Die Werte wurden als Anzahl (%) angegeben. Der Gruppenvergleich wurde mithilfe eines zweiseitigen Chi-Quadrat-Tests analysiert. GKKP: Gesundheits- und Krankenpfleger:in, QFR-RL: Qualitätssicherungs-Richtlinie Früh- und Reifgeborene des Gemeinsamen Bundesausschuss.

Intensivtherapie und Behandlungsergebnisse

Die Analyse der Intensivtherapie zeigte signifikante Unterschiede in der Anwendung von Surfactant in der Erstversorgung. Vor der Implementierung des CPAP-Weaning-Protokolls wurde Surfactant bei 51% der Patienten (SD 30) eingesetzt, während dieser Anteil nach der Implementierung auf 81% (SD 46) anstieg. Ein besonders deutlicher Anstieg war bei der Less-invasive Surfactant Administration (LISA) zu verzeichnen, die nach der Implementierung deutlich häufiger angewendet wurde (14% (SD 8) vs. 52% (SD 30)).

Zudem zeigte sich nach der Implementierung ein signifikanter Rückgang von Komplikationen wie dem Airleak-Syndrom (Luftaustritt aus der Lunge), das vor der Implementierung bei 13% der Patienten (22 Fälle) auftrat und nach der Implementierung nur noch bei 4% (7 Fälle) beobachtet wurde. Andere unerwünschte Behandlungsergebnisse, wie Hirnblutungen, bronchopulmonale Dysplasie sowie Darm- und Augenkomplikationen, traten in beiden Zeiträumen mit ähnlicher Häufigkeit auf.

Die durchschnittliche Dauer der invasiven Beatmung unterschied sich vor und nach der Implementierung nicht signifikant (7,9 Tage (SD 10,3) vs. 5,7 Tage (SD 7,3), $p = 0,611$). Ebenso blieb die Dauer der CPAP-Therapie (10,6 Tage (SD 15,2) vs. 11,1 Tage (SD 16,3), $p = 0,569$) und die Nutzung anderer Atemhilfen identisch. Auch die Zeit bis zur vollständigen Entwöhnung, die Gewichtszunahme während der CPAP-Therapie und die Länge des Aufenthalts auf der Intensivstation blieben in beiden Beobachtungszeiträumen vergleichbar (Tabelle 3).

Stabilität der Patienten während des CPAP Weanings

Wir werteten insgesamt 1468 CPAP Weaningtage vor und 1482 CPAP Weaningtage nach der Implementierung aus und analysierten die Anzahl der dokumentierten Sauerstoffsättigungsabfälle, Bradykardien und die Anzahl der notwendigen Stimulationen durch die Pflegenden (Abbildung 7). Die Analyse zeigte einen Rückgang von Bradykardien und Sauerstoffsättigungsabfällen nach der Implementierung des strukturierten CPAP-Weaning-Protokolls. Nach der Einführung des Protokolls traten im Durchschnitt nur noch 3,6 (SD 3,7) Bradykardie-Ereignisse auf, vor der Einführung lag dieser Wert bei 4,0 (SD 3,4, $p = 0,044$). Die Anzahl der Sauerstoffsättigungsabfälle verringerte sich ebenfalls signifikant nach der Einführung des Protokolls, mit durchschnittlich 42,4 (SD 38,5) pro Weaning-Tag im Vergleich zu 45,6 (SD 38,5, $p = 0,026$) vor der Einführung. Die Anzahl der notwendigen Stimulationen, um die Atmung der Patienten zu unterstützen, blieb pro Weaning Tag nach der Einführung des Protokolls gleich (vorher: 2,2 (SD 2,1), nachher: 2,0 (SD 1,9), $p = 0,317$).

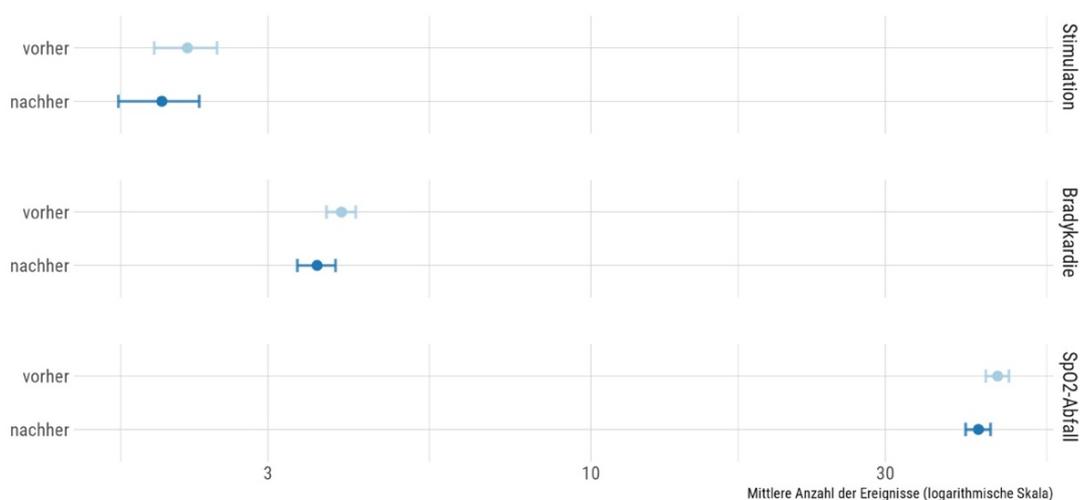


Abbildung 7: Klinische Stabilität vor (hellblau) und nach (dunkelblau) der Protokollimplementierung: Dargestellt sind jeweils die durchschnittliche Anzahl (Punkt) mit 95% Konfidenzintervall von Stimulationen, Bradykardien und Sauerstoffsättigungsabfällen (SpO2-Abfall) während des Weanings vom CPAP.

Tabelle 3: Klinische Outcome Parameter vor vs. nach der Implementierung des strukturierten CPAP Weaning Protokolls

	Vorher n = 169	Nachher n = 175	P-Wert
Erstversorgung			
Intubation	50 (30)	49 (28)	0.591
Less-invasive Surfactant Administration	14 (8)	52 (30)	<0.001
Surfactant Therapie	51 (30)	81 (46)	0.005
Intensivtherapie			
CPAP-Atemhilfe (Tage)	10.6 (15.2)	11.1 (16.3)	0.569
High Flow Nasal Cannula (Tage)	6.6 (6.3)	7.6 (7.5)	0.493
Invasive beatmung (Tage)	7.9 (10.3)	5.7 (7.3)	0.611
Non-invasive intermittente positive pressure ventilation (Tage)	6.3 (5.2)	5.4 (4.6)	0.550
Katecholamintherapie (Tage)	3.0 (2.0)	2.8 (1.6)	0.817
Gewicht bei Weaning Ende	2.309 (0.808)	2.253 (0.857)	0.298
Gewichtszunahme pro Tag bei CPAP Therapie >= 10 Tage (g)	16.3 (9.9)	15.2 (9.8)	0.548
Weaning Dauer (Tage)	15.5 (26.2)	13.3 (22.7)	0.695
Intensivaufenthalt (Tage)	15.7 (24.3)	16.4 (22.3)	0.124
Unerwünschte Outcomeparameter			
Pneumothorax / Pneumomediastinum	22 (13)	7 (4)	0.011
Bronchopulmonale Dysplasie	11 (7)	12 (7)	0.991
Fokale intestinale Perforation	3 (2)	1 (1)	0.581
Nekrotisierende Enterokolitis, chirurgische Therapie	2 (1)	2 (1)	0.999
Intraventrikuläre Blutung (Grad III, III+)	7 (4)	6 (3)	0.949
Persistierender Ductus Arteriosus, chirurgische Therapie	6 (4)	3 (2)	0.566
Persistierender Ductus Arteriosus, medikamentöse Therapie	17 (10)	11 (6)	0.440
Persistierende Pulmonale Hypertension des Neugeborenen	12 (7)	8 (5)	0.605
Periventrikuläre Leukomalazie	2 (1)	1 (1)	0.830
Retinopathia praematurorum (Grad III/IV)	4 (2)	2 (1)	0.649
Tod	1 (1)	0 (0)	0.595

Die Werte wurden als Mittelwerte (Standardabweichung) angegeben. Für den Gruppenvergleich kontinuierlicher Variablen wurde der zweiseitige Wilcoxon-Rangsummentest mit Korrektur für Kontinuität verwendet. Diskrete Variablen wurden mithilfe eines zweiseitigen Chi-Quadrat-Tests analysiert. CPAP: Continuous Positive Airway Pressure.

Diskussion

Die Implementierung eines strukturierten CPAP-Weaning-Protokolls bei Früh- und Neugeborenen auf der Neugeborenenintensivstation des UKE führte zu mehreren Verbesserungen in der Patientenversorgung und den organisatorischen Abläufen.

Optimierung der CPAP-Entwöhnung

Das strukturierte CPAP-Weaning-Protokoll wurde erfolgreich in die täglichen Routinevisiten integriert und ist mittlerweile ein fester Bestandteil der interprofessionellen Entscheidungsfindung. Die hohe Compliance des Teams während des einjährigen Beobachtungszeitraums nach Einführung spiegelt die breite Akzeptanz des Protokolls wider (Abbildung 6).

Erhöhung der Patientensicherheit

Durch das standardisierte Protokoll konnte der Entwöhnungsprozess unabhängig vom Erfahrungsstand des medizinischen Personals durchgeführt werden, was die Konsistenz und Nachvollziehbarkeit der Behandlung sowohl für das medizinische Team als auch für Eltern und Angehörige erhöhte. Die Vereinheitlichung des Entwöhnungsprozesses reduzierte das Risiko von Fehleinschätzungen und Behandlungsfehlern und trug zu einer höheren Zufriedenheit bei. Insbesondere in Situationen mit häufigem Personalwechsel oder der Einarbeitung neuer Mitarbeitender erwiesen sich das Protokoll und die dazugehörigen Schulungsmaterialien als wertvoll.

Auswirkung auf die Intensivtherapie

Studien zeigen, dass protokollbasierte Weaning-Strategien zu einer schnelleren Entwöhnung von Beatmungsverfahren führen können. In unserer Kohorte blieben die Behandlungszeiten für invasive Beatmung und CPAP-Atemhilfen auch nach Protokollimplementierung ähnlich, was wir als erfreuliches Ergebnis werten, da Protokolle prinzipiell ebenfalls zu einer Verlängerung von Entwöhnung führen können. Unser Protokoll hatte offenbar keine negativen Auswirkungen auf die CPAP-Weaning-Dauer, führte aber auch nicht zu einer Beschleunigung des Weaning-Prozesses.

Klinische Stabilität der Patient:innen

Wir konnten eindrucksvoll zeigen, dass die Patienten nach der Implementierung des Protokolls klinisch signifikant stabiler waren als davor. Dies zeigte sich in einem deutlichen Rückgang der Anzahl sowohl der durchschnittlich dokumentierten Bradykardien als auch der Sättigungsabfälle pro CPAP Weaningtag. Während beider Zeiträume werteten wir jeweils über 1400 CPAP Weaningtage aus. Diesen Effekt führen wir auf die durch das Protokoll definierten Abbruchkriterien bei Instabilität der Patienten zurück.

Kontinuierlicher Verbesserungsprozess

Das CPAP-Weaning-Protokoll wurde regelmäßig evaluiert und an aktuelle klinische Erkenntnisse sowie die spezifischen Bedürfnisse der Patienten angepasst. Rückmeldungen des Teams und die Analyse der klinischen Daten ermöglichten es, das Protokoll dynamisch zu optimieren. Mittlerweile sind die entwickelten Schulungsmaterialien fester Bestandteil der Einarbeitung von Pflegekräften und Ärzten.

Praxisrelevanz

Die optimale Methode für das CPAP-Weaning bei Früh- und Neugeborenen bleibt Gegenstand der Diskussion, wobei sowohl die Druckreduktion als auch die zyklische Pausierung von CPAP potenzielle Ansätze bieten. Angesichts der Herausforderungen im Bereich der Neonatologie in Deutschland, wie der Personalfluktuations und der sinkenden Erfahrung im Pflegebereich, bietet die vorgestellte Qualitätsverbesserungsinitiative einen praxisnahen Ansatz zur Strukturierung und Vereinfachung des Weaning-Prozesses bei diesen vulnerablen Patienten. Das Protokoll strukturierte und vereinheitlichte das klinische Vorgehen und verbesserte die tägliche Dokumentation und Vergleichbarkeit der klinischen Stabilität der Patienten.

Innovation

Das vorgestellte CPAP-Weaning-Protokoll bietet eine klare und intuitive Methode zur klinischen Beurteilung der Stabilität von Frühgeborenen während des Weaning-Prozesses. Insbesondere die Definition von Abbruchkriterien und die genaue Festlegung von Weaning-Stufen und ein genauer Handlungsalgorithmus (siehe Anhang) stellen eine innovative Herangehensweise dar. In unserer Kohorte zeigte sich eine signifikante Reduktion von Airleak-Syndromen, wie Pneumothoraces. Ein kausaler Zusammenhang kann jedoch aufgrund des Studiendesigns nicht eindeutig postuliert werden. Verschiedene Faktoren wie die vermehrte Anwendung der LISA-Therapie oder die vermehrte Surfactanttherapie könnten zu diesem Effekt ebenfalls beigetragen haben.

Übertragbarkeit

Das vorgestellte CPAP-Weaning-Protokoll ist einfach, logisch und unserer Einschätzung nach, ohne großen Aufwand auf andere Neugeborenenstationen verschiedener Versorgungslevel übertragbar. Es bietet auch unerfahrenem Personal Sicherheit und Struktur bei der Entwöhnung von CPAP.

Grad der Implementierung und nachhaltige Wirksamkeit

Seit der Einführung hat sich das CPAP-Weaning-Protokoll als fester Bestandteil des klinischen Alltags etabliert. Die Weaning-Stufen werden täglich im Rahmen der Visiten evaluiert und interdisziplinär festgelegt. Durch die objektive Beurteilung der Stabilität der Patienten konnte eine rasche und zielgerichtete Anpassung der Atemunterstützung gewährleistet werden. Die Weaning-Stufen werden täglich im Patientendokumentationssystem festgehalten, was zur Sicherstellung der Nachhaltigkeit beiträgt. Die kontinuierlich hohe Compliance des Teams verdeutlicht den langfristigen Erfolg der Protokollimplementierung.

Zusammenfassung und abschließende Einschätzung des CPAP-Weaning Protokolls

Die Implementierung des strukturierten CPAP-Weaning-Protokolls führte nicht zu einer Verlängerung der CPAP-Therapie und auch die Zeit an invasiver Beatmung blieb unverändert. Dagegen sahen wir eine signifikante Reduktion von unerwünschten Komplikationen wie Airleak-Syndromen. Außerdem waren die Patienten nach der Implementierung deutlich stabiler während des CPAP-Weanings mit weniger Sauerstoffsättigungsabfällen und Bradykardien. Diese Ergebnisse zeigen, dass das Protokoll durch seine klare Struktur, die Definition von Abbruchkriterien und Weaning-Stufen sowie durch die Vereinfachung komplexer Abläufe zur Erhöhung der Patientensicherheit und zur Standardisierung der Versorgung beigetragen hat.

Insgesamt hat sich das Weaning-Protokoll im klinischen Alltag nachhaltig etabliert, die Akzeptanz durch das interdisziplinäre Team ist unverändert hoch, wie die konstante Dokumentationshäufigkeit der Weaning-Stufen zeigt. Angesichts der aktuellen Herausforderungen in der Neugeborenenintensivpflege bietet unser Protokoll ein strukturiertes Vorgehen als zeitgemäße, praktische, übertragbare Lösung, die auch auf andere Kliniken und Stationen angewendet werden kann, um eine einheitliche und sichere Entwöhnung von CPAP bei Neu- und Frühgeborenen zu ermöglichen.

Referenzen

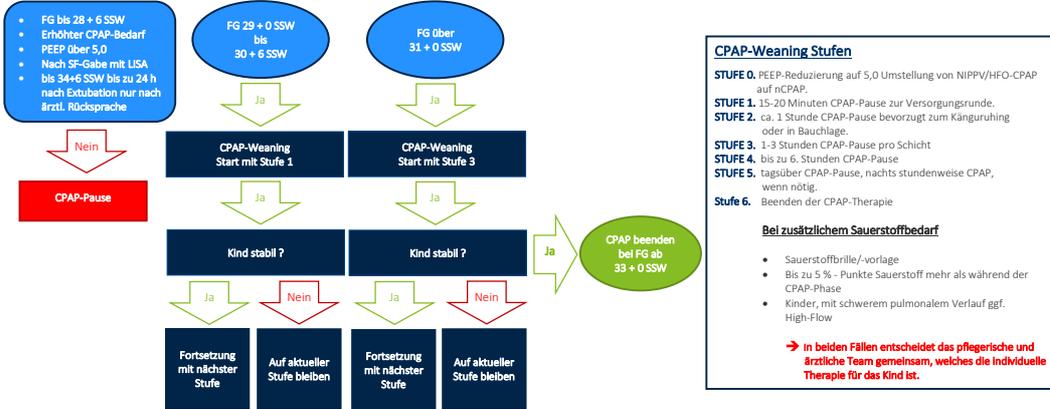
- Amatya, S., Macomber, M., Bhutada, A., Rastogi, D., & Rastogi, S. (2017). Sudden versus gradual pressure wean from Nasal CPAP in preterm infants: a randomized controlled trial. *Journal of Perinatology*, 37(6), 662-667. <https://doi.org/10.1038/jp.2017.10>.
- Blackwood, B., Burns, K., Cardwell, C., & O'Halloran, P. (2014). Protocolized versus non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients. *The Cochrane database of systematic reviews*, 11, CD006904. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006904.pub3>.
- Chowdhury, O., Wedderburn, C., Duffy, D., & Greenough, A. (2011). CPAP review. *European Journal of Pediatrics*, 171, 1441-1448. <https://doi.org/10.1007/s00431-011-1648-6>.
- Krishnan, J., Moore, D., Robeson, C., Rand, C., & Fessler, H. (2004). A prospective, controlled trial of a protocol-based strategy to discontinue mechanical ventilation. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 169(6), 673-678. <https://doi.org/10.1164/RCCM.200306-761OC>.
- Lemieux-Bourque, C., Piedboeuf, B., Fontela, P. S., Bornais, K., & Beltempo, M. (2020). Pressure versus Sudden Wean from Nasal Continuous Positive Airway Pressure in Preterm Infants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neonatology*, 117(5), 537-544. <https://doi.org/10.1159/000507863>.
- Mattikalli, S. N., Wisecup, K., Stephens, H., Donnelly, A., Erkinger, J., Pradhan, S., & Amatya, S. (2024). Implementation of Nasal CPAP Weaning Guidelines in Preterm Infants. *Respiratory Care*, respcare.11915. <https://doi.org/10.4187/respcare.11915>. Epub ahead of print.
- Richardson, A., & Killen, A. (2006). How long do patients spend weaning from CPAP in critical care?. *Intensive & Critical Care Nursing*, 22(4), 206-213. <https://doi.org/10.1016/J.ICCN.2005.05.007>.
- Todd, D. A., Wright, A., Broom, M., Chauhan, M., Meskell, S., Cameron, C., et al. (2012). Methods of weaning preterm babies <30 weeks gestation off CPAP: a multicentre randomised controlled trial. *Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition*, 97(4), F236-F240. <https://doi.org/10.1136/adc.2011-300133>.

Kontaktinformation

Mandy Lange
 Stationsleitung, Fachgesundheits- und Kinderkrankenpflege
 Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
 Station 5H – Intensivstation für Früh- und Neugeborene
 Martinistraße 52, D-20246 Hamburg
 Telefon: +49 (0) 40 7410-20421
 Telefax: +49 (0) 40 7410-56573
 E-Mail: manlange@uke.de

Priv. Doz. Dr. med. Philipp Deindl
 Geschäftsführender Oberarzt
 Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
 Sektion Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin
 Martinistr. 52, D-20246 Hamburg
 Telefon: +49 152 22817959
 E-Mail: p.deindl@uke.de

Anhang



CPAP-Wearing Stufen

STUFE 0. PEEP-Reduzierung auf 5,0 Umstellung von NIPPV/HFO-CPAP auf CPAP.

STUFE 1. 15-20 Minuten CPAP-Pause zur Versorgungsrunde.

STUFE 2. ca. 1 Stunde CPAP-Pause bevorzugt zum Künguruhiung oder in Bauchlage.

STUFE 3. 1-3 Stunden CPAP-Pause pro Schicht

STUFE 4. bis zu 6. Stunden CPAP-Pause

STUFE 5. tagsüber CPAP-Pause, nachts stundenweise CPAP, wenn nötig.

Stufe 6. Beenden der CPAP-Therapie

Bei zusätzlichem Sauerstoffbedarf

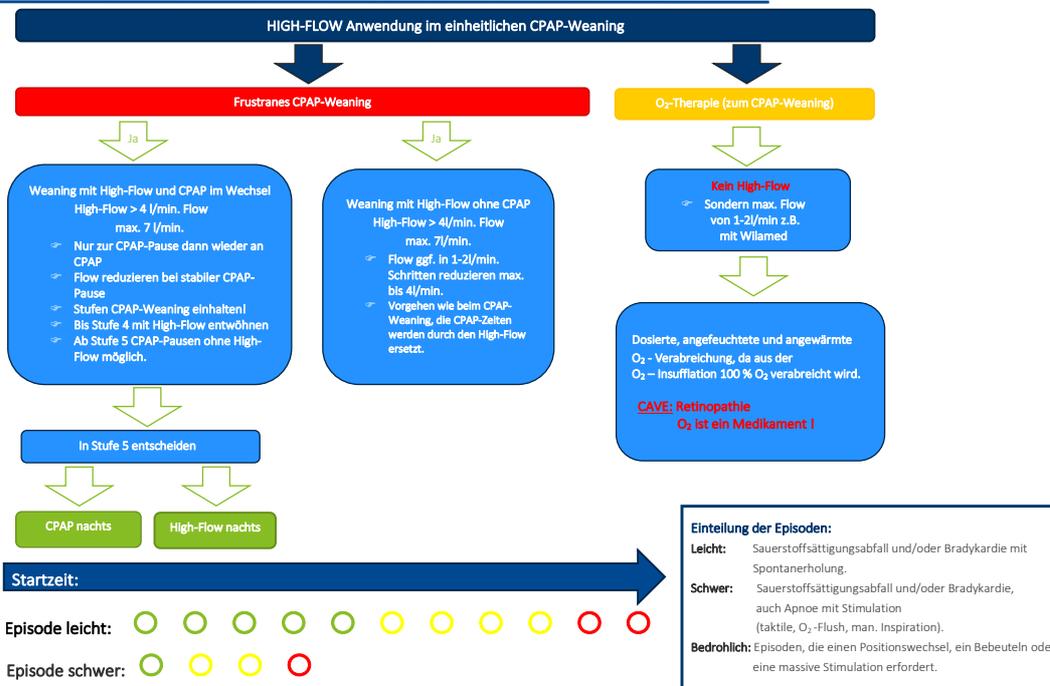
- Sauerstoffbrille/-vorlage
- Bis zu 5% - Punkte Sauerstoff mehr als während der CPAP-Phase
- Kinder, mit schwerem pulmonalem Verlauf ggf. High-Flow

→ In beiden Fällen entscheidet das pflegerische und ärztliche Team gemeinsam, welches die individuelle Therapie für das Kind ist.

STABILITÄTSEBWEURUNG	STABIL	STABILER TOLERANZBEREICH	INSTABIL
Sauerstoffbedarf % bzw. l/Min.	21 % 0 l/Min.	22-25 % bzw. 0,1-0,5 l/Min.	> 25 % bzw. >0,5 l/Min.
Atemfrequenz	< 60	>60 (während Nahrungverabreichung für 60 Min. nicht relevant)	>100 (während der Nahrungverabreichung für 60 Min. nicht relevant)
Atemarbeit	Keine (normale, Atmung/gute Atemqualität)	Einziehungen Periodische Atmung Nasenflügel	2 Anzeichen Atemarbeit, stöhnende Atmung Schaukelatmung
Episoden (Innerhalb einer CPAP-Pause bzw. Innerhalb einer Stunde)	<3 schwere <10 leichte	3 schwere 10 leichte	>3 schwere >10 leichte

CPAP-AG/Monitorkarte CPAP-Wearing 10.2023

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf



Detaillierter Entscheidungsalgorithmus zum CPAP Wearing bei Frühgeborenen und Neugeborenen am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf.

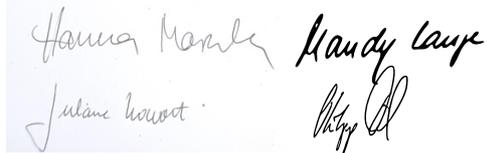
Formlose Erklärung zum Interessenskonflikt

Hiermit erklären die Autoren:

- Hanna Maruhn - FGKKP, PA
- Juliane Nowotni - GKKP
- Mandy Lange - SL, FGKKP
- Priv.-Doz. Dr. med. Philipp Deindl

dass keinerlei Interessenkonflikte im Zusammenhang mit der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit bestehen. Alle Autoren versichern, dass keine finanziellen oder persönlichen Verbindungen zu anderen Parteien bestehen, die die inhaltliche Gestaltung oder Ergebnisse der Arbeit beeinflusst haben könnten.

Hamburg, 11.10.2024



Hanna Maruhn Mandy Lange
Juliane Nowotni Philipp Deindl