

Inhaltsverzeichnis

1	Anatomie und Physiologie des Respirationstrakts	1	2.2	Restriktive Lungenerkrankungen . .	23
	Beate Krenek		2.2.1	Pneumonie	23
1.1	Thorax, Lungen und Atemwege . .	2	2.2.2	Interstitielle Lungenerkrankungen. . .	27
1.1.1	Gasleitendes System der oberen und unteren Atemwege	2	2.2.3	Restriktive Funktionseinschränkungen infolge atemmechanischer Einschränkungen	28
1.1.2	Bronchien und Bronchiolen.	3	2.2.4	Neurologische Erkrankungen mit respiratorischen Funktionsstörungen	30
1.1.3	Gasaustauschendes System	4	2.2.5	Orthopädische Erkrankungen mit respiratorischen Funktionsstörungen: Skoliose/Kyphose	31
1.2	Atemmuskulatur	6	2.2.6	Thoraxtrauma.	33
1.2.1	Atempumpe.	6	2.2.7	Pneumothorax	34
1.2.2	Diaphragma (Zwerchfell)	6	2.3	Obstruktive Lungenerkrankungen. .	35
1.2.3	Atemhilfsmuskulatur	8	2.3.1	Asthma bronchiale.	35
1.3	Atemmechanik und Atemarbeit . .	8	2.3.2	Chronische Bronchitis.	37
1.3.1	Atemmechanik.	8	2.3.3	Lungenemphysem	38
1.3.2	Atemarbeit (Work of breathing [WOB])	9	2.3.4	Chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD)	39
1.4	Atemformen	9	2.3.5	Zystische Fibrose (CF)	41
1.4.1	Bauchatmung/abdominelle Atmung. .	10	2.3.6	Begleit- und Folgeerscheinungen von obstruktiven Lungenerkrankungen . .	42
1.4.2	Flankenatmung/ kostale Atembewegung	10	3	Der physiotherapeutische Prozess	47
1.4.3	Brustatmung/sternale Atembewegung	10		Beate Krenek	
1.4.4	Symbiose von Zwerchfell und Herz . .	10	3.1	Physiotherapie und Atemphysiotherapie	48
1.5	Ventilation, Perfusion, Diffusion . .	11	3.2	Problemidentifizierung	48
1.5.1	Ventilation.	11	3.2.1	Anamnesegespräch	48
1.5.2	Ventilations- und Perfusionsverhältnis .	14	3.2.2	Erstellen einer physiotherapeutischen Diagnose	49
1.5.3	Diffusion	14	3.3	Planung- und Umsetzung	49
1.6	Atemregulation	15	3.4	Dokumentation, Reflexion und Evaluation	50
1.7	Mukoziliäre Clearance	16	4	Diagnostik und atemphysiotherapeutische Befunderhebung.	51
1.7.1	Physiologie des Reinigungsmechanismus	16		Beate Krenek	
1.7.2	Störung des mukoziliären Reinigungsprozesses	17	4.1	Stellenwert der Befunderhebung . .	53
1.7.3	Beeinflussung der Sekretkonsistenz .	17	4.2	Anamnestische Patientenbefragung	53
2	Pathologie des Respirationstraktes	19			
	Beate Krenek				
2.1	Störungen des Gasaustauschs	20			
2.1.1	Atelektase	21			
2.1.2	Lungenembolie	22			

XII Inhaltsverzeichnis

4.2.1	Atemnot	53	5	Ventilationsverbesserung, Inspirationsvertiefung, Atemlenkung	75
4.2.2	Husten.	53		Beate Krenek	
4.2.3	Schmerzen	53	5.1	Betroffene Patienten	76
4.2.4	Bisherige Therapien	53	5.2	Lagerung als Pneumonie- und Atelektasenprophylaxe	76
4.3	Patienteneinschätzung durch den Therapeuten	53	5.2.1	Lungengesunder, spontan atmender Erwachsener	76
4.4	Sichtbefund (Inspektion)	54	5.2.2	Lungengesunder, spontan atmender, höhergradig adipöser Erwachsener	76
4.4.1	Atemfrequenz	54	5.2.3	Beatmeter Patient	77
4.4.2	Atemwege	54	5.2.4	Spontan atmender Säugling	77
4.4.3	Atemhilfsmuskeleinsatz	54	5.2.5	Patient mit höhergradiger Skoliose . .	77
4.4.4	Einziehungen	54	5.2.6	Spontan atmender Patient mit COPD IV	77
4.4.5	Periphere/zentrale Zyanose	54	5.2.7	Patient mit neurologischer Erkrankung	77
4.4.6	Atemrhythmus	54	5.3	Kontaktatmung	77
4.4.7	Thoraxsymmetrie und Thoraxform . .	55	5.4	Thoraxmobilisation	77
4.4.8	Atemmuskelermüdung/-erschöpfung	55	5.5	Thoraxkompression, Recoil, Thoraxschnellen	78
4.5	Tastbefund (Palpation) und Klopfbefund (Perkussion)	55	5.6	Zwerchfellmanipulation	78
4.5.1	Palpation des Thorax	55	5.7	Reizgriffe	79
4.5.2	Perkussion	56	5.8	Incentive-Spirometer	79
4.5.3	Zwerchfellpalpation	56	5.8.1	Gerätehandhabung	80
4.6	Spezielle atemtherapeutische Befundung	56	5.8.2	Charakteristika	80
4.6.1	Messung der Dyspnoe	56	5.9	Y-Trainer	81
4.6.2	Pulsoxymetrie	58	5.10	Körperliches Training	81
4.6.3	Auskultation	59	5.11	CPAP/BIPAP/EZPAP	81
4.6.4	Messung des Maximal inspira- torischen (MIP) und Maximal expiratorischen Drucks (MEP)	60	6	Management akuter oder chronischer Atemnot (Atemnotmanagement)	83
4.6.5	Messung des Peak-Cough-Flows (PCF) und des Peak-Flows (PEF)	61		Beate Krenek	
4.7	Tests zur Feststellung der körperlichen Leistungsfähigkeit	62	6.1	Dyspnoe, Atemmuskelschwäche, Atemmuskelermüdung	84
4.7.1	Labortests	63	6.2	Ätiologie	84
4.7.2	Gehtests	63	6.3	Klinik	84
4.7.3	ADL-Tests	65	6.4	Diagnostik	85
4.8	Interpretation der ärztlichen Befundung	67	6.5	Therapie	85
4.8.1	Thoraxröntgen	67	6.5.1	Atemerleichternde Körperpositionen	85
4.8.2	Spirometrie	69	6.5.2	Lippenbremse	85
4.8.3	Bronchospasmolyse- und Provokationstest	71	6.5.3	Unterstützung der Ausatmung	86
4.8.4	Blutgasanalyse	71			
4.8.5	Blutuntersuchung	73			
4.9	Red Flags bei der Diagnostik	73			

6.5.4	Inhalation bzw. Sauerstoffgabe.	86	9.2	Allgemeines Ausdauertraining in der Pneumologie.	120
6.5.5	Nichtinvasive Beatmung (NIV)	90	9.3	Allgemeines Krafttraining in der Pulmologie	122
6.5.6	Bewegungsökonomie bei den Akti- vitäten des täglichen Lebens (ADL) . .	91	9.3.1	Atemtechnik	122
7	Inhalationstherapie	93	9.3.2	Durchführung des Krafttrainings . . .	123
	Beate Krenek		9.4	Training und Ernährung	123
7.1	Stellenwert der Inhalationstherapie	94	9.5	Spezifisches Atemmuskeltraining . .	123
7.2	Physikalische Grundlagen der Inhalation	94	9.5.1	Indikationen und Kontra- indikationen.	124
7.3	Geräte für die Inhalationstherapie .	95	9.5.2	Einstellung eines spezifischen Atemmuskeltrainings	125
7.3.1	Dosieraerosol mit Vorschaltkammer .	95	9.6	Entspannungstherapie bei Patienten mit Atemnot	127
7.3.2	Pulverinhalatoren.	96	9.6.1	Ziele und Formen	128
7.3.3	Soft Mist Inhaler/RespiMat	97	9.6.2	Grundsätze	128
7.3.4	Elektrische Inhalationsgeräte	97	10	Atemtherapie in der Pädiatrie . .	131
7.4	Auswahl eines Inhalationsdevices und Inhalationsschulung	98		Hannes Sucher	
7.4.1	Auswahl eines Inhalationsdevices . .	98	10.1	Anatomie und Physiologie des pädiatrischen Respirationstraktes . .	133
7.4.2	Schulung von Inhalationsdevices . .	98	10.1.1	Pränatale Lungenentwicklung.	133
7.5	Inhalative Medikamente	99	10.1.2	Postnatale Lungenentwicklung.	134
8	Sekretfördernde Physiotherapie	103	10.1.3	Extrathorakale Atemwege.	134
	Beate Krenek		10.1.4	Intrathorakale Atemwege.	136
8.1	Sekretförderung	104	10.1.5	Atemwege und Thorax bei Kindern und Erwachsenen	137
8.2	Atemphysiologische Grundlagen der Sekretmobilisation	104	10.2	Physiologie des pädiatrischen Respirationstraktes	138
8.2.1	Druckprinzip: Gas-Liquid-Pumping . .	105	10.2.1	Atemmechanik.	138
8.2.2	Flowprinzip: Forcierte Expiration . .	105	10.2.2	Gasaustausch	139
8.3	Sekretlösende Techniken	107	10.3	Pathophysiologie des pädiatrischen Respirationstraktes	140
8.4	Sekrettransportierende Techniken . .	107	10.3.1	Obstruktive Ventilationsstörungen . .	140
8.4.1	Husten (tussive Clearance)	107	10.3.2	Restriktive Ventilationsstörungen . .	140
8.4.2	Huff-Manöver	108	10.3.3	Atelektasen	140
8.4.3	Verlängerte Ausatmung mit Thoraxkompression	110	10.4	Diagnostik und atemphysiothera- peutische Befunderhebung.	141
8.4.4	Forced Expiration Technique (FET) . .	110	10.4.1	Befundblock: Allgemeiner Sichtbefund	141
8.4.5	Autogene Drainage (AD)	110	10.4.2	Befundblock: Anamnesege spräch . .	141
8.4.6	Active Cycle of Breathing Technique (ACBT).	111	10.4.3	Befundblock: Spezieller Sichtbefund – Atmung	142
8.4.7	Positive Expiratory Pressure (PEP) . .	112	10.4.4	Befundblock: Husten und weitere Atemgeräusche	142
8.4.8	Sport als Sekretförderung.	116	10.4.5	Befundblock: Auskultation	143
9	Training und Entspannung in der Pulmologie	119			
	Beate Krenek				
9.1	Körperliches Training.	120			

XIV Inhaltsverzeichnis

10.4.6	Befundblock: Handlungsstatus	143	11.2.2	Druckunterstützung	170
10.4.7	Befundblock: Nebendiagnosen mit respiratorischer Relevanz	144	11.2.3	FiO ₂	170
10.4.8	Befundblock: Medikamenten- inhalation	144	11.2.4	Inspiratorische Anstiegszeit.	170
10.5	Besonderheiten der Inhalations- therapie bei Kindern	144	11.2.5	Endinspiration	170
10.5.1	Reinigung der oberen Atemwege . . .	145	11.2.6	Trigger	170
10.5.2	Aerosolgröße	145	11.2.7	Verhältnis zwischen Inspiration und Expiration.	171
10.5.3	Maskensitz.	145	11.3	Atemphysiotherapeutische Befundung auf der Intensivstation .	171
10.5.4	Mundstück.	145	11.3.1	Klinische Untersuchung	171
10.5.5	Inhalationstechnik	146	11.3.2	Monitoring.	171
10.5.6	Feuchteinhalation	147	11.3.3	Lungen- und Zwerchfellultraschall . .	172
10.5.7	Inhalation mit Trockenpulver- inhalatoren	148	11.3.4	Atemmuskelfraft messen	173
10.6	Atemphysiotherapeutische Maßnahmen in der Pädiatrie	149	11.3.5	Lungenröntgen	175
10.6.1	Kontaktatmung	149	11.3.6	Blutgasanalyse.	175
10.6.2	Lagerung	149	11.4	Lagerung als physiotherapeutische Intervention	175
10.6.3	Perkussion/Vibration	150	11.4.1	Rückenlage	175
10.6.4	Muskel- und Weichteiltechniken . . .	150	11.4.2	Oberkörperhochlage.	175
10.6.5	Active Cycle of Breathing Technique (ACBT).	152	11.4.3	Seitenlage	175
10.6.6	Assistierte autogene Drainage	152	11.4.4	Bauchlage	176
10.6.7	PEP-Therapie	153	11.4.5	Inkomplette Bauchlage.	176
10.6.8	Oszillierendes PEP	155	11.4.6	Frühmobilisation	176
10.6.9	Spielerische Atemtherapie	157	11.5	Nasal-High-Flow-Sauerstoff- therapie.	176
10.6.10	Husten.	157	11.5.1	Wirkung des NHFOT.	177
10.6.11	Thoraxmobilität	158	11.5.2	Inspiratorische Sauerstofffraktion (FiO ₂).	177
10.7	Erkrankungen des pädiatrischen Respirationstraktes.	158	11.5.3	Flow	177
10.7.1	Akute virale Bronchiolitis	158	11.5.4	Temperatur	177
10.7.2	Obstruktive Bronchitis	159	11.6	Nichtinvasive Beatmung.	178
10.7.3	Pneumonie	160	11.6.1	Voraussetzungen	178
10.7.4	Dyspnoe	161	11.6.2	Vor- und Nachteile	178
10.7.5	Asthma bronchiale.	162	11.6.3	Indikationen.	178
10.7.6	Zystische Fibrose	163	11.6.4	Kontraindikationen.	178
10.7.7	Coronavirus-SARS-CoV-2-Infektion. .	164	11.6.5	Erfolgs- und Abbruchkriterien	179
11	Atemphysiotherapie auf der Intensivstation	167	11.6.6	Interfaces – der Weg zur richtigen Maske	179
	Jasmin Schmucker		11.6.7	Physiotherapeutischer Einsatz.	181
11.1	Pathophysiologie des Respirationstraktes beim beatmeten Patienten	169	11.6.8	Beatmungseinstellungen bei nichtinvasiver Beatmung	181
11.2	Grundbegriffe der Beatmung	169	11.7	Der künstliche Atemweg über Endotrachealtubus und Trachealkanüle	182
11.2.1	PEEP	169	11.7.1	Endotrachealtubus	182

11.7.2	Tracheotomie	183	12	20 Fragen zur Physiotherapie auf der COVID-Intensivstation . .	207
11.7.3	Inhalation über den künstlichen Atemweg.	187		Stefan Nessizius	
11.7.4	Einsatz von Atemtherapiegeräten über den künstlichen Atemweg. . . .	187	12.1	Was ist COVID-19?	209
11.7.5	Absaugen/Sekretevakuierung über den künstlichen Luftweg.	189	12.2	Wieso kommen manche COVID-Patienten auf die Intensivstation? . .	209
11.8	Grundlagen der invasiven Beatmung	192	12.3	Wie sieht die Behandlung mit Sauerstoff aus?	210
11.8.1	Kontrollierte Beatmung	192	12.4	Warum hat die künstliche Beatmung negative Folgen?	210
11.8.2	Assistierte/augmentierte Beatmung .	192	12.5	Was bedeute Weaning?	211
11.8.3	Spontanatmung	193	12.6	Wozu werden Physiotherapeuten auf der Intensivstation gebraucht?	211
11.9	Atemphysiotherapie bei beatmeten Patienten.	193	12.7	Was ist der Unterschied zwischen Frührehabilitation und Frühmobilisation?	212
11.9.1	Active Cycle of Breathing Technique (ACBT).	194	12.8	Wie sicher ist die Frühmobilisation von Intensivpatienten?	212
11.9.2	Thoraxkompression	194	12.9	Gibt es langfristige Folgen durch den Aufenthalt auf der COVID-Intensivstation?	214
11.9.3	Atemmuskeltraining.	195	12.10	Was ist eine ICUAW?	214
11.9.4	Hyperinflation/Bagging.	196	12.11	Wie entsteht ein Delir auf der Intensivstation (Intensiv-Delir)? . .	215
11.9.5	Mobilisation von beatmeten Patienten	196	12.12	Wozu werden Physiotherapeuten auf der COVID-Intensivstation benötigt?	216
11.10	Weaning von der Beatmungs- maschine	196	12.13	Gibt es validierte Assessments für die „intensive“ Physiotherapie? .	216
11.10.1	Vorgehen.	197	12.13.1	Frailty-Index.	217
11.10.2	Prädiktoren für ein erfolgreiches Weaning	197	12.13.2	Richmont Agitation and Sedation Scale (RASS)	217
11.11	Atemphysiotherapie beim Spontanatmenden	198	12.13.3	Intensive Care Delirium Screening Checklist (ICDSC)	217
11.11.1	Inspirationsvertiefende Maßnahmen.	198	12.13.4	Confusion Assessment Method Intensive Care Unit (CAM-ICU).	218
11.11.2	Sekretfördernde Maßnahmen.	198	12.13.5	Numeric Rating Scale (NRS)	218
11.11.3	EzPAP (Easy positive airway pressure system)	199	12.13.6	Behavioiral Pain Scale (BPS & BPS-NI) . .	218
11.11.4	Mechanischer In- und Exsufflator (Cough Assist)	199	12.13.7	Beurteilung der Belastungs-fähigkeit	219
11.12	Ausgewählte Krankheitsbilder in der Intensivmedizin.	200	12.14	Wieso müssen COVID-Intensivpatienten gelagert werden?	220
11.12.1	Ventilatorinduzierte diaphragmale Dysfunktion	200	12.15	Sollen sich Physiotherapeuten in das Weaning mit einbringen?	221
11.12.2	Ventilatorassoziierte Pneumonie (VAP).	200			
11.12.3	Akutes Atemnotsyndrom (ARDS). . .	201			
11.12.4	Coronavirus-SARS-CoV-2-Infektion. .	202			
11.12.5	Long-COVID.	203			
11.12.6	Pneumothorax	203			

12.16	Wie kann die Atemphysiotherapie bei COVID-Intensivpatienten gestaltet werden?	221
12.17	Bewegungstherapie bei COVID-Intensivpatienten – wie soll das gehen?	222
12.18	Kann Frühmobilisation und Bewegungstherapie zur Delirprävention eingesetzt werden?	223
12.19	Wie kann ein interprofessionelles Mobilisationskonzept aussehen . . .	223
12.20	Was haben wir aus COVID-19 gelernt?	224

13	Rehabilitation von Post-COVID-19-Patienten	227
	Andreas Mühlbacher	
13.1	Pathologie.	228
13.1.1	Definition und Prävalenz.	228
13.1.2	Klinik und Symptome	229
13.1.3	Screening im multiprofessionellen Setting.	231
13.2	Physiotherapeutische Therapieziele und Maßnahmen	233
13.2.1	Belastungsintoleranz	234
13.2.2	Atemnot/Breathing Pattern Disorders .	238
13.2.3	Autonome Dysregulation	238
	Register	241