

Rolf F. Maier · Michael Obladen
Brigitte Stiller · Michael Zemlin

Obladens Neugeborenen- intensivmedizin

Evidenz und Erfahrung

10. Auflage

 Springer

Obladens Neugeborenen- intensivmedizin

Rolf F. Maier • Michael Obladen
Brigitte Stiller • Michael Zemlin

Obladens Neugeborenen- intensivmedizin

Evidenz und Erfahrung

10. Auflage

 Springer

Rolf F. Maier
Zentrum für Kinder- und
Jugendmedizin
Philipps-Universität Marburg
Marburg, Deutschland

Michael Obladen
Charité – Universitätsmedizin
Berlin
Klinik für Neonatologie
Berlin, Deutschland

Brigitte Stiller
Universitätsklinikum Freiburg
Klinik für Angeborene Herzfehler
und Pädiatrische Kardiologie
Freiburg, Deutschland

Michael Zemlin
Klinik für Allgemeine Pädiatrie
und Neonatologie
Universitätsklinikum des Saarlandes
und Medizinische Fakultät der
Universität des Saarlandes
Homburg, Deutschland

ISBN 978-3-662-66571-8

ISBN 978-3-662-66572-5 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-66572-5>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 1978, 1979, 1984, 1989, 1995, 2002, 2006, 2011, 2017, 2023

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung: Dr. Anna Krätz

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Das Papier dieses Produkts ist recyclebar.

Vorwort zur 10. Auflage

Erneut wurde nach 5 Jahren eine vollständige Neubearbeitung dieses Buches nötig. Das kennzeichnet die weiterhin dynamische Entwicklung der Neonatologie, welche in fast allen Ländern Europas als Schwerpunkt der Kinderheilkunde etabliert ist. Inhalte, die inzwischen selbstverständlich geworden sind, haben wir weggelassen. Die Literaturverweise haben wir knapp gehalten, indem wir dann, wenn eine Metaanalyse verfügbar war, auf Zitate einzelner Studien verzichtet haben. Dafür ist dem Buch wieder eine Liste aktueller internationaler Standardwerke der Neonatologie und ihrer benachbarten Gebiete vorangestellt.

Auch weiterhin möchte das Buch ärztliches und pflegerisches Personal im Kreißaal und auf der Neugeborenenstation ansprechen. Der Untertitel „Evidenz und Erfahrung“ zeigt, dass sich die Autoren wieder bemüht haben, ihre Therapievorschläge so gut wie möglich zu begründen, dass es aber nach wie vor für viele in der Neonatologie auftretenden Probleme eine gesicherte Behandlung im Sinne der *Evidence-based Medicine* nicht gibt. In diesen Situationen sind das Verständnis der Pathophysiologie und klinische Erfahrung weiterhin tragende Säulen. Wir haben bei Therapieempfehlungen die Evidenzstufen wie in den Voraufgaben folgendermaßen abgekürzt:

- E1a Metaanalyse aus mehreren randomisierten Studien
- E1b Einzelne randomisierte kontrollierte Studie
- E2a Gut geplante nicht randomisierte Studie
- E2b Gut geplante quasi experimentelle Studie
- E3 Nicht experimentelle Studie oder Kasuistik
- E4 Expertenmeinung oder Konsensuskonferenz

Die Zahl der behandelten Fälle, nach der die Überlegenheit einer Therapieoption sichtbar wird, wurde mit NNT („number needed to treat“) und die Zahl der behandelten Fälle, nach der mit einer zusätzlichen Komplikation zu rechnen ist, mit NNH („number needed to harm“) angegeben. Da die Metaanalysen beim Erscheinen neuer Studien regelmäßig aktualisiert werden, wird dem Leser geraten, vor grundsätzlichen Änderungen der Klinikstandards die aktuellen Cochrane-Metaanalysen zu konsultieren.

In diesem Zusammenhang ist allerdings kritisch anzumerken, dass systematische Reviews und Metaanalysen für therapeutische Interventionen in der Neonatologie Ende des letzten Jahrhunderts bahnbrechend und hilfreich waren, dass die exponentielle Zunahme ihrer Zahl in den vergangenen Jahren aber auch Probleme aufwirft: Einerseits gelangt ein Großteil der Autoren zu dem Schluss, dass keine abschließende Bewertung möglich ist und weitere randomisierte Studien erforderlich sind, andererseits kommen die Autoren teilweise auch zu widersprüchlichen Ergebnissen. Dies hat mittlerweile zu sogenannten „*Umbrella Reviews*“, also Metaanalysen von Metaanalysen geführt.

Auch wenn „Minimal Handling“ nach wie vor höchste Priorität in der Behandlung von Neugeborenen und insbesondere Frühgeborenen besitzt, gibt es doch notwendige invasive Prozeduren. Einige davon sind in dieser Auflage, wie in den ersten 3 Auflagen, aus den einzelnen Kapiteln herausgenommen und in einem speziellen Kapitel zusammengefasst, um das Auffinden zu erleichtern.

Die Gruppe der Autoren wurde erweitert, aber alle Autoren haben langjährig, wenn auch zu unterschiedlichen Zeiten, als Team zusammengearbeitet. Somit hielten wir am Grundprinzip des Buches fest, nämlich Diagnostik und Behandlung auf *einer* Neugeborenen-

intensivstation so konkret wie möglich zu schildern. Dabei wissen wir, dass unser Weg nicht der einzig richtige sein kann.

Für zahlreiche mündliche und schriftliche Anregungen zur Verbesserung des Buches danken wir vielen Leserinnen und Lesern und unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Wir danken auch Frau Dr. Anna Krätz und Frau Barbara Karg vom Springer Verlag für ihre Unterstützung bei der Realisierung dieses Buches.

Mit der Modifizierung des Titels wird die Unverwechselbarkeit dieses Buches und der Verdienst des Mitbegründers und langjährigen Herausgebers, Michael Obladen herausgestellt.

Die mittlerweile 10 Auflagen dieses Werkes spiegeln die dynamische Entwicklung der Neonatologie während der vergangenen 45 Jahre wider.

Wichtiger Hinweis

Neugeborenenintensivmedizin als Wissenschaft ist ständig im Fluss. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Kenntnisse, insbesondere was Diagnostik und Therapie betrifft. Autoren und Verlag haben größte Mühe darauf verwandt, Dosierungsanweisungen und Applikationsformen dem Wissensstand bei Fertigstellung des Manuskripts anzupassen. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand aktueller Literaturstellen und unter Zuhilfenahme der Beipackzettel der verwendeten Präparate auf ihre Richtigkeit überprüft werden. Dies gilt insbesondere, wenn es sich um selten verwendete, neue oder nicht zugelassene Präparate handelt.

Um die Lesbarkeit zu erleichtern, wurde in diesem Buch zumeist das generische Maskulinum verwendet, gemeint sind aber alle Geschlechtsidentitäten.

Marburg
Berlin
Freiburg
Homburg
November 2022

Rolf F. Maier
Michael Obladen
Brigitte Stiller
Michael Zemlin

Standardwerke der Neonatologie

Physiologie und Pathophysiologie des Neugeborenen

- Boardman J, Groves A, Ramasethu J (Hrsg) (2021) Avery's and MacDonald's neonatology. Pathophysiology and management of the newborn, 8. Aufl. Wolters Kluwer
- Polin RA, Abman SH, Rowitch D, Benitz WE (Hrsg) (2021) Fetal and neonatal physiology, 6. Aufl. Elsevier

Lehrbücher

- Fanaroff AA, Fanaroff JM (Hrsg) (2019) Klaus and Fanaroff's care of the high risk neonate, 7. Aufl. Elsevier
- Gleason CA, Juul SE (Hrsg) (2018) Avery's diseases of the newborn, 10. Aufl. Elsevier
- Hübler A, Jorch G (Hrsg) (2019) Neonatologie. Die Medizin des Früh- und Reifgeborenen, 2. Aufl. Thieme
- Martin RJ, Fanaroff AA, Walsh MC (Hrsg) (2019) Fanaroff and Martin's neonatal-perinatal medicine. Diseases of the fetus and infant, 11. Aufl. Elsevier
- Rennie JM (Hrsg) (2012) Rennie & Robertson's textbook of neonatology, 5. Aufl. Churchill, Livingstone

Datenbanken

Pubmed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

Cochrane Library: <http://www.cochranelibrary.com/>

OMIM: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/omim/>

AWMF: <http://www.awmf.org/leitlinien/aktuelle-leitlinien.html>

Monografien

Aranda JV, van den Anker JN (Hrsg) (2021) Yaffe and Aranda's neonatal and pediatric pharmacology: therapeutic principles in practice, 5. Aufl. Wolters Kluwer

Benirschke K, Burton GJ, Baergen RN (Hrsg) (2012) Pathology of the human placenta, 6. Aufl. Springer

Briggs GG, Tower CV, Forinash AB (Hrsg) (2021) Briggs's drugs in pregnancy and lactation. A reference guide to fetal and neonatal risk, 12. Aufl. Wolters Kluwer

de Vries LS, Hellstrom-Westas L, Rosen I (2008) An atlas of amplitude-integrated EEGs in the Newborn, 2. Aufl. CRC Press

Gilbert-Barness E, Debich-Spicer D (Hrsg) (2004) Embryo and fetal pathology: color atlas with ultrasound correlation. Cambridge University Press

Graham JM Jr, Sanchez-Lara PA (Hrsg) (2015) Smith's recognizable patterns of human deformation, 4. Aufl. Elsevier

Holcomb GW III, Murphy JP, St Peter S (Hrsg) (2019) Ashcroft's pediatric surgery, 7. Aufl. Saunders

Jones KL, Jones MC, del Campo M (Hrsg) (2021) Smith's recognizable patterns of human malformation, 8. Aufl. Elsevier

Keszler M, Suresh G (Hrsg) (2021) Goldsmith's assisted ventilation of the neonate. An evidence-based approach to newborn respiratory care, 7. Aufl. Elsevier

Kirpalani H, Epelman M, Mernagh JR (Hrsg) (2011) Imaging of the newborn, 2. Aufl. Cambridge

- Moore KL, Persaud TVN, Torchia MG (2018) The developing human. Clinically oriented embryology, 11. Aufl. Elsevier
- Obladen M (2021) Oxford textbook of the newborn. A cultural and medical history. Oxford University Press
- Orkin SH, Nathan DG, Ginsburg D, Look AT, Fisher DE, Lux S (Hrsg) (2015) Nathan and Oski's hematology and oncology of infancy and childhood, 8. Aufl. Elsevier
- Ramasethu J, Seo S (Hrsg) (2019) MacDonald's atlas of procedures in neonatology, 6. Aufl. Wolters Kluwer
- Volpe JJ (Hrsg) (2017) Volpe's neurology of the newborn, 6. Aufl. Saunders
- Wilson CB, Nizet V, Maldonado YA, Remington JS, Klein JO (Hrsg) (2015) Remington and Klein's infectious diseases of the fetus and newborn infant, 8. Aufl. Elsevier
- Vor Benirschke verschieben (alphabetische Ordnung der Autoren)

Inhaltsverzeichnis

1 Normale und gestörte Adaptation	1
Rolf F. Maier	
1.1 Unreife und niedriges Geburtsgewicht.	1
1.2 Postnatale Zustandsdiagnostik.	9
1.3 Geburtsasphyxie.	11
1.4 Atmungsadaptation	12
1.5 Kreislaufadaptation	13
1.6 Reanimation des Neugeborenen	17
1.7 Thermoregulation.	29
1.8 Überwachung des Neugeborenen: Weniger ist oft mehr.	36
1.9 Minimal Handling	36
Literatur.	38
2 Ernährung	43
Michael Zemlin	
2.1 Ernährungsbedarf.	43
2.2 Enterale Ernährung	47
2.3 Osteopenia praematurorum	51
2.4 Probiotika und Präbiotika	52
2.5 Ernährung von Frühgeborenen nach Entlassung	53
2.6 Nahrungsaufbau.	54
2.7 Ernährungsdokumentation und Ernährungsziel	59

2.8	Ergänzende parenterale Ernährung	60
2.9	Komplette parenterale Ernährung	61
2.10	Ergänzungen zur enteralen und parenteralen Ernährung ohne eindeutig nachgewiesenen Effekt.	65
	Literatur.	66
3	Blutgasanalyse und Sauerstofftherapie.	71
	Rolf F. Maier	
3.1	Blutgasanalyse: Methodik	71
3.2	Blutgasanalyse: Normalwerte beim Neugeborenen	73
3.3	Störungen des Säure-Basen-Haushalts	74
3.4	Sauerstoffdissoziation	76
3.5	Ursachen von Oxygenierungsstörungen	78
3.6	Indikation zur Sauerstofftherapie.	79
3.7	Sauerstoffapplikation	79
3.8	Überwachung der Sauerstofftherapie.	80
3.9	Sauerstoffnebenwirkungen.	83
3.10	Frühgeborenenretinopathie (ROP).	84
	Literatur.	90
4	Künstliche Beatmung	93
	Michael Zemlin	
4.1	Atemphysiologie und Atemmechanik	93
4.2	Indikation zur künstlichen Beatmung	95
4.3	Nichtinvasive Atemhilfe.	96
4.4	Formen der künstlichen Beatmung	101
4.5	Beutelbeatmung – Maskenbeatmung.	105
4.6	Endotracheale Intubation	106
4.7	Steuerung der Beatmung	107
4.8	Beatmung nach Surfactantsubstitution	113
4.9	Beatmungsentwöhnung	114
4.10	Extubation	115
4.11	Beatmungskomplikationen	116
4.12	Pflege des beatmeten Neugeborenen	121
	Literatur.	127

5 Pulmonale Erkrankungen	133
Rolf F. Maier	
5.1 Differenzialdiagnose	133
5.2 Atemnotsyndrom (Surfactantmangel)	135
5.3 Mekoniumaspirationssyndrom (MAS)	143
5.4 Flüssigkeitslunge	146
5.5 Pneumothorax	147
5.6 Bronchopulmonale Dysplasie (BPD).....	151
Literatur.....	157
6 Kardiale Erkrankungen	163
Brigitte Stiller	
6.1 Diagnostik	165
6.2 Myokarderkrankungen.....	169
6.3 Gefäßbringe und Fisteln.....	171
6.4 Angeborene Herzfehler	172
6.5 Herzinsuffizienz.....	196
6.6 Herzrhythmusstörungen.....	210
6.7 Ductus arteriosus	214
6.8 Persistierende pulmonale Hypertension des Neugeborenen (PPHN)	223
6.9 Mechanische Kreislaufunterstützung.....	228
Literatur.....	231
7 Magen-Darm-Erkrankungen	239
Rolf F. Maier	
7.1 Zwerchfelldefekt	239
7.2 Ösophagusatresie	243
7.3 Bauchwanddefekt.....	246
7.4 Ileus	249
7.5 Darmatresie	253
7.6 Andere Ursachen der Darmobstruktion.....	256
7.7 Nekrotisierende Enterokolitis (NEC).....	260
7.8 Fokale intestinale Perforation (FIP).....	266
7.9 Peritonitis.....	267
7.10 Raumfordernde Prozesse	270
7.11 Operationsvorbereitung	273

7.12	Narkose und intraoperative Überwachung	275
7.13	Postoperative Versorgung	277
	Literatur	284
8	Erkrankungen von Nieren und Urogenitalsystem . . .	291
	Rolf F. Maier	
8.1	Neonatale Nierenfunktion	291
8.2	Akutes Nierenversagen	293
8.3	Peritonealdialyse	298
8.4	Diuretikatherapie	299
8.5	Harnwegsinfektionen	301
8.6	Nierenvenenthrombose	302
8.7	Konnatales nephrotisches Syndrom	304
8.8	Hyperprostaglandin-E-Syndrom (Antenatales Bartter-Syndrom)	305
8.9	Fehlbildungen des Urogenitaltraktes	306
8.10	Ovarialzyste	316
8.11	Hodentorsion	316
8.12	Nebennierenblutung	317
8.13	Varianten der Geschlechtsentwicklung	318
	Literatur	319
9	Flüssigkeits- und Elektrolytbilanz	323
	Rolf F. Maier	
9.1	Flüssigkeitsbilanz	323
9.2	Dehydratation	328
9.3	Ödeme	329
9.4	Elektrolytbedarf	330
9.5	Natrium	331
9.6	Kalium	334
9.7	Calcium	338
9.8	Magnesium	342
9.9	Syndrom der inadäquaten ADH-Sekretion (SIADH)	344
	Literatur	345

10	Erkrankungen des Nervensystems	347
	Rolf F. Maier	
10.1	Neurologische Untersuchungstechniken	347
10.2	Fehl- und Neubildungen	354
10.3	Neonatale Krampfanfälle	359
10.4	Neonatales Abstinenzsyndrom	365
10.5	Rezidivierende Apnoen/ Apnoe-Bradykardie-Syndrom	370
10.6	Intrakranielle Blutungen	373
10.7	Entstehung der perinatalen Gehirnschädigung . .	381
10.8	Periventrikuläre Leukomalazie des Frühgeborenen (PVL)	382
10.9	Hypoxisch-ischämische Enzephalopathie (HIE)	383
10.10	Plötzlicher Kindstod/Monitorüberwachung zu Hause	390
	Literatur	391
11	Metabolische und endokrine Entgleisungen	401
	Rolf F. Maier	
11.1	Hypoglykämie	401
11.2	Embryofetopathie diabetica	406
11.3	Konnataler Hyperinsulinismus	408
11.4	Hyperglykämie	409
11.5	Akute angeborene Stoffwechselkrankheiten	411
11.6	Stoffwechselscreening	417
11.7	Hypothyreose	417
	Literatur	419
12	Hämatologische Probleme	423
	Rolf F. Maier	
12.1	Referenzwerte	423
12.2	Neonatale Anämien	425
12.3	Erythrozytentransfusion	431
12.4	Polyzythämie/Hyperviskosität	436
12.5	Koagulopathien	438
12.6	Gefäßthrombosen/Thrombophilie	447

12.7	Neonatale Thrombozytopenie	447
12.8	Neonatale Neutropenie.	451
	Literatur.	452
13	Hyperbilirubinämie und Morbus haemolyticus neonatorum	457
	Rolf F. Maier	
13.1	Definition und Häufigkeit	457
13.2	Physiologie und Pathophysiologie.	458
13.3	Differenzialdiagnose und diagnostisches Vorgehen bei Hyperbilirubinämie	461
13.4	Interventionsgrenzen	464
13.5	Nichthämolytischer Ikterus	464
13.6	Morbus haemolyticus neonatorum.	466
13.7	Blutaustauschtransfusion	470
13.8	Fototherapie	474
13.9	Hepatozellulärer/cholestatischer Ikterus	477
	Literatur.	481
14	Infektionen	485
	Michael Zemlin	
14.1	Immunstatus und Infektabwehr	485
14.2	Diagnostik bei Infektionsverdacht	485
14.3	Vertikale Infektionen	488
14.4	B-Streptokokkeninfektion	490
14.5	Sepsis	491
14.6	Meningitis	494
14.7	RSV-Infektion	495
14.8	CMV-Infektion.	496
14.9	HIV-Exposition	498
14.10	Hepatitis-B-Exposition	500
14.11	Toxoplasmose.	500
14.12	Candidiasis.	501
14.13	Nosokomiale Infektionen.	502
	Literatur.	507

15	Qualitätssicherung, Regionalisierung,	
	Ergebnisse	513
	Rolf F. Maier	
15.1	Maßnahmen und Organisation der Qualitätssicherung	513
15.2	Regionalisierung	514
15.3	Transport	515
15.4	Strukturvorgaben	522
15.5	Wirtschaftlichkeit	525
15.6	Neugeborenensterblichkeit	526
15.7	Interpretation der Daten zur Prognose von sehr kleinen Frühgeborenen	532
15.8	Zeitliche Trends in der Prognose von sehr kleinen Frühgeborenen	533
15.9	Überleben von sehr kleinen Frühgeborenen	534
15.10	Neonatale Morbidität bei sehr kleinen Frühgeborenen	536
15.11	Langzeitprognose von sehr kleinen Frühgeborenen	538
15.12	Nachuntersuchung	545
15.13	Förderprogramme	545
	Literatur	546
16	Grenzen der Neugeborenenintensivmedizin.	555
	Michael Obladen	
16.1	Grenzfragen	555
16.2	Philosophisch-ethische Orientierungshilfen	556
16.3	Religiös-christliche Orientierungshilfen	556
16.4	Rechtliche Orientierungshilfen	557
16.5	Ökonomische Rahmenbedingungen	558
16.6	Gibt es eine biologische Grenze, an der die Erhaltung des Lebens Frühgeborener scheitert?	559
16.7	Sollte jedes Neugeborene nach der Geburt reanimiert werden?	560

16.8	Ist ein Behandlungsabbruch bei Neugeborenen mit klarer Diagnose und äußerst schlechter Prognose gerechtfertigt?	561
16.9	Ist das Beenden einer künstlichen Beatmung aktive Sterbehilfe?	562
16.10	Iatrogene Katastrophen in der Neonatologie	564
	Literatur.	565
17	Elternbegleitung	567
	Rolf F. Maier	
17.1	Reaktion der Eltern auf die Geburt eines frühgeborenen oder kranken Kindes	567
17.2	Psychoziale Betreuung der Eltern	568
17.3	Eltern auf der Intensivstation.	568
17.4	Information der Eltern	571
17.5	Pränatales Konsil	572
17.6	Konflikt mit Eltern	573
17.7	Eltern und Behandlungsbegrenzung	574
17.8	Gespräche beim Tod eines Kindes	575
17.9	Die Atmosphäre der Intensivstation.	577
17.10	Entlassung	578
	Literatur.	578
18	Pharmakotherapie des Neugeborenen	581
	Rolf F. Maier	
18.1	Pharmakokinetik und Pharmakodynamik	581
18.2	Verordnung.	583
18.3	Applikation	583
18.4	Steuerung und Überwachung.	584
18.5	Analgesie, Sedierung, Relaxierung	586
18.6	Gentamicin-Behandlung	592
18.7	Zulassung von Medikamenten für Früh- und Reifgeborene	593
18.8	Erprobung neuer Behandlungsverfahren bei Neugeborenen	593
18.9	Dosierungsempfehlungen	595
	Literatur.	606

19 Invasive Prozeduren	609
Rolf F. Maier	
19.1 Nabelgefäßkatheter	609
19.2 Intubation	616
19.3 Pleurapunktion/-drainage	621
19.4 Perikardpunktion/-drainage	623
19.5 Zentrale Venenkatheter	624
19.6 Blasenpunktion	627
19.7 Lumbalpunktion	627
Literatur	628
Anhang	633
Stichwortverzeichnis	635

Herausgeber- und Autorenverzeichnis

Über die Autoren



Prof. Dr. med. Rolf F. Maier Studium an der Universität Ulm. Facharztweiterbildung in Aalen und Stuttgart. 1988 Wechsel an die Freie Universität Berlin. Leitender Oberarzt bei Prof. Obladen am Virchow-Klinikum der Charité. Dort 1995 Habilitation. Im Jahr 2002 Ruf an die Philipps-Universität Marburg, von 2005 bis 2021 Geschäftsführender Direktor des Zentrums für Kinder- und Jugendmedizin am Universitätsklinikum Marburg. Mitglied der Ethikkommission am Marburger Fachbereich Medizin. In der Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (GNPI) von 2005 bis 2018 im Vorstand, von 2013 bis 2017 als Präsident, seit 2021 Ehrenmitglied. In der Deutschen Gesellschaft für Perinatale Medizin (DGPM) von 2003 bis 2021 im Vorstand, von 2007 bis 2009 als Präsident, Credé-Preis 1995, Maternité-Preis 2021. Forschungsschwerpunkte Frühgeborenenanämie, Verbesserung der Versorgung von sehr unreifen Frühgeborenen in Europa.



Prof. Dr. med. Michael Obladen Studium der Medizin und der Philosophie an den Universitäten Würzburg, Frankfurt und Heidelberg. Facharztweiterbildung und Habilitation in Heidelberg, Spezialisierung in San Diego, Oberarztstätigkeit in Tübingen und Bochum. 1985 Ruf nach Berlin, Leiter der Klinik für Neonatologie an der Freien Universität. 1995 Direktor der Klinik für Neonatologie am Virchow-Klinikum der Charité. 1989 Erster Vorsitzender, ab 2007 Ehrenmitglied der Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (GNPI). Forschungsschwerpunkt viele Jahre Surfactant-Substitution, derzeit Arbeit an einer Kulturgeschichte des Neugeborenen.



Prof. Dr. med. Brigitte Stiller Als Fachärztin Wechsel von Köln an das Deutsche Herzzentrum Berlin; dort Habilitation zum Thema Herzinsuffizienz und Kreislaufersatz im Kindesalter an der Charité. Seit 2001 leitende Oberärztin am Deutschen Herzzentrum Berlin, 2007 Ruf auf den Lehrstuhl für Kinderkardiologie an der Universitätsklinik Freiburg. Seither Leiterin der dortigen Klinik für angeborene Herzfehler und Mitglied der Freiburger Ethikkommission. 2014 als erste Frau zur Präsidentin der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Kardiologie (DGPK) gewählt; 2013 Kongresspräsidentin der Jahrestagung der DGPK. Forschungsschwerpunkte weiterhin Herzinsuffizienzbehandlung und mechanischer Kreislaufersatz.



Prof. Dr. med. Michael Zemlin Studium und Facharztausbildung an der Freien Universität Berlin. 2001–2003 Feodor-Lynen Stipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung in Birmingham, Alabama, USA. 2003–2016 Oberarzt, seit 2013 Leitender Oberarzt bei Prof. Rolf F. Maier am Universitätsklinikum Marburg. Seit 2016 Direktor der Klinik für Allgemeine Pädiatrie und Neonatologie am Universitätsklinikum des Saarlandes. Seit 2017 Stellvertretender Ärztlicher Direktor am Universitätsklinikum. Ärztliche Leitung des Schulzentrums für Gesundheitsfachberufe. Seit 2021 Vizepräsident der Gesellschaft für Neonatologie und Pädiatrische Intensivmedizin (GNPI). Forschungsschwerpunkte Entwicklungsimmunologie, nicht-invasive Diagnostik.

Autorenverzeichnis

Prof. Dr. med. Rolf F. Maier Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin, Philipps-Universität Marburg, Marburg, Deutschland

Prof. Dr. med. Michael Obladen Klinik für Neonatologie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

Prof. Dr. med. Brigitte Stiller Klinik für Angeborene Herzfehler und Pädiatrische Kardiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

Prof. Dr. med. Michael Zemlin Klinik für Allgemeine Pädiatrie und Neonatologie, Universitätsklinikum des Saarlandes und Medizinische Fakultät der Universität des Saarlandes, Homburg, Deutschland

Abkürzungsverzeichnis

ADH	antidiuretisches Hormon
aEEG	amplitudenintegriertes EEG
AMV	Atemminutenvolumen
ASD	Vorhofseptumdefekt
AV	atrioventrikulär
AZV	Atemzugvolumen
BGA	Blutgasanalyse
BPD	bronchopulmonale Dysplasie
CMV	Zytomegalievirus
CoNS	Koagulase-negative Staphylokokken
CPAP	kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck
CT	Computertomografie
ECMO	extrakorporale Membranoxygenierung
ED	Einzeldosis
EKG	Elektrokardiogramm
ELBW	extrem untergewichtiges Neugeborenes (<1000 g)
EPO	Erythropoetin
f	Frequenz
FFP	Frischplasma
FG	Frühgeborenes
FiO ₂	O ₂ -Konzentration in der Einatemluft
FIP	fokale intestinale Perforation
FM	Frauenmilch
FNAIT	fetale und neonatale Alloimmunthrombozytopenie
G-BA	Gemeinsamer Bundesausschuss
GFR	glomeruläre Filtrationsrate

GG	Geburtsgewicht
HFNC	high flow nasal canula
HFOV	Hochfrequenzoszillationsbeatmung
HIE	hypoxisch-ischämische Enzephalopathie
HIV	humanes Immundefizienz-Virus
HLHS	hypoplastisches Linksherzsyndrom
HWZ	Halbwertszeit
HZV	Herzzeitvolumen
I/E	Atemzeitverhältnis Inspirationszeit zu Expirationszeit
IMV	intermittierend-mandatorische Beatmung
iNO	inhalatives Stickstoffmonoxid
INSURE	Intubation-Surfactant-Extubation
IPPV	intermittierende Positivdruckbeatmung
IQTIG	Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen
ISTA	Aortenisthmusstenose
IVH	intraventrikuläre Blutung
LA	linker Vorhof
LISA	less invasive surfactant administration
LT	Lebenstag
LV	linker Ventrikel
MAD	mittlerer arterieller Druck
MAP	mittlerer Atemwegsdruck
MAS	Mekoniumaspirationssyndrom
MM	Muttermilch
MRT	Magnetresonanztomografie
NAK	Nabelarterienkatheter
NCPAP	nasaler kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck
NEC	nekrotisierende Enterokolitis
NIRS	Nahinfrarotspektroskopie
NIPPV	nasale intermittierende Positivdruckbeatmung
NNH	number needed to harm
NNT	number needed to treat
NVK	Nabelvenenkatheter
OI	Oxygenationsindex
PA	Pulmonalatresie
paCO ₂	arterieller Kohlendioxidpartialdruck
PAH	pulmonalarterielle Hypertonie

paO ₂	arterieller Sauerstoffpartialdruck
PIP/p _{insp}	Inspirationsdruck
PPHN	persistierende pulmonale Hypertension des Neugeborenen
PVL	periventrikuläre Leukomalazie
RA	rechter Vorhof
RDS	Atemnotsyndrom des Neugeborenen
RG	Reifgeborenes
rhEPO	rekombinantes humanes Erythropoetin
ROP	Frühgeborenenretinopathie
RSV	respiratory syncytial virus
RV	rechter Ventrikel
SaO ₂	arteriell gemessene Sauerstoffsättigung
SIDS	plötzlicher Kindstod
SIMV	synchronisierte intermittierend-mandatorische Ventilation
SpO ₂	pulsoxymetrisch gemessene periphere Sauerstoffsättigung
SSW	Schwangerschaftswoche(n)
SVT	supraventrikuläre Tachykardie
TAPVC	totale Lungenvenenfehlmündung
TCPC	totale kavopulmonale Anastomose
tcpCO ₂	transkutaner Kohlendioxidpartialdruck
tcpO ₂	transkutaner Sauerstoffpartialdruck
t _{exp}	Expirationszeit
t _{insp}	Inspirationszeit
TGA	Transposition der großen Arterien
TOF	Fallot'sche Tetralogie
TORCH	Toxoplasmose, Röteln, Zytomegalie, Herpes
VEGF	vaskulärer endothelialer Wachstumsfaktor
VGAM	Vena-Galeni-Malformation
VLBW	sehr untergewichtiges Neugeborenes (<1500 g)
VSD	Ventrikelseptumdefekt
VUR	vesikoureteraler Reflux
ZVD	Zentralvenendruck
ZVK	zentraler Venenkatheter
ZVS	zentralvenöse O ₂ -Sättigung



Normale und gestörte Adaptation

1

Rolf F. Maier

Unmittelbar nach der Geburt müssen sich alle wichtigen Vitalfunktionen des Kindes umstellen: Es besteht keine Verbindung mehr zu Eihäuten und Plazenta, die bislang Gasaustausch, Ernährung, Ausscheidung und Isolierung gewährleistet haben. Der im Wasser lebende Fetus wird zum Luft atmenden Neugeborenen und muss für Atmung, Kreislauf, Wärmeregulation, Ernährung, Stoffwechsel, Ausscheidung und Infektabwehr selbst sorgen. Die Umstellungsvorgänge sind nach der Geburt leicht störrbar, besonders bei unreifen Kindern.

1.1 Unreife und niedriges Geburtsgewicht

1.1.1 Definitionen

Neugeborenenperiode 1.–28. Lebenstag (frühe Neugeborenenperiode: 1.–7. Lebenstag, späte Neugeborenenperiode: 8.–28. Lebenstag).

Geburtsgewicht Ohne Berücksichtigung der Reife wird nach dem Geburtsgewicht eingeteilt in:

- Untergewichtige Neugeborene (LBW, „low birth weight infants“): Geburtsgewicht <2500 g. Je nach Region und Ethnie 5–15 % der Lebendgeborenen.

- Sehr untergewichtige Neugeborene (VLBW, „very low birth weight infants“): Geburtsgewicht <1500 g. Je nach Population 0,8–1,5 % der Lebendgeborenen, jedoch bis zu 65 % der in der Neonatalperiode verstorbenen Kinder.
- Extrem untergewichtige Neugeborene (ELBW, „extremely low birth weight infants“): Geburtsgewicht <1000 g. Etwa 0,3–0,6 % der Lebendgeborenen, aber 50 % der in der Neonatalperiode Verstorbenen. In Deutschland müssen alle lebend- oder totgeborenen Kinder mit einem Geburtsgewicht von 500 g und mehr sowie alle lebendgeborenen Kinder unabhängig vom Geburtsgewicht gemeldet und beurkundet werden.

Gestationsalter Zeit gerechnet vom 1. Tag der letzten normalen Menstruation. Normal sind ca. 280 Tage = 40 Wochen. Rechnerische und klinische Bestimmung des Gestationsalters haben eine Treffsicherheit von je ± 2 Wochen. Die Angabe erfolgt in vollendeten Schwangerschaftswochen (SSW) plus Einzeltagen (0 bis 6). Die häufig verwendete Angabe als „*xte Woche*“ ist ungenau, wird unterschiedlich interpretiert und sollte deshalb vermieden werden.

Reife Kann infolge unterschiedlicher Enzyminduktion erheblich vom Gestationsalter abweichen (Retardierung, Akzeleration).

Frühgeborenes Gestationsalter <259 Tage (<37 vollendete Wochen).

Reifes Neugeborenes Gestationsalter 259–293 Tage (vollendete 37 bis <42 Wochen).

Übertragenes Neugeborenes Gestationsalter >293 Tage (42 Wochen oder mehr).

Ohne Berücksichtigung des Geburtsgewichts wird eingeteilt in:

- sehr unreife Neugeborene (VPT, „very preterm infants“): Gestationsalter <32 + 0 Wochen
- extrem unreife Neugeborene (EPT, „extremely preterm infants“): Gestationsalter <28 + 0 Wochen

Fetale Gewichtsentwicklung Aus dem Verhältnis zwischen Gestationsalter und Geburtsgewicht werden definiert:

- eutroph (AGA, „appropriate for gestational age“): Kinder mit einem Geburtsgewicht zwischen der 10. und 90. Perzentile für das Gestationsalter
- hypotroph (SGA, „small for gestational age“): Kinder mit einem Geburtsgewicht <10. Perzentile
- hypertroph (LGA, „large for gestational age“): Kinder mit einem Geburtsgewicht >90. Perzentile

Zur Perzentileneinteilung der gestationsspezifischen Körpermaße siehe Abb. 1.1.

1.1.2 Postnatale Bestimmung des Gestationsalters

Am zuverlässigsten sind die klinischen Kriterien nach Finnstrom [12] (Tab. 1.1 und 1.2).

Brustdrüsengewebe Der horizontale Durchmesser wird mit einem Zentimetermaß beiderseits gemessen und der größte palpable Durchmesser angegeben.

Hautdurchsichtigkeit Die Durchsichtigkeit der Haut des Stamms, besonders oberhalb des Nabels, wird anhand der großen und kleinen Blutgefäße beurteilt.

Ohrmuschelknorpel Beide Ohrmuscheln werden befühlt, bei Seitendifferenz wird das „reifere“ Ohr angegeben (Abb. 1.2). Der Helixknorpel entwickelt sich von ventral und kaudal her in der durch Pfeile angegebenen Richtung. Das Knorpelgerüst ist vollständig, wenn im dorsalen, kranialen Quadranten deutlich tastbar.

Brustwarzenbildung Mit steigendem Gestationsalter ist die Mamille deutlicher von der umgebenden Haut abgrenzbar, und der Warzenhof erhebt sich über das allgemeine Hautniveau.

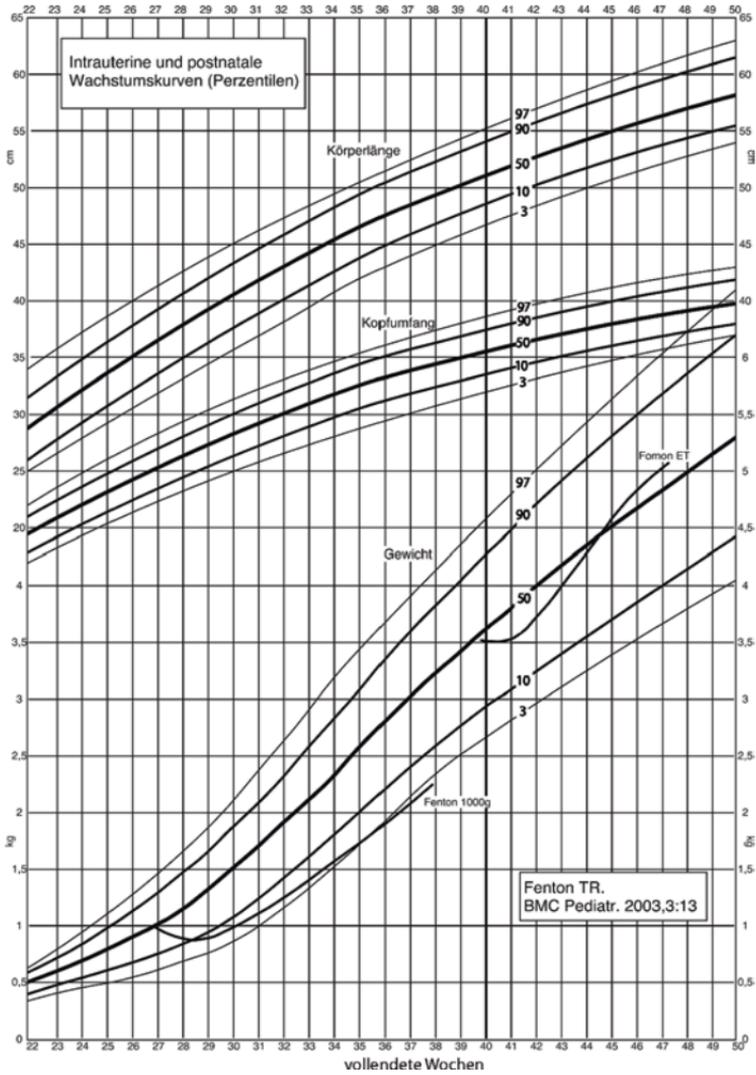


Abb. 1.1 Prä- und postnatale Wachstumskurven

Tab. 1.1 Bestimmung des Gestationsalters nach Finnström [12]

Klinisches Kriterium/ Punkte	1	2	3	4
Hautdurchsichtigkeit	Zahlreiche Venen, Verzweigungen und Venolen klar erkennbar, besonders über Abdomen	Venen und Verzweigungen erkennbar, keine Venolen	Wenige große Gefäße klar über Abdomen erkennbar	Wenige große Gefäße undeutlich erkennbar oder keine Gefäße sichtbar
Ohrmuschelknorpel	Im Antitragus nicht fühlbar	Im Antitragus fühlbar	Anthelix vorhanden	Helix vollständig vorhanden
Plantare Hautfältelung (nicht Leisten)	Keine Hautfältelung	Nur vordere transverse Hautfalte	Einige Falten über den vorderen 2/3	Gesamte Sohle mit Hautfalten bedeckt, einschließlich Ferse
Brustdrüsenewebe (Durchmesser)	<5 mm	5–10 mm	>10 mm	–
Brustwarzenbildung	Mamille kaum erkennbar, kein Warzenhof	Mamille gut erkennbar, Warzenhof vorhanden, nicht erhaben	Mamille gut erkennbar, Rand des Warzenhofs über Hautniveau	–
Fingernägel (Daumen)	Fingerkuppen noch nicht erreicht	Fingerkuppen erreicht	Fingerkuppen erreicht bzw. überragt, distaler Nagelrand deutlich ausgebildet	–
Kopfhaar	Zart, wolle, flaumig; einzelne Haare nicht zu unterscheiden	Kräftig, seidig; jedes einzelne Haar erkennbar	–	–