

Gynäkologie 2021 · 54:428–434
<https://doi.org/10.1007/s00129-021-04804-6>
 Angenommen: 9. April 2021
 Online publiziert: 4. Mai 2021
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

Redaktion

R. Felberbaum, Kempten
 M. Sauter, Kempten



Arne Simon¹ · Michael Zemlin² · Martina Geipel² · Barbara Gärtner³ · Jakob Armann⁴ · Sascha Meyer²

¹ Pädiatrische Onkologie und Hämatologie, Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar, Deutschland

² Allgemeine Pädiatrie und Neonatologie, Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar, Deutschland

³ Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene (IMMH), Universität und Universitätsklinikums des Saarlandes, Homburg/Saar, Deutschland

⁴ Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Technische Universität Dresden, Dresden, Deutschland

Hygienestandards auf einer neonatologischen Intensivstation

Hintergrund

Neugeborene, die auf einer neonatologischen Intensivstation (NICU) behandelt werden, sind besonders gefährdet für nosokomiale Infektionen [1–3]. Die Gründe hierfür sind multifaktoriell. Aufseiten der Früh- und Neugeborenen besteht eine Unreife verschiedener Komponenten der Infektionsabwehr. Die Epidermis- und Schleimhautbarriere sehr unreifer Frühgeborener (Geburtsgewicht < 1500 g, „very low birth weight“, VLBW) in den ersten Lebenswochen ist durchlässiger für Krankheitserreger. Unspezifische Barrieren (z. B. der intakten Haut oder der Atemwege) werden durch invasive Maßnahmen der Intensivtherapie (Katheter, Drainagen, Intubation) durchbrochen. Zudem wird das intensivmedizinisch behandelte Kind im Verlauf mannigfacher Kontakte (Hände!) mit Erregern aus der Umgebung der NICU besiedelt, die bei reifen, zu Hause betreuten Neugeborenen nicht vorkommen. Hinzu kommt der Selektionsdruck durch breit wirksame Antibiotika, durch den sich das Mikrobiom des Kindes verändert. Durch die nicht zu verhindernde Besiedlung des Kindes mit potentiellen Infektionserregern aus dem Krankenhausumfeld besteht gleichzeitig ein erhöhtes Risiko für eine Besiedlung mit multiresistenten Bakterien. In diesem Umfeld bildet sich das Mikrobiom nicht vorrangig aus Bakterien, die ihren Ursprung in der Besiedlung der Mutter haben, sondern es

kommen häufig Bakterien aus der Krankenhausumgebung hinzu.

Leitlinien und interne SOPs

Die Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO [Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention]) beim Robert-Koch-Institut [4–7] stellen einen im § 23 des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) mandatierten Handlungsrahmen bereit, innerhalb dessen die Krankenhaushygiene und Infektionsprävention vor Ort organisiert werden soll. Sein übergeordnetes Vorhandensein garantiert jedoch keineswegs die nachhaltige Implementierung in der klinischen Praxis [8]. Die vor Ort vorhandenen klinikinternen SOPs („standard operating procedures“) sollen an aktuelle KRINKO-Empfehlungen angepasst werden. Zu einzelnen speziellen Themen gibt es zudem ergänzende Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie (DGPI; [9, 10]).

» Die aktive Beteiligung an der Erstellung interner SOPs erhöht die Wahrscheinlichkeit der Umsetzung

Wenn alle Entscheidungsträger und das Hygienefachpersonal von Beginn an in

die Erstellung von internen SOPs aktiv einbezogen werden, erhöht dies die Wahrscheinlichkeit der späteren Umsetzung (IKEA-Effekt; [11]). Die Einführung von neuen oder überarbeiteten internen SOPs sollte von fallbezogenen und möglichst interaktiven Fortbildungsangeboten begleitet werden, an deren Planung und Durchführung sich das Hygienefachpersonal beteiligen sollte.

Einzelne evidenzbasierte (oder zumindest plausibel belegte) Maßnahmen der Infektionsprävention werden in Präventionsbündeln zusammengefasst, um die Implementierung und nachhaltige Umsetzung zu erleichtern [12–15]. Im Folgenden wird auf Besonderheiten in dieser besonders vulnerablen Patientengruppe eingegangen.

Prävention gefäßkatheter-assoziiertter Infektionen (CLABSI)

Eine Auswahl von Maßnahmen, die zur Prävention von CLABSI beitragen, fasst **Tab. 1** zusammen [4, 12, 13, 15].

Prävention beatmungs-assoziiertter Pneumonien (VAP)

Eine Auswahl von Maßnahmen zusammen, die zur Prävention von VAP bei Früh- und Neugeborenen beitragen, fasst **Tab. 2** zusammen [14–21].

Tab. 1 Komponenten eines CLABSI(gefäßkatheterassoziierte Infektionen)-Präventionsbündels in der Neonatologie [4]
Indikation und Notwendigkeit der weiteren Verwendung zentralvenöser Zugänge tgl. überprüfen, Liegedauer möglichst kurz halten
Maximale Barrierevorkehrungen bei der Anlage eines zentralvenösen Katheters (meist perkutaner Einschwenkkatheter oder Nabelvenenkatheter)
Händedesinfektion vor jeder Manipulation
Gezielte Hautantiseptik ^a bei Anlage und bei jedem Verbandswechsel
Vieraugenprinzip bei Anlage, Verbandswechsel, Systemwechsel
Steriler transparenter Folienverband, Routinewechsel erst nach mind. 7 Tagen
Antiseptische Behandlung von Hubs und Zuspritzstellen vor jeder Manipulation mit Alkoholtüchern (z. B. Isopropanol 70 %/Chlorhexidin 2 %; keine Sprühdeseinfektion im Inkubator!)
Systemwechsel max. alle 96 h (ggf. 0,2-µm-Partikel- und Bakterienfilter mit 96 h Standzeit und Endotoxinrückhalt) ^b
Streng aseptisches Arbeiten bei der Rekonstitution und Zubereitung von Parenteralia, Herstellung komplexer Mischinfusionen im Reinraum (Apotheke)
^a Bei VLBW („very low birth weight“)-Frühgeborenen den ersten 14 Lebenstagen Octenidin 0,1 %, Einwirkzeit mindestens 1 min; danach Octenidin 0,1 %/Isopropanol 70 %
^b Wenn komplexe Mischinfusionen nicht im Reinraum der Apotheke hergestellt werden

Kolonisationscreening

Das von der KRINKO empfohlene wöchentliche Kolonisationscreening [1, 5, 6, 22] wird nach den Ergebnissen eines aktuellen Surveys [8] von den meisten NICUs konsequent umgesetzt. Die hieraus gewonnenen Befunde zur Besiedlung mit MRE (multiresistente Erreger) werden bei der Auswahl der empirisch eingesetzten Antibiotikatherapie der Late-onset-Sepsis genutzt [23], was keinesfalls zwingend zu einem häufigeren Einsatz von Reserveantibiotika führt [24]. Dieses Instrument dient auch zur frühzeitigen Erkennung von nosokomialen Übertragungen. Die Besiedlung mehrerer Patienten mit dem gleichen Erreger darf jedoch nicht mit einem Ausbruch verwechselt werden, für den mindestens 2 Infektionen in einem epidemiologischen Zusammenhang Voraussetzung sind [25].

» Probleme bestehen nach wie vor durch Personalmangel und/oder baulich-funktionelle Limitationen

Erhebliche Probleme ergeben sich in vielen NICUs weiterhin aufgrund von Personalmangel und/oder baulich-funktionellen Limitationen. Mitunter kann daher keine angemessene Isolierung

oder Kohortierung der Patienten erfolgen, die mit bestimmten MRE besiedelt oder infiziert sind [8, 26]. Zurzeit wird eine prospektive, Cluster-randomisierte, multizentrische Studie zur Klärung der Frage durchgeführt, ob bei der Kontaktisolierung von Neugeborenen, die mit 2MRGN NeoPäd (multiresistente gramnegative Erreger, die eine Betalaktamase mit erweitertem Wirkspektrum bilden) besiedelt sind, Standardhygienemaßnahmen zur Vermeidung nosokomialer Übertragungen ausreichen (Studienleiter Prof. Dr. Christoph Härtel, Würzburg).

Gegenstand intensiver Diskussionen (auch zwischen Geburtshelfern und Neonatologen) ist die Empfehlung der KRINKO zur mikrobiologischen Untersuchung von Schwangeren mit drohender Frühgeburt [5]. Entsprechende Besiedlungsdaten der Mutter können sich – beispielsweise bei einer Besiedlung mit MRGN – auf die empirische Therapie des Neugeborenen bei Verdacht auf eine Early-onset-Sepsis auswirken [27, 28]. Ist die Schwangere MRSA (Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*)-besiedelt¹, stellt sich zum einen die Frage nach der bestmöglichen perioperativen Antibiotikaphylaxe bei Sectio. Des Weiteren kann sich – bei fehlender Kenntnis –

¹ Auch in Kliniken der Gynäkologie und Geburtshilfe sollte es definierte Indikationen für ein MRSA-Aufnahmescreening geben.

Tab. 2 Komponenten eines VAP(beatmungsassoziierte Pneumonie)-Präventionsbündels in der Neonatologie
Einsatz nichtinvasiver Methoden der Atemunterstützung und tgl. Überprüfung der Beatmungsindikation, frühe Extubation anstreben
Akzidentelle Tubusdislokationen mit der Notwendigkeit der Reintubation vermeiden
Händedesinfektion plus saubere Einmalhandschuhe vor jeder Manipulation am Beatmungssystem
Wenn möglich: leichte Oberkörperhochlagerung (30°)
Kondenswasser im Beatmungssystem vor jeder Umlagerung des Patienten ablassen
Wechsel der Beatmungsschläuche im Regelfall alle 7 Tage (solange funktionstüchtig und nicht sichtbar verunreinigt)
Geschlossene Absaugsysteme oder sterile Absaugkatheter (sterile Handschuhe, sterile Kochsalzlösung) beim offenen Absaugen
Mundpflege alle 2–4 h (keine Antiseptika, sondern steril filtriertes oder abgekochtes Wasser; kein Tee, kein stilles Mineralwasser)

nicht nur eine MRSA-Übertragung auf das Neugeborene, sondern auch eine nosokomiale Ausbreitung innerhalb der NICU ereignen [29].

Muttermilch und Formulanahrung

Muttermilch kann bakterielle und virale Erreger enthalten, die auf das Neugeborene und (bei ungeschütztem Kontakt) auch auf das Personal übertragen werden können. Das gilt auch für die Verabreichung von Muttermilch (oder Formulanahrung) über eine Magensonde mit Hilfe von Einmalspritzen, weshalb hier zusätzlich zur hygienischen Händedesinfektion das Tragen von sauberen Einmalhandschuhen empfohlen wird [30]. Insofern benötigen Kinderkliniken nicht nur für Formulanahrung und Sondenkost, sondern auch für den Umgang mit abgepumpter Muttermilch einen Hygienestandard.

Wasserbäder („Flaschenwärmer“) zum Aufwärmen der Nahrung sind obsolet. In Pulverform vom Hersteller gelieferte Formulanahrung für Neugeborene ist nicht steril, sondern kann bei Einhaltung der Richt- und Warnwerte mit Bakterien kontaminiert sein. Besonders

kritisch ist in diesem Zusammenhang die Kontamination von Formulanahrung mit dem Erreger *Cronobacter* (vormals *Enterobacter*) *sakazakii*, der durch seine Temperaturtoleranz den Herstellungsprozess überlebt und bei Neugeborenen eine Sepsis mit Meningitis auslösen kann. Daher wird für VLBW-Frühgeborene die Verwendung steriler Formulanahrung empfohlen.

Ausbruchserkennung und -management

Infektionsausbrüche in der NICU unterscheiden sich mitunter ganz wesentlich von entsprechenden Ereignissen in der Erwachsenenmedizin [29, 31–33]. Darauf muss das lokale Ausbruchsteam vorbereitet sein.

Clostridioides difficile

Die pädiatrispezifischen Besonderheiten der *C.-difficile*-assoziierten Infektionen im Kindesalter [34] wurden in der entsprechenden KRINKO-Empfehlung berücksichtigt [35].

Aus krankenhaushygienischer Sicht ist es wichtig zu beachten, dass ein hoher Anteil von intensivmedizinisch behandelten Früh- und Neugeborenen toxinbildende *C. difficile* ausscheidet, ohne dass es (bis etwa zum Alter von 13 Monaten) zu einer hiermit assoziierten Erkrankung kommt [36]. Obwohl eine Übertragung auf ältere Patienten der NICU bzw. gemischten pädiatrischen Intensivstation prinzipiell möglich ist, wurde bisher nicht über entsprechende Ausbrüche berichtet [37].

SARS-CoV-2

Im Register für stationär behandelte Kinder und Jugendliche mit SARS-CoV-2 („severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“-Infektion der DGPI (koordiniert von Dr. Jakob Armann und Prof. Dr. Reinhard Berner, Dresden) sind bis zum 24. Januar 2021 von insgesamt 902 vollständig dokumentierten Verläufen bei Kindern 9 % Neugeborene ($n = 82$; entspricht 23 % der unter 1 Jahr alten Kinder). Zehn (13 %) sind Frühgeborene, das Geschlechterverhältnis ist

ausgeglichen. Lediglich 17 (20 %) der Neugeborenen waren während des gesamten stationären Aufenthaltes asymptomatisch, während die übrigen vor allem Fieber und/oder obere Atemwegs-symptome zeigten. Allerdings konnte auch bei immerhin 8 Kindern zusätzlich eine bakterielle Infektion (Blutstrominfektion/Pyelonephritis) nachgewiesen werden. Die große Mehrheit (83 %) konnte bereits ohne Folgeschäden wieder entlassen werden. Zu diesem Thema sind interdisziplinäre Konsensempfehlungen der Fachgesellschaften erarbeitet worden [38, 39]. Intrauterin/intrapartal exponierte Neugeborene auf der NICU sollten mit den entsprechenden Schutzmaßnahmen versorgt werden, um eine Transmission innerhalb der NICU zu vermeiden. Neugeborene SARS-CoV-2-positiver Mütter werden nur dann von ihrer Mutter getrennt, wenn der Gesundheitszustand der Mutter oder des Kindes so kritisch ist, dass ein Rooming-in mit zusätzlichen Schutzmaßnahmen nicht realisiert werden kann [38, 39].

Die NICU gehört zu den klinischen Abteilungen, deren Patienten und Mitarbeiter besonders konsequent vor einem vermeidbaren Eintrag von SARS-CoV-2 geschützt werden müssen (hoch vulnerable Bereiche). Das Patientenaufkommen von Level-1-NICUs ist zum größten Teil nicht elektiv steuerbar, und die Kontinuität der intensivmedizinischen Behandlung Früh- und Neugeborener muss auch während der Pandemie gewährleistet bleiben. SARS-CoV-2-Infektionen beim Behandlungsteam könnten diese kritische Infrastruktur [40, 41] sehr rasch in Bedrängnis bringen. Dies gilt auch für SARS-CoV-2-Nachweise bei Patienten oder Eltern, weil diese ein komplexes Kontakt-Tracing und ggf. Quarantäne-Verordnungen nach sich ziehen [42].

Im Universitätsklinikum des Saarlandes wird der Zugang zur NICU nur noch einem definierten Kreis von absolut notwendigen Mitarbeitern erlaubt. Das Personal wird mit einem PCR (Polymerasekettenreaktion)-basierten Pooling-Verfahren wöchentlich auf SARS-CoV-2 getestet [43]. Organisatorisch schwieriger zu realisieren ist die SARS-CoV-2-Testung bei den Eltern der Kinder, die nicht als Besucher gel-

Gynäkologe 2021 · 54:428–434
<https://doi.org/10.1007/s00129-021-04804-6>
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

A. Simon · M. Zemlin · M. Geipel ·
 B. Gärtner · J. Armann · S. Meyer

Hygienestandards auf einer neonatologischen Intensivstation

Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden einige Besonderheiten der Infektionsprävention bei intensivmedizinisch behandelten Früh- und Neugeborenen dargestellt. Ergänzend finden sich Hinweise zum krankenhaushygienischen Management der SARS-CoV-2 („severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“-Pandemie und zur Antibiotic Stewardship in der neonatologischen Intensivmedizin.

Schlüsselwörter

Frühgeborene · SARS-CoV-2 · Antimicrobial Stewardship · *Clostridioides difficile* · Gastrointestinales Mikrobiom · Nosokomiale Infektion · Präventionsbündel

Infection prevention in neonatal intensive care units

Abstract

This article focuses on particular aspects of infection prevention concerning the treatment of high-risk neonates in a neonatal intensive care unit (NICU). Furthermore, some aspects regarding severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) prevention and management in this setting are included. In addition we emphasize the important role of antibiotic stewardship in the NICU.

Keywords

Preterm infants · SARS-CoV-2 · Antimicrobial stewardship · *Clostridioides difficile* · Gastrointestinal microbiome · Nosocomial infection · Preventive bundle

ten, sondern deren Anwesenheit auf der NICU zu definierten Zeiten erforderlich ist. Auch diese werden mindestens einmal pro Woche gescreent. Selbstverständlich dürfen symptomatische Eltern die NICU nicht betreten und alle tragen zusätzlich zur hygienischen Händedesinfektion einen medizinischen Mund-Nasen-Schutz. Interessanterweise wirkt

Hier steht eine Anzeige.



sich die strikte Beachtung der „Corona-Regeln“ im Krankenhaus (und der AHA + L[Abstand, Hygiene, Alltagsmaske + Lüften]-Regeln außerhalb des Krankenhauses!) günstig auf die Inzidenz anderer (nosokomialer) viraler Atemwegsinfektionen bei Frühgeborenen aus. Dies gilt insbesondere für Atemwegsinfektionen durch RS(„respiratory syncytial“)- und Influenzaviren [44].

Antibiotic Stewardship (ABS) in der Neonatologie

Die Zunahme multiresistenter Infektionserreger und die unerwünschten Effekte einer breit wirksamen, prolongierten Antibiotikatherapie bei Neugeborenen haben dazu geführt, dass die Indikationsstellung zur Behandlung mit Antibiotika zunehmend kritisch analysiert und ggf. einer infektiologisch fundierten Neubewertung unterzogen wird. Infektionsprävention und ABS sollten sich gegenseitig ergänzen.

» Infektionsprävention und ABS sollten sich gegenseitig ergänzen

Der zu breite und unangemessen lange Einsatz von Antibiotika kann negative Konsequenzen für den Patienten selbst [45–49] und für das Erreger- und Resistenzprofil der NICU haben [50–52]. Mikrobiomstudien zeigen, dass der Einsatz von Antibiotika im frühen Kindesalter mit langfristigen unerwünschten Effekten assoziiert ist [53–55]. Selbstverständlich gibt es Neonatologen, die Antibiotika im stationären Setting restriktiv, gezielt und leitlinienkonform einsetzen [56–58]. Insgesamt kann jedoch davon ausgegangen werden, dass mindestens 30 % der Antibiotikaanwendungen in diesem klinischen Setting nicht indiziert sind oder nicht adäquat erfolgen [59–62]. Im klinischen Alltag ist die Verordnung von Antibiotika „Tageschäft“. Oft kommen dabei Regime zur Anwendung, die lange tradiert sind („Haben wir schon immer so gemacht“) oder für die keine klare Evidenz, sondern lediglich eine abteilungsinterne „Verschreibungsetikette“ besteht („Der

Oberarzt will das so“; [63]). Eine nachhaltige Verbesserung der bisherigen Praxis erfordert eine grundlegende Verhaltensänderung der verantwortlichen Ärzte [64, 65]. Strukturell-organisatorische Voraussetzungen und konkrete Abläufe des Antibiotikaeinsatzes im Krankenhaus geraten zunehmend in den Fokus einer kritischen Analyse. Hierzu wird auf aktuelle AWMF (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften)-Leitlinien verwiesen [66, 67].

Fazit für die Praxis

- Krankenhaushygiene und Infektionsprävention in der neonatologischen Intensivmedizin sind ein komplexes Unterfangen mit vielen Besonderheiten im Vergleich zu anderen Patientenpopulationen.
- Die entsprechenden Aufgaben können nur durch ein gut kooperierendes, interdisziplinär aufgestelltes Team erfolgreich bewältigt werden.
- Das gilt in gleicher Weise für die ABS (Antibiotic Stewardship) in der NICU (neonatologische Intensivstation).

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Arne Simon

Pädiatrische Onkologie und Hämatologie, Universitätsklinikum des Saarlandes Kirrberger Str. 9, Geb. 9, 66421 Homburg/Saar, Deutschland
Arne.Simon@uks.eu

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. A. Simon ist 2. Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie. Er leitet gemeinsam mit Prof. Dr. Dr. Soeren Becker das sektorübergreifende Infectio ^{Saar} Netzwerk sowie das pädiatrisch-infektiologische Paedine ^{Saar} Netzwerk. Prof. Simon hat von folgenden Firmen Honorare für Vorträge, Beratertätigkeiten, Reisekosten und über Drittmittelkonten seiner Arbeitgeber abgerechnete Fördermittel für klinische Studien erhalten: AbbVie GmbH Wiesbaden, Sobi, Astra Zeneka, Gilead, Wyeth, Pfizer, Zembon, Beckton Dickinson, 3M Deutschland und MSD. Seit 2004 ist er berufenes Mitglied der KRINKO und koordiniert dort die Arbeitsgruppe neonatologische Intensivmedizin. M. Zemlin hat federführend die AWMF-Leitlinie 0024-008 „Bakterielle Infektionen des Neugeborenen“ überarbeitet und war Expertenmitglied bei der Erstellung des IQWiG-Berichtes „Screening auf Streptokokken der serologischen Gruppe B im Rahmen der Vorsorgeuntersu-

chungen gemäß Mutterschafts-Richtlinien“ für den Gemeinsamen Bundesausschuss. Er erhielt Vortragshonorare von Chiesi und Biotest. J. Armann koordiniert die beiden von der DGPI initiierten und inzwischen unter Leitung von Prof. Berner in Dresden fortgeführten Register zu stationär behandelten Kindern und Jugendlichen mit SARS-CoV-2-Infektion und mit PIMS. Er hat ein Vortragshonorar von Chiesi erhalten. S. Meyer ist Leiter der multizentrischen, von der DFG geförderten Studie NeoVitaA-Studie (ME 3827/1-1/2) und Leiter der „UVC – You Will See Study“ (DRKS-ID: DRKS00022262). M. Geipel und B. Gärtner geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. Christoph J, Dame C, Eckmanns T, Gärtner B, Geffers C, Gille C et al. Risikocharakterisierung intensivmedizinisch behandelter Früh- und Neugeborener und Daten zur Ist-Situation in deutschen neonatologischen Intensivpflegestationen 2013 – Fachliche Erläuterungen zu folgender Empfehlung: Praktische Umsetzung sowie krankenhaushygienische und infektionspräventive Konsequenzen des mikrobiellen Kolonisationscreenings bei intensivmedizinisch behandelten Früh- und Neugeborenen Ergänzende Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut, Berlin zur Implementierung der Empfehlungen zur Prävention nosokomialer Infektionen bei neonatologischen Intensivpflegepatienten mit einem Geburtsgewicht unter 1.500 g aus dem Jahr 2007 und 2012 (Epidemiologisches Bulletin 42/2013). Epidemiol Bulletin des Robert Koch-Instituts, Berlin. 2013;Supplement zu Ausgabe 42(21. Oktober 2013).
2. Härtel C, Gille C, Orlikowsky T (2014) Kolonisation oder Infektion bei Früh- und Neugeborenen – Warum sind sie so gefährdet? Monatsschr Kinderheilkd 162(5):394–402
3. Geffers C, Haller S, Heller G, Gortner L, Göpel W, Bühner C (2014) Nosokomiale Infektionen bei Neugeborenen – Wo stehen wir in Deutschland? Monatsschr Kinderheilkd 162(5):385–393
4. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch Institut Berlin (2018) Prävention von Gefäßkatheter-assoziierten Infektionen bei Früh- und Neugeborenen – Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch Institut. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 61(5):608–626
5. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut B. Praktische Umsetzung sowie krankenhaushygienische und infektionspräventive Konsequenzen des mikrobiellen Kolonisationscreenings bei intensivmedizinisch behandelten Früh- und Neugeborenen – Ergänzende Empfehlung der KRINKO beim Robert Koch-Institut, Berlin, zur Implementierung der Empfehlungen zur Prävention nosokomialer Infektionen bei neonatologischen Intensivpflegepatienten mit einem Geburtsgewicht unter 1.500 g aus dem Jahr 2007 und 2012. Epidemiol Bulletin des Robert Koch-Instituts, Berlin. 2013;Nr. 42(21. Oktober 2013):421–33.

6. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut B. Ergänzende Empfehlung (2012) zur „Prävention nosokomialer Infektionen bei neonatologischen Intensivpflegepatienten mit einem Geburtsgewicht unter 1.500 g“ (2007). *Epidemiol Bulletin des Robert Koch-Instituts, Berlin*. 2012(16. Januar 2012 /Nr. 2):13–5.
7. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (2007) Empfehlung zur Prävention nosokomialer Infektionen bei neonatologischen Intensivpflegepatienten mit einem Geburtsgewicht unter 1500 g. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 50(10):1265–1303
8. Litz JE, Goedicke-Fritz S, Hartel C, Zemlin M, Simon A (2019) Umsetzung des mikrobiologischen Kolonisationsscreenings: Umfrage an 80 neonatologischen Intensivstationen. *Epidemiol Bulletin des Robert Koch-Instituts*. RKI, Berlin, S 387–392 (12. September 2019)
9. Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie (2014) Infektionspräventives Vorgehen bei Nachweis von MRGN im Kindesalter – Empfehlung der Arbeitsgruppe MRGN der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie und des Paed IC Projektes. *Hyg Med* 39(10):392–399
10. Arbeitsgruppe MRSA der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie und des Paed IC Projektes (2014) Umgang mit MRSA-Nachweisen bei ansonsten gesunden Kindern ohne Infektionszeichen (Neugeborene und ambulantes Betreuungsumfeld). *Hyg Med* 39(9):344–357
11. Norton M, Ariely D (2012) The IKEA effect: when labor leads to love. *J Consum Psychol* 22(3):453–560
12. Schmid S, Geffers C, Wagenpfeil G, Simon A (2018) Preventive bundles to reduce catheter-associated bloodstream infections in neonatal intensive care. *GMS Hyg Infect Control* 13:Doc10. <https://doi.org/10.3205/dgkh000316>
13. Bierlaire S, Danhaive O, Carkeek K, Piersigilli F (2021) How to minimize central line-associated bloodstream infections in a neonatal intensive care unit: a quality improvement intervention based on a retrospective analysis and the adoption of an evidence-based bundle. *Eur J Pediatr* 180(2):449–460. <https://doi.org/10.1007/s00431-020-03844-9>
14. Goerens A, Lehnick D, Buttcher M, Daetwyler K, Fontana M, Genet P et al (2018) Neonatal ventilator associated pneumonia: a quality improvement initiative focusing on antimicrobial stewardship. *Front Pediatr* 6:262. <https://doi.org/10.3389/fped.2018.00262>
15. Smulders CA, van Gestel JP, Bos AP (2013) Are central line bundles and ventilator bundles effective in critically ill neonates and children? *Intensive Care Med* 39(8):1352–1358. <https://doi.org/10.1007/s00134-013-2927-7>
16. Simon A, Tutdebi E, Gortner L (2011) Beatmungsassoziierte Pneumonie bei Kindern. *Monatsschr Kinderheilkd* 159(3):224–232
17. Simon A (2017) Kapitel 5: Beatmungsassoziierte Pneumonie im Kindesalter – Prävention, Diagnostik und Therapie. In: Humberg A, Herting E, Göpel W, Härtel C (Hrsg) *Beatmung in Pädiatrie und Neonatologie Ein Leitfaden für Pädiater, Neonatologen und Anästhesisten*, 1. Aufl. Thieme, Stuttgart <https://doi.org/10.1055/b-004-129744>
18. Iosifidis E, Pitsava G, Roilides E (2018) Ventilator-associated pneumonia in neonates and children: a systematic analysis of diagnostic methods and prevention. *Future Microbiol* 13:1431–1446. <https://doi.org/10.2217/fmb-2018-0108>
19. Azab SF, Sherbiny HS, Saleh SH, Elsaed WF, Elshafiey MM, Siam AG et al (2015) Reducing ventilator-associated pneumonia in neonatal intensive care unit using “VAP prevention Bundle”: a cohort study. *BMC Infect Dis* 15:314. <https://doi.org/10.1186/s12879-015-1062-1>
20. Ceballos K, Waterman K, Hulett T, Makic MB (2013) Nurse-driven quality improvement interventions to reduce hospital-acquired infection in the NICU. *Adv Neonatal Care* 13(3):154–163. <https://doi.org/10.1097/ANC.0b013e318285fe70> (quiz 64–5)
21. Weber CD (2016) Applying adult ventilator-associated pneumonia bundle evidence to the ventilated neonate. *Adv Neonatal Care* 16(3):178–190. <https://doi.org/10.1097/anc.0000000000000276>
22. Scheithauer S, Simon A (2015) Mikrobiologisches Kolonisationsscreening bei intensivmedizinisch behandelten Früh- und Neugeborenen. *Krankenhhyg up2date* 10(4):265–274. <https://doi.org/10.1005/s-005-30746>
23. Litz JE, Goedicke-Fritz S, Hartel C, Zemlin M, Simon A (2019) Management of early- and late-onset sepsis: results from a survey in 80 German NICUs. *Infection* 47:557–564. <https://doi.org/10.1007/s15010-018-1263-9>
24. Schoendorf D, Simon A, Wagenpfeil G, Gärtner B, Geipel M, Zemlin M et al (2020) Colonization screening targeting multidrug-resistant gram-negative pathogens does not increase the use of carbapenems in very low birth weight infants. *Front Pediatr* 8:427. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.00427>. eCollection 2020
25. Schulz-Stubner S, Zimmer P, Leonards P, Knipp U, Michels H, Kunitz O et al (2015) Colonization-outbreak of two clonally different strains of *Serratia marcescens* in a neonatal intensive care unit. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 58(2):190–196. <https://doi.org/10.1007/s00103-014-2099-9>
26. Haertel C, Simon A, Geffers C, Schaper A, Herting E, Göpel W et al (2013) Nosokomiale Infektionen bei Frühgeborenen – Umsetzung der KRINKO-Empfehlungen im Deutschen Frühgeborenen-netzwerk. *Monatsschr Kinderheilkd* 161(1):27–33
27. Bulabula ANH, Dramowski A, Mehtar S, Danino D, Melamed R, Sterer B et al (2019) Transmission of multidrug-resistant Gram-negative bacteria from colonized mothers to their infants: a systematic review and meta-analysis Mother-to-child transmission of extended-spectrum-beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae. *J Hosp Infect* 100(1):40–46. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2019.10.001>
28. Danino D, Melamed R, Sterer B, Porat N, Hazan G, Gushanski A et al (2018) Mother-to-child transmission of extended-spectrum-beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae. *J Hosp Infect* 100(1):40–46. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2017.12.024>
29. Kraus-Haas M, Mielke M, Simon A (2015) Update on outbreaks reported from neonatal intensive care units (2010–2013): staphylococcus aureus. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 58(3):323–338. <https://doi.org/10.1007/s00103-014-2115-0>
30. Berthelot P, Grattard F, Patural H, Ros A, Jelassi-Saoudin H, Pozzetto B et al (2001) Nosocomial colonization of premature babies with *Klebsiella oxytoca*: probable role of enteral feeding procedure in transmission and control of the outbreak with the use of gloves. *Infect Control Hosp Epidemiol* 22(3):148–151

Hier steht eine Anzeige.



31. Gastmeier P (2014) *Serratia marcescens*: an outbreak experience. *Front Microbiol* 5:81. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00081>
32. Gastmeier P, Loui A, Stamm-Balderjahn S, Hansen S, Zuschned I, Sohr D et al (2007) Outbreaks in neonatal intensive care units—they are not like others. *Am J Infect Control* 35(3):172–176
33. Kraus-Haas M, Mielke M, Simon A (2015) Update on outbreaks reported from neonatal intensive care units: *Serratia marcescens*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, and *Pseudomonas aeruginosa*. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitschutz* 58(3):308–322. <https://doi.org/10.1007/s00103-014-2114-1>
34. Weichert S, Simon A, von Müller L, Adam R, Schrotten H (2015) Clostridium-difficile-assoziierte Infektionen im Kindes- und Jugendalter. *Monatsschr Kinderheilkd* 163(5):427–436
35. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch Institut. (2019) Hygienemaßnahmen bei Clostridioides difficile-Infektion (CDI) Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitschutz* 62(7):906–923. <https://doi.org/10.1007/s00103-019-02959-1>
36. Enoch DA, Butler MJ, Pai S, Aliyu SH, Karas JA (2012) Clostridium difficile in children: colonisation and disease. *J Infect* 63(2):105–113. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2011.05.016>
37. Kocielek LK, Gerding DN, Espinosa RO, Patel SJ, Shulman ST, Ozer EA (2018) Clostridium difficile whole genome sequencing reveals limited transmission among symptomatic children: a single-center analysis. *Clin Infect Dis* 67(2):229–234. <https://doi.org/10.1093/cid/ciy060>
38. Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie. Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für pädiatrische Infektiologie (DGPI) im Einvernehmen mit der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe (DGGG) und der Deutschen Gesellschaft für Perinatale Medizin (DGPM) – Umgang mit Neugeborenen SARS-CoV-2 positiver Mütter mit oder ohne klinische Erkrankung (COVID-19). <https://dghi.de/stellungnahme-dgpi-dggg-dgpm-umgang-mit-neugeborenen-sars-cov-2-positiver-muetter/>. 2020; 31. März 2020.
39. Deutsche Gesellschaft für Perinatale Medizin (DGPM), Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe (DGGG), Deutsche Gesellschaft für Pränatal- und Geburtsmedizin (DGPGM), Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie (DGPI), Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (GNPI), Nationale Stillkommission (NKS). Update 10/2020 Empfehlungen zu SARS-CoV-2/COVID-19 in Schwangerschaft, Geburt und Wochenbett <https://idw-online.de/de/attachmentdata80958>. 2020.
40. Gemeinsamer Bundesausschuss (GbA). Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Änderung der Qualitätssicherungs-Richtlinie Früh- und Reifgeborene/QFR-RL: (§7 Nachweisverfahren und Anlage 2 Anforderung zum Pflegepersonal) 2016;15. <http://www.english.g-ba.de/> (Erstellt: 12.2016). Zugriffen: 26. Apr. 2021
41. Gemeinsamer Bundesausschuss gemäß §91 Abs.7 SGB V. Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über Maßnahmen zur Qualitätssicherung für die stationäre Versorgung von Kindern und Jugendlichen mit hämato-onkologischen Krankheiten gemäß § 137 Abs. 1 Satz 1 Nr. 2 SGB V für nach SGB V zugelassene Krankenhäuser in der Fassung vom 1. Mai 2006 veröffentlicht im Bundesanzeiger 2006 (S. 4 997) in Kraft getreten am 1. Januar 2007 zuletzt geändert am 18. Oktober 2012 veröffentlicht im Bundesanzeiger (BAnz AT 13. Dez. 2012 B3) in Kraft getreten am 1. Januar 2013. 2006; <http://www.g-ba.de/informationen/richtlinien/47/>
42. Kabesch M, Roth S, Brandstetter S, Häusler S, Juraschko E, Weigl M et al (2020) Successful containment of Covid-19 outbreak in a large maternity and perinatal center while continuing clinical service. *Pediatr Allergy Immunol* 31(5):560–564. <https://doi.org/10.1111/pai.13265>
43. Lohse S, Pfuhl T, Berkó-Göttel B, Rissland J, Geißler T, Gärtner B et al (2020) Pooling of samples for testing for SARS-CoV-2 in asymptomatic people. *Lancet Infect Dis*. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(20\)30362-5](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(20)30362-5)
44. Tong WY, Yung CF, Chiew LC, Chew SB, Ang LD, Thoon KC et al (2020) Universal face masking reduces respiratory viral infections among inpatient very-low-birthweight neonatal infants. *Clin Infect Dis* 71(11):2958–2961. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa555>
45. Alexander VN, Northrup V, Bizzarro MJ (2011) Antibiotic exposure in the newborn intensive care unit and the risk of necrotizing enterocolitis. *J Pediatr* 159(3):392–397. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2011.02.035>
46. Cotten CM, McDonald S, Stoll B, Goldberg RN, Poole K, Benjamin DK Jr. (2006) The association of third-generation cephalosporin use and invasive candidiasis in extremely low birth-weight infants. *Pediatrics* 118(2):717–722
47. Cotten CM, Taylor S, Stoll B, Goldberg RN, Hansen NI, Sanchez PJ et al (2009) Prolonged duration of initial empirical antibiotic treatment is associated with increased rates of necrotizing enterocolitis and death for extremely low birth weight infants. *Pediatrics* 123(1):58–66
48. Kuppala VS, Meinen-Derr J, Morrow AL, Schibler KR (2011) Prolonged initial empirical antibiotic treatment is associated with adverse outcomes in premature infants. *J Pediatr* 159(5):720–725
49. Van Houten MA, Uiterwaal CS, Heesen GJ, Arends JP, Kimpen JL (2001) Does the empiric use of vancomycin in pediatrics increase the risk for Gram-negative bacteremia? *Pediatr Infect Dis J* 20(2):171–177
50. de Man P, Verhoeven BA, Verbrugh HA, Vos MC, van den Anker JN (2000) An antibiotic policy to prevent emergence of resistant bacilli. *Lancet* 355(9208):973–978
51. Le J, Nguyen T, Okamoto M, McKamy S, Lieberman JM (2008) Impact of empiric antibiotic use on development of infections caused by extended-spectrum beta-lactamase bacteria in a neonatal intensive care unit. *Pediatr Infect Dis J* 27(4):314–318. <https://doi.org/10.1097/INF.0b013e3181606850>
52. Tripathi N, Cotten CM, Smith PB (2012) Antibiotic use and misuse in the neonatal intensive care unit. *Clin Perinatol* 39(1):61–68
53. Gilbert JA, Blaser MJ, Caporaso JG, Jansson JK, Lynch SV, Knight R (2018) Current understanding of the human microbiome. *Nat Med* 24(4):392–400. <https://doi.org/10.1038/nm.4517>
54. Cervantes J (2016) Use your antibiotics wisely. Consequences to the intestinal microbiome. *FEMS Microbiol Lett*. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnw081>
55. Vangay P, Ward T, Gerber JS, Knights D (2015) Antibiotics, pediatric dysbiosis, and disease. *Cell Host Microbe* 17(5):553–564. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2015.04.006>
56. Hyun DY, Hersh AL, Namtu K, Palazzi DL, Maples HD, Newland JG et al (2013) Antimicrobial stewardship in pediatrics: how every pediatrician can be a steward. *JAMA Pediatr* 167(9):859–866. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2013.2241>
57. Mukhopadhyay S, Puopolo KM (2017) Clinical and microbiologic characteristics of early-onset sepsis among very low birth weight infants: opportunities for antibiotic stewardship. *Pediatr Infect Dis J* 36(5):477–481. <https://doi.org/10.1097/inf.0000000000001473>
58. Mukhopadhyay S, Sengupta S, Puopolo KM (2019) Challenges and opportunities for antibiotic stewardship among preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 104(3):F327–F332. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2018-315412>
59. Canteley JB (2016) Optimizing the use of antibacterial agents in the neonatal period. *Paediatr Drugs* 18(2):109–122. <https://doi.org/10.1007/s40272-015-0161-1>
60. Canteley JB, Huffman LW, Subramanian A, Marshall AS, Ballard AR, Lefevre C et al (2017) Antibiotic exposure and risk for death or bronchopulmonary dysplasia in very low birth weight infants. *J Pediatr* 181:289–293e1. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.11.002>
61. Canteley JB, Sanchez PJ (2011) Prolonged antibiotic therapy for “culture-negative” sepsis in preterm infants: it’s time to stop! *J Pediatr* 159(5):707–708. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2011.07.032>
62. Canteley JB, Wozniak PS, Pruszyński JE, Sanchez PJ (2016) Reducing unnecessary antibiotic use in the neonatal intensive care unit (SCOUT): a prospective interrupted time-series study. *Lancet Infect Dis* 16(10):1178–1184. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(16\)30205-5](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(16)30205-5)
63. Charani E, Castro-Sanchez E, Sevdalis N, Kyratsis Y, Drumright L, Shah N et al (2013) Understanding the determinants of antimicrobial prescribing within hospitals: the role of “prescribing etiquette”. *Clin Infect Dis* 57(2):188–196. <https://doi.org/10.1093/cid/cit212>
64. Klingenberg C, Kornelisse RF, Buonocore G, Maier RF, Stocker M (2018) Culture-negative early-onset neonatal sepsis—at the crossroad between efficient sepsis care and antimicrobial stewardship. *Front Pediatr* 6:285. <https://doi.org/10.3389/fped.2018.00285>
65. Steinmann KE, Lehnick D, Buettcher M, Schwendener-Scholl K, Daetwyler K, Fontana M et al (2018) Impact of empowering leadership on antimicrobial stewardship: a single center study in a neonatal and pediatric intensive care unit and a literature review. *Front Pediatr* 6:294. <https://doi.org/10.3389/fped.2018.00294>
66. Deutsche Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (GNPI), Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie (DGPI), Deutsche Gesellschaft für Kinder und Jugendmedizin (DGKJ), Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und geburtshilfe (DGGG). Bakterielle Infektion des Neugeborenen. AWMF Registernummer 024/008 (Entwicklungsstufe S2k). Arbeitsgemeinschaft Wissenschaftlicher Fachgesellschaften. 2018; Version 31. Jan. 2019.
67. Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie (DGPI). S2k Leitlinie „Antibiotic Stewardship – Konzeption und Umsetzung in der stationären Kinder- und Jugendmedizin“ AWMF-Registernummer 048/15. 2018; Version 1. Dez. 2018