

Rolf F. Maier (Hrsg.)
Michael Obladen (Hrsg.)

Neugeborenen- intensivmedizin

Evidenz und Erfahrung

Unter Mitarbeit von
Brigitte Stiller und Micha Bahr

8., völlig überarbeitete und aktualisierte Auflage

Mit 63 Abbildungen und 89 Tabellen



Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Normale und gestörte Adaptation	1
	<i>M. Obladen</i>	
1.1	Unreife	1
1.1.1	Probleme des sehr untergewichtigen Neugeborenen	1
1.1.2	Definitionen	1
1.1.3	Bestimmung des Gestationsalters	3
1.1.4	Probleme des Frühgeborenen	6
1.1.5	Probleme des hypotrophen Neugeborenen	7
1.2	Postnatale Zustandsdiagnostik	8
1.3	Geburtsasphyxie	10
1.4	Atmungsadaptation	10
1.5	Kreislaufadaptation	12
1.5.1	Überwachung von Puls- und Herzfrequenz	13
1.5.2	Herzfrequenzvarianz	14
1.5.3	Überwachung des arteriellen Blutdrucks	14
1.5.4	Zentraler Venendruck	15
1.6	Reanimation des Neugeborenen	16
1.6.1	Reanimation des Frühgeborenen	18
1.6.2	Reanimation bei Mekoniumaspiration	20
1.6.3	Reanimation bei weißer Asphyxie	21
1.6.4	Besondere Reanimationssituationen	22
1.7	Thermoregulation	24
1.7.1	Wärmebildung – Wärmeverlust	24
1.7.2	Hypothermie	25
1.7.3	Wärmezufuhr	26
1.7.4	Hyperthermie	27
1.7.5	Thermoneutralpflege	27
1.7.6	Temperaturmonitoring	28
1.8	Überwachung des Neugeborenen: Weniger ist oft mehr	30

2	Ernährung	35
	<i>R. F. Maier</i>	
2.1	Ernährungsbedarf	35
2.1.1	Energie	35
2.1.2	Protein	36
2.1.3	Kohlenhydrate	36
2.1.4	Fett	37
2.1.5	Vitamine, Mineralien, Spurenelemente	37
2.2	Enterale Ernährung	39
2.2.1	Muttermilch bzw. Frauenmilch	39
2.2.2	Medikamentenübertritt in die Muttermilch	40
2.2.3	Formulanahrung	41
2.2.4	Muttermilch für Frühgeborene?	42
2.2.5	Muttermilchverstärker	43
2.2.6	Osteopenia praematurorum	43
2.2.7	Probiotika und Präbiotika	45
2.3	Nahrungsaufbau	46
2.3.1	Kranke reife Neugeborene	46
2.3.2	Hypotrophe und hypertrophe reife Neugeborene	46
2.3.3	Frühgeborene	46
2.3.4	Nasogastrische Sonde	51
2.4	Ernährungsdokumentation	52
2.5	Ergänzende parenterale Ernährung	53
2.6	Komplette parenterale Ernährung	56
3	Blutgasanalyse und Sauerstofftherapie	67
	<i>M. Obladen</i>	
3.1	Blutgasanalyse: Methodik	67
3.1.1	Probengewinnung	68
3.1.2	Kapillär	68
3.1.3	Arterienpunktion	68
3.1.4	Nabelarterienkatheter	68
3.1.5	Verweilkatheter in der A. radialis	72
3.2	Blutgasanalyse: Normalwerte beim Neugeborenen	72
3.3	Störungen des Säure-Basen-Haushalts	73

3.3.1	Medikamentöse Therapie	74
3.4	Sauerstoffdissoziation	76
3.5	Ursachen von Oxygenierungsstörungen	76
3.6	Indikation zur Sauerstofftherapie	78
3.7	Sauerstoffapplikation	79
3.8	Überwachung der Sauerstofftherapie	79
3.8.1	Arterielle Blutgasanalyse	79
3.8.2	Transkutane pO ₂ -Messung	80
3.8.3	Transkutane pCO ₂ -Messung	81
3.8.4	Pulsoxymetrie	81
3.9	Sauerstoffnebenwirkungen	83
3.9.1	Sauerstofftoxizität	83
3.9.2	Bronchopulmonale Dysplasie	83
3.9.3	Periventrikuläre Leukomalazie	83
3.10	Frühgeborenenretinopathie (ROP)	83
3.10.1	Epidemiologie	84
3.10.2	Prävention	85
3.10.3	Augenärztliche Untersuchung	86
3.10.4	Operative Behandlung	87
4	Künstliche Beatmung	91
	<i>R. F. Maier</i>	
4.1	Atemphysiologie und Atemmechanik	91
4.2	Indikation zur künstlichen Beatmung	94
4.3	Nichtinvasive Atemhilfe	95
4.3.1	Nasaler kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck (NCPAP) ...	95
4.3.2	Nasale intermittierende Positivdruckbeatmung (NIPPV)	97
4.4	Formen der künstlichen Beatmung	97
4.4.1	Intermittierende Positivdruckbeatmung (IPPV)	98
4.4.2	Intermittierend-mandatorische Ventilation (IMV)	99
4.4.3	Synchronisierte und assistierende Beatmung	99
4.4.4	Hochfrequenzbeatmung (HFPPV)	100
4.4.5	Hochfrequenzoszillationsbeatmung (HFOV)	100
4.5	Beutelbeatmung – Maskenbeatmung	101
4.6	Endotracheale Intubation	102
4.6.1	Vorbereitung	103

4.6.2	Prämedikation	103
4.6.3	Orotracheale Intubation	104
4.6.4	Nasotracheale Intubation	105
4.6.5	Lokalisationskontrolle des Tubus	106
4.6.6	Tubusfixierung	106
4.7	Steuerung der Beatmung	108
4.7.1	Initiale Respiratoreinstellung	108
4.7.2	Akute Verschlechterung am Respirator	109
4.7.3	Änderung von Beatmungsparametern und deren Auswirkung	109
4.8	Beatmung nach Surfactantsubstitution	114
4.9	Beatmungsentwöhnung	115
4.10	Extubation	117
4.11	Beatmungskomplikationen	118
4.11.1	Hypoxie	118
4.11.2	Hyperoxie	118
4.11.3	Hypokapnie	119
4.11.4	Hyperkapnie	119
4.11.5	Tubusobstruktion	120
4.11.6	Tubusdislokation	120
4.11.7	Druckschädigung durch Tubus	121
4.11.8	Extraalveoläre Gasansammlungen	122
4.11.9	Bronchopulmonale Dysplasie (BPD)	123
4.11.10	Nosokomiale Infektionen	123
4.12	Pflege des beatmeten Neugeborenen	123
4.12.1	Überwachung	123
4.12.2	Absaugen des Trachealtubus	124
4.12.3	Anwärmen, Anfeuchten und Vernebeln des Atemgases	126
4.12.4	Physiotherapie	127
4.12.5	Lagerungsbehandlung	128
4.12.6	Hygienische Voraussetzungen	128
4.12.7	Erkennen technischer Fehler	128
4.12.8	Geräteausfall	129

5	Pulmonale Erkrankungen	137
	<i>M. Obladen</i>	
5.1	Differenzialdiagnose	137
5.2	Atemnotsyndrom (Surfactantmangel)	139
5.2.1	Epidemiologie und Pathophysiologie	139
5.2.2	Klinik: Symptomatik und Diagnostik	141
5.2.3	Symptomatische Therapie	141
5.2.4	Kausale Therapie: Surfactantsubstitution	143
5.2.5	Prävention und Prognose	145
5.3	Mekoniumaspirationssyndrom (MAS)	146
5.4	Flüssigkeitslunge	148
5.5	Pneumothorax	149
5.6	Bronchopulmonale Dysplasie (BPD)	156
6	Kardiale Erkrankungen	167
	<i>B. Stiller</i>	
6.1	Diagnostik	168
6.2	Myokarderkrankungen	172
6.3	Gefäßbringe und Fisteln	173
6.4	Angeborene Herzfehler	174
6.4.1	Angeborene Herzfehler ohne Zyanose mit Obstruktion	175
6.4.2	Angeborene Herzfehler ohne Zyanose mit Links-rechts-Shunt	179
6.4.3	Angeborene Herzfehler mit Zyanose	181
6.4.4	Hypoplastisches Linksherzsyndrom (HLHS)	190
6.4.5	Perioperative Intensivversorgung	194
6.5	Herzinsuffizienz	196
6.5.1	Unterstützende Therapie bei Herzinsuffizienz	198
6.5.2	Kardiovaskuläre medikamentöse Therapie	200
6.5.3	Hypotension bei Früh- und Neugeborenen ohne Vitium cordis	207
6.6	Herzrhythmusstörungen	209
6.6.1	Supraventrikuläre Rhythmusstörungen	209
6.6.2	Sonstige Rhythmusstörungen	211
6.7	Ductus arteriosus	213
6.7.1	Ductus arteriosus bei ductusabhängigen Vitien	213

6.7.2	Persistierender Ductus arteriosus (PDA) des Frühgeborenen	215
6.8	Persistierende pulmonale Hypertension des Neugeborenen (PPHN)	221
6.9	Mechanische Kreislaufunterstützung	227
6.9.1	ECMO (extrakorporale Membranoxygenierung)	227
6.9.2	Zentrifugalpumpe	229
6.9.3	Pulsatiles Assist Device (z. B. Berlin Heart: Excor)	230
7	Chirurgie im Neugeborenenalter	239
	<i>M. Bahr</i>	
7.1	Behandlungsprinzipien	240
7.1.1	Elterngespräch und -einwilligung	240
7.1.2	Operationsvorbereitung	240
7.1.3	Narkose und intraoperative Überwachung	241
7.1.4	Postoperative Schmerztherapie	241
7.1.5	Minimalinvasive Therapie	241
7.1.6	Postoperative Pflege	242
7.1.7	Magensonde	243
7.1.8	Blasenkatheter	243
7.2	Respirationstrakt	244
7.2.1	Operativer thorakaler Zugang	244
7.2.2	Angeborene und erworbene Trachealstenosen	244
7.2.3	Kongenitale zystisch-adenomatoide Malformation (CCAM)	245
7.3	Gastrointestinaltrakt	245
7.3.1	Operativer abdominaler Zugang	245
7.3.2	Abdominale Drainagen	245
7.3.3	Enterostomata	246
7.3.4	End-zu-End-Anastomose	247
7.3.5	Bishop-Koop-Anastomose	247
7.3.6	Ösophagusatresie	247
7.3.7	Duodenalatresie	251
7.3.8	Dünndarmatresie	251
7.3.9	Kolonatresie	252
7.3.10	Analatresie	252
7.3.11	Malrotation – Volvulus	255

7.3.12	Omphalozele	256
7.3.13	Gastroschisis	257
7.3.14	Zwerchfellhernie	258
7.3.15	Ileus	261
7.3.16	Mekoniumpfropf – Mekoniumileus – Mekoniumperitonitis	264
7.3.17	Nekrotisierende Enterokolitis (NEC)	265
7.3.18	Fokale intestinale Perforation (FIP)	272
7.3.19	Duplikaturen des Gastrointestinaltraktes	272
7.3.20	Morbus Hirschsprung	273
7.3.21	Extrahepatische Gallengangsatresie	273
7.3.22	Omphalitis – nässender Nabel – Ductus omphaloentericus – Urachus	274
7.3.23	Nabelhernie	275
7.4	Urogenitaltrakt	275
7.4.1	Ureterabgangstenose	275
7.4.2	Megaureter	275
7.4.3	Vesikoureteraler Reflux	276
7.4.4	Urethralklappen	276
7.4.5	Doppelnieren	277
7.4.6	Blasenekstrophie	277
7.4.7	Vesikointestinale Fissur	278
7.4.8	Prune-belly-Syndrom	278
7.4.9	Hypospadie	279
7.4.10	Leistenhernie und Hydrozele	279
7.4.11	Hodentorsion	280
7.4.12	Ovarialzyste	280
7.4.13	Intersexuelles Genitale	281
7.4.14	Nebennierenblutung	282
7.5	Tumoren	282
7.5.1	Infantile Hämangiome	282
7.5.2	Zystisches Hygrom	283
7.5.3	Steißbeinteratom	284
7.5.4	Neuroblastom	284
7.5.5	Konnataler Hyperinsulinismus	285
7.6	Verletzungen und Skelettfehlbildungen	285
7.6.1	Perinatale Verletzungen	285

7.6.2	Angeborene Hüftgelenksdysplasie	286
7.6.3	Syndaktylie, Polydaktylie	286
7.7	Fetale Chirurgie	287
8	Nierenkrankheiten	295
	<i>R. F. Maier</i>	
8.1	Neonatale Nierenfunktion	295
8.2	Akute Niereninsuffizienz	297
8.2.1	Prärenales Nierenversagen	298
8.2.2	Renales Nierenversagen	300
8.2.3	Postrenales Nierenversagen	301
8.3	Peritonealdialyse	301
8.4	Diuretikatherapie	302
8.5	Harnwegsinfektionen	304
8.6	Nierenvenenthrombose	306
8.7	Konnatales nephrotisches Syndrom	308
8.8	Hyperprostaglandin-E-Syndrom (antenatales Bartter-Syndrom)	309
8.9	Arterielle Hypertonie	310
9	Flüssigkeits- und Elektrolytbilanz	317
	<i>R. F. Maier</i>	
9.1	Flüssigkeitsbilanz	317
9.1.1	Insensibler Wasserverlust	317
9.1.2	Flüssigkeitsbedarf	318
9.2	Dehydratation	321
9.3	Ödeme	322
9.4	Elektrolytbedarf	323
9.5	Natrium	324
9.5.1	Hyponatriämie	324
9.5.2	Hypernatriämie	326
9.6	Kalium	327
9.6.1	Hypokaliämie	328
9.6.2	Hyperkaliämie	329
9.7	Calcium	331

9.7.1	Hypocalcämie	332
9.7.2	Hypercalcämie	333
9.8	Magnesium	334
9.8.1	Hypomagnesiämie	335
9.8.2	Hypermagnesiämie	336
9.9	Syndrom der inadäquaten ADH-Sekretion (SIADH)	336
10	Fehlbildungen und Erkrankungen des Nervensystems	341
	<i>R. F. Maier</i>	
10.1	Neurologische Untersuchungstechniken	341
10.1.1	Neurologische Untersuchung des Neugeborenen	341
10.1.2	Ultraschalluntersuchung	342
10.1.3	Doppler-Sonografie	342
10.1.4	Magnetresonanztomografie (MRT)	346
10.1.5	Amplitudenintegriertes EEG (aEEG)	346
10.1.6	Akustisch evozierte Potenziale	347
10.1.7	Lumbalpunktion	348
10.2	Spina bifida	349
10.3	Konnataler Hydrozephalus	350
10.4	Vena-Galeni-Malformation (VGAM)	352
10.5	Neonatale Krampfanfälle	352
10.5.1	Häufigkeit und Ätiologie	352
10.5.2	Klinik	353
10.5.3	Diagnostik	355
10.5.4	Therapie	355
10.5.5	Prognose	358
10.6	Neonataler Drogenentzug	358
10.7	Rezidivierende Apnoen	360
10.8	Intrakranielle Blutungen	363
10.8.1	Subdurale Blutungen	364
10.8.2	Primär subarachnoidale Blutung	365
10.8.3	Intraventrikuläre Blutung des reifen Neugeborenen	365
10.8.4	Intraventrikuläre Blutung und Parenchymblutung des Frühgeborenen	366
10.8.5	Posthämorrhagischer Hydrozephalus	369

10.9	Entstehung der perinatalen Gehirnschädigung	370
10.10	Hypoxisch-ischämische Enzephalopathie (HIE)	371
10.10.1	Therapeutische Hypothermie	376
10.11	Periventrikuläre Leukomalazie des Frühgeborenen	378
10.12	Neuroprotektion	379
10.13	Minimal Handling	380
10.14	Plötzlicher Kindstod/Monitorüberwachung zu Hause	382
11	Akute metabolische Entgleisungen	393
	<i>R. F. Maier</i>	
11.1	Hypoglykämie	393
11.2	Embryofetopathia diabetica	397
11.3	Hyperglykämie	399
11.4	Akute angeborene Stoffwechselkrankheiten	401
11.4.1	Leitsymptome	402
11.4.2	Notfalldiagnostik	403
11.4.3	Notfalltherapie	405
11.5	Stoffwechselscreening	407
12	Hämatologische Probleme	415
	<i>R. F. Maier</i>	
12.1	Referenzwerte	415
12.2	Neonatale Anämie	417
12.2.1	Frühgeborenenanämie	420
12.3	Erythrozytentransfusion	423
12.3.1	Transfusionsindikation	424
12.3.2	Transfusionsvolumen	425
12.3.3	Durchführung der Transfusion	425
12.4	Polyzythämie	427
12.5	Koagulopathien	429
12.5.1	Angeborene Koagulopathien	432
12.5.2	Erworbene Koagulopathien	432
12.5.3	Verbrauchskoagulopathie	434
12.6	Thrombophilie	435

12.7	Neonatale Thrombozytopenie	436
12.7.1	Neonatale Alloimmunthrombozytopenie (NAIT)	437
12.7.2	Neonatale Autoimmunthrombozytopenie (AITP)	439
12.7.3	Indikation für Thrombozytentransfusion	439
13	Hyperbilirubinämie und Morbus haemolyticus neonatorum	447
	<i>R. F. Maier</i>	
13.1	Definition und Häufigkeit	447
13.2	Physiologie und Pathophysiologie	448
13.2.1	Bilirubinstoffwechsel	448
13.2.2	Bilirubinzephalopathie	450
13.3	Differenzialdiagnose und diagnostisches Vorgehen bei Hyperbilirubinämie	452
13.4	Nichthämolytischer Ikterus	453
13.4.1	Reife Neugeborene	453
13.4.2	Frühgeborene	454
13.5	Morbus haemolyticus neonatorum	455
13.5.1	Rhesusinkompatibilität	456
13.5.2	ABO-Inkompatibilität	457
13.5.3	Resorptionsikterus	458
13.6	Hydrops fetalis	459
13.6.1	Pathophysiologie und Ätiologie	459
13.6.2	Behandlung	460
13.7	Nabelvenenkatheterung	462
13.7.1	Nabelgefäßkatheterbesteck	462
13.7.2	Technik	463
13.7.3	Katheterentfernung	464
13.8	Blutaustauschtransfusion	465
13.8.1	Wahl des Austauschblutes	465
13.8.2	Durchführung des Blutaustausches	465
13.8.3	Nebenwirkungen und Gefahren	467
13.9	Fototherapie	469
13.9.1	Wirkungsmechanismus	469
13.9.2	Indikation	469
13.9.3	Kontraindikationen	469

13.9.4	Durchführung	470
13.9.5	Besondere Probleme	470
13.10	Hepatozellulärer/cholestatischer Ikterus	471
13.10.1	Pathophysiologie	471
13.10.2	Ursachen/Differenzialdiagnose	472
13.10.3	Diagnostik	473
13.10.4	Behandlung	473
14	Infektionen	479
	<i>M. Obladen</i>	
14.1	Immunstatus und Infektabwehr	479
14.2	Diagnostik bei Infektionsverdacht	479
14.3	Vertikale Infektionen	481
14.4	B-Streptokokkeninfektion	483
14.5	Sepsis	484
14.5.1	Prädisponierende Faktoren	484
14.5.2	Klinik	484
14.5.3	Therapie	485
14.6	Meningitis	486
14.7	RSV-Infektion	488
14.8	CMV-Infektion	489
14.9	HIV-Exposition	490
14.10	Toxoplasmose	492
14.11	Candidiasis	493
14.12	Nosokomiale Infektionen	494
15	Regionalisierung, Qualitätssicherung, Ergebnisse	505
	<i>R. F. Maier</i>	
15.1	Regionalisierung	505
15.2	Mindestmengen	505
15.3	Personelle Voraussetzungen	506
15.3.1	Schichtdienst	506
15.3.2	Reanimations- und Transportdienst	506
15.3.3	Anhaltzahlen für Personalbedarf	507
15.3.4	Ausbildung und Einarbeitung	507

15.4	Transport	507
15.4.1	Mütterlicher Transport	507
15.4.2	Neonataler Transport	509
15.4.3	Organisation und Durchführung des Transports	511
15.4.4	Mobile Intensivbehandlungseinheit und Notfallkoffer	511
15.4.5	Hubschraubertransport	513
15.4.6	Rücktransport	513
15.5	Wirtschaftlichkeit	513
15.5.1	Kosten der Neugeborenenintensivmedizin	513
15.5.2	Verweildauer und Wiederaufnahmerate	514
15.6	Neugeborenensterblichkeit	514
15.6.1	Mortalitätsdefinitionen	514
15.6.2	Internationaler Vergleich	515
15.6.3	Situation in der Bundesrepublik Deutschland	515
15.6.4	Letalität	519
15.7	Überlebensrate Frühgeborener	519
15.8	Zerebrale Behinderung	522
15.8.1	Häufigkeit	522
15.8.2	Hörstörungen	524
15.8.3	Sehstörungen	525
15.9	Wachstum	525
15.10	Metabolisches Syndrom	526
15.11	Nachuntersuchung	526
15.12	Förderprogramme	527
15.13	Volkswirtschaftliche Bedeutung	527
16	Grenzen der Neugeborenenintensivmedizin	537
	<i>M. Obladen</i>	
16.1	Grenzfragen	537
16.2	Philosophisch-ethische Orientierungshilfen	538
16.3	Religiös-christliche Orientierungshilfen	539
16.4	Juristisch-historische Orientierungshilfen	539
16.5	Gibt es eine biologische Grenze, an der die Erhaltung des Lebens Frühgeborener scheitert?	540
16.6	Sollte jedes Neugeborene nach der Geburt reanimiert werden?	541

16.7	Ist ein Behandlungsabbruch bei Neugeborenen mit klarer Diagnose und äußerst schlechter Prognose gerechtfertigt?	542
16.8	Ist das Beenden einer künstlichen Beatmung aktive Sterbehilfe?	544
16.9	Iatrogene Katastrophen in der Neonatologie	545
17	Eltern auf der Intensivstation	549
	<i>M. Obladen</i>	
17.1	Reaktion der Eltern auf die Geburt eines frühgeborenen oder kranken Kindes	549
17.2	Folgen einer langfristigen Trennung von Mutter und Kind	550
17.3	Aufgaben der Eltern auf der Intensivstation	551
17.4	Information der Eltern	552
17.5	Pränatales Konsil	553
17.6	Konflikt mit Eltern	553
17.7	Eltern und Behandlungsbegrenzung	554
17.8	Gespräche beim Tod eines Kindes	555
17.9	Entlassung	556
17.10	Die Atmosphäre der Intensivstation	556
18	Pharmakotherapie des Neugeborenen	561
	<i>R. F. Maier</i>	
18.1	Pharmakokinetik und Pharmakodynamik	561
18.2	Verordnung	562
18.3	Applikation	563
18.4	Steuerung und Überwachung	564
18.5	Analgesie, Sedierung, Relaxierung	566
18.5.1	Schmerzbehandlung	567
18.5.2	Sedierung	569
18.5.3	Relaxierung	570
18.6	Gentamicin-Behandlung	571

18.7	Venöse Gefäßzugänge bei Früh- und Neugeborenen	572
18.7.1	Zentralvenöse Katheter	573
18.7.2	Umgang mit zentralvenösen Kathetern	574
18.8	Zulassung von Medikamenten für Früh- und Neugeborene	575
18.9	Erprobung neuer Behandlungsverfahren bei Neugeborenen	576
18.10	Dosierungsempfehlungen	577
	Stichwortverzeichnis	599

Kapitelübersicht



- KAPITEL 1 Normale und gestörte Adaptation
- KAPITEL 2 Ernährung
- KAPITEL 3 Blutgasanalyse und Sauerstofftherapie
- KAPITEL 4 Künstliche Beatmung
- KAPITEL 5 Pulmonale Erkrankungen
- KAPITEL 6 Kardiale Erkrankungen
- KAPITEL 7 Chirurgie im Neugeborenenalter
- KAPITEL 8 Nierenkrankheiten
- KAPITEL 9 Flüssigkeits- und Elektrolytbilanz
- KAPITEL 10 Fehlbildungen und Erkrankungen des Nervensystems
- KAPITEL 11 Akute metabolische Entgleisungen
- KAPITEL 12 Hämatologische Probleme
- KAPITEL 13 Hyperbilirubinämie
und Morbus haemolyticus neonatorum
- KAPITEL 14 Infektionen
- KAPITEL 15 Regionalisierung, Qualitätssicherung, Ergebnisse
- KAPITEL 16 Grenzen der Neugeborenenintensivmedizin
- KAPITEL 17 Eltern auf der Intensivstation
- KAPITEL 18 Pharmakotherapie des Neugeborenen