

Beatmung

Reinhard Larsen • Alexander Mathes

Beatmung

Indikationen - Techniken - Krankheitsbilder

7. Auflage



Reinhard Larsen
Homburg, Deutschland

Alexander Mathes
Köln, Deutschland

ISBN 978-3-662-64535-2 ISBN 978-3-662-64536-9 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-64536-9>

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

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert an Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 1997, 1999, 2004, 2009, 2013, 2018, 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/Lektorat: Ulrike Hartmann

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

Vorwort zur 7. Auflage

Nach 25 Jahren und 6 erfolgreichen Auflagen hat sich Herr Dr. Thomas Ziegenfuß, einer der beiden Begründer des Buches, in den Ruhestand verabschiedet. Wir danken ihm sehr herzlich für die ungetrübte Zusammenarbeit und erinnern ihn an eine nach wie vor gültige Erkenntnis: „Nihil agere delectat.“

Für die Neuauflage hat Herr Professor A. Mathes alle beatmungstechnischen und klinischen Kapitel gründlich überarbeitet, teilweise umstrukturiert, gestrafft und vollständig aktualisiert. Neu aufgenommen wurden das ► Kap. 27 über respiratorische Viruserkrankungen, einschließlich COVID-19, sowie das ► Kap. 33 zur Beatmung bei Kapazitätsengpässen, ergänzt durch neue Leitlinien oder deren Aktualisierungen und neue technische Verfahren wie die herzdruckmassagen-synchronisierte Beatmung.

Unser Dank gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Springer Verlags, ganz besonders Frau Ulrike Hartmann, die das Buchprojekt seit vielen Jahren engagiert begleitet und unterstützt.

Reinhard Larsen
Homburg und Köln

Alexander Mathes
Homburg und Köln
im Januar 2023

Übersicht: Beatmungsformen

■ Tab. 1 Übersicht über verschiedene Beatmungsformen

Name	Abkürzungen	Merkmale
Kontrollierte Beatmung		
Volumenkontrollierte Beatmung	VCV, VC-CMV	Volumen- und zeitgesteuerter Atemhub
Druckkontrollierte Beatmung	PCV, PC-CMV	Druck- und zeitgesteuerter Atemhub
Hybridbeatmung	PCV-VG, PRVC, Dual-control, Autoflow	Druckkontrollierte Beatmung mit Zielvolumenkontrolle
Augmentierende Beatmung		
Kontinuierlich positiver Atemwegsdruck	CPAP	Spontanatmung auf kontinuierlich erhöhtem Druckniveau
Volumenunterstützte Spontanatmung	VC-A/C	Patientengetriggerte, mandatorische, volumenkontrollierte Atemhub
Druckunterstützte Spontanatmung	PSV, ASB, IPS, IFA, HIS, IA, PS	Patientengetriggerte, druckgeregelte, flussgesteuerte Unterstützung
Proportional druckunterstützte Spontanatmung	PAV, PPS	Adaptive Druckunterstützung in Abhängigkeit der Einatembemühung
Variabel druckunterstützte Spontanatmung	VPS, noisy PSV	Zufallsgesteuerte, variabel druckunterstützte Spontanatmung
Biphasische positive Atemdruckformen	BIPAP	Biphasische druckkontrollierte Beatmung mit Möglichkeit der Spontanatmung auf beiden Druckniveaus
Biphasische Beatmung mit Exspirationsunterstützung	APRV	Biphasische druckregulierte Beatmung mit Spontanatemmöglichkeit
Intermittierend mandatorische Beatmung	IMV, SIMV	Druck- oder volumenkontrollierte Beatmung mit Mindestfrequenz und Möglichkeit der (synchronisierten) Spontanatmung im Intervall
Mandatorische volumenunterstützende Beatmung	MMV, AMV	Spontanatmung mit Mindest-Atemminutenvolumen und volumenkontrollierter Unterstützung

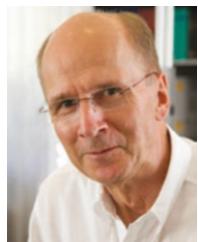
Name	Abkürzungen	Merkmale
Spezielle Beatmungsformen		
Adaptive Beatmungsunterstützung	ASV	In Abhängigkeit der Lungenmechanik variable Druckunterstützung
Neural adaptive Beatmung	NAVA	Zwerchfellregulierte, druckunterstützte Spontanatmung
Beatmung mit umgekehrtem Atemzeitverhältnis	IRV	Kombinationsverfahren mit verlängerter Inspirationszeit
Hochfrequenzbeatmung	HFV, HFPPV, HFJV, HFOV	Beatmung mit extrem hohen Atemfrequenzen und geringen Atemhüben
Misch- und Kombinationsverfahren sind geräteabhängig möglich (z. B. CPAP/ASB oder BIPAP/PSV). Cave: Die terminologische Vielfalt an Herstellerbezeichnungen und technischen Ähnlichkeiten kann zu Verwechslungen führen (z. B. bei BIPAP und APRV)		

Inhaltsverzeichnis

1	Anatomie der Atmungsorgane	1
2	Physiologie der Atmung	25
3	Blutgase	71
4	Säure-Basen-Haushalt	91
5	Respiratorische Insuffizienz	111
6	Endotracheale Intubation	129
7	Tracheotomie	163
8	Fiberoptische Bronchoskopie	183
9	Supportive Therapie und Lagerungstherapie	191
10	Aalgosedierung, Muskelrelaxierung und Delirprävention	211
11	Thoraxdrainagen, Pleuradrainagen	227
12	Maschinelle Beatmung: Grundlagen, Klassifikation und Verbreitung	241
13	Beginn und Ziele der Beatmung	261
14	Einstellgrößen am Beatmungsgerät	275
15	Nichtinvasive Atemhilfen: NIV, HFNC und CPAP	301
16	Kontrollierte Beatmungsverfahren	315
17	Unterstützende Beatmungsverfahren	325
18	Spezielle Beatmungsverfahren	345
19	Extrakorporale Lungenunterstützung	365
20	Überwachung der Beatmung	379
21	Auswirkungen und Komplikationen der Beatmung	411
22	Entwöhnung von der Beatmung – Weaning	437

X	Inhaltsverzeichnis	
23	Intra- und postoperative Beatmung	451
24	Intraoperative Beatmung von Kindern	471
25	Transport des beatmeten Patienten	479
26	Akutes Lungenversagen (ARDS)	487
27	Beatmung bei respiratorischen Viruserkrankungen.....	513
28	Akute respiratorische Insuffizienz bei chronisch obstruktiver Lungenerkrankung (COPD)	525
29	Asthmaanfall und Status asthmaticus.....	549
30	Beatmung bei Thorax- und Polytrauma.....	565
31	Beatmung bei Schädel-Hirn-Trauma und erhöhtem intrakraniellem Druck.....	577
32	Palliative Beatmung	585
33	Beatmung bei Kapazitätsengpässen	591
	Serviceteil	
	Stichwortverzeichnis	603

Über die Autoren



Prof. Dr. Reinhard Larsen

Ehemaliger Direktor der Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie am Universitätsklinikum des Saarlandes sowie Autor zahlreicher Bücher im Bereich der Anästhesie und Intensivmedizin.



Prof. Dr. Alexander Mathes

Prof. Dr. Alexander Mathes, LL. M., ist Oberarzt der Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin der Universitätsklinik Köln. Er war langjährig tätig als Oberarzt im Bereich der interdisziplinären operativen Intensivmedizin an der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin der Universitätskliniken des Saarlandes sowie der Klinik für Anästhesiologie der Universitätsklinik Düsseldorf.

Wichtige Abkürzungen

A/C	Assist/control ventilation	ECMO	Extracorporeal membrane oxygenation
AMV	Atemminutenvolumen	EIP	End-inspiratory pressure
AO	Apnoische Oxygenierung	EIT	Elektrische Impedanztomografie
APRV	Airway pressure release ventilation	EVLW	Extravaskuläres Lungewasser
APV	Adaptive pressure ventilation	FEV	Forced expiratory flow
ARDS	Acute respiratory distress syndrome	FRC	Functional residual capacity
ARF	Acute respiratory failure	HAP	Hospital acquired pneumonia
ARI	Acute respiratory insufficiency	HFJV	High frequency jet ventilation
ASB	Assisted spontaneous breathing	HFNC	High flow nasal cannula
ASV	Adaptive support ventilation	HFOV	High frequency oscillation ventilation
ATC	Automatic tube compensation	HFPPV	High frequency positive pressure ventilation
BIPAP	Biphasic positive airway pressure	HFV	High frequency ventilation
CFT	Constant flow techniques	HME	Heat and moisture exchanger
CFV	Constant flow ventilation	ICP	Intracranial pressure
CMV	Continuous mandatory ventilation	ILA	Interventional lung assist
COPD	Chronic obstructive pulmonary disease	ILV	Independent lung ventilation
CPAP	Continuous positive airway pressure	IMV	Intermittent mandatory ventilation
CPP	Cerebral perfusion pressure	IPPV	Intermittent positive pressure ventilation
CPPV	Continuous positive pressure ventilation	IPS	Inspiratory pressure support
CSV	Continuous spontaneous ventilation	IRV	Inverse ratio ventilation
CT	Computertomografie	IVAC	Infection-related ventilator associated complication
DIRD	Drug induced lung disease	IVOX	Intravascular oxygenation
ECCO ₂ R	Extracorporeal CO ₂ removal	LAD	Lung assist device
ECLS	Extracorporeal life support	LIP	Lower inflection point

Wichtige Abkürzungen

MIP	Maximal inspiratory pressure	RASS	Richmond Agitation and Sedation Scale
MMV	Mandatory minute ventilation	RSBI	Rapid shallow breathing index
NAVA	Neurally adjusted ventilatory assist	SBT	Spontaneous breathing trial
NIV	Non-invasive ventilation	SHT	Schädel-Hirn-Trauma
NO	Stickstoffmonoxid	SIMV	Synchronized intermittent mandatory ventilation
OSAS	Obstructive sleep apnea syndrome	SIRS	Systemic inflammatory response syndrome
PAV	Proportional assist ventilation	TACO	Transfusion-associated circulatory overload
PAWP	Peak airway pressure	TRALI	Transfusion-related acute lung injury
PCA	Patient controlled analgesia	TRIO	Tracheal insufflation of oxygen
PHC	Permissive hypercapnia	TTI	Tension time index
PCV	Pressure-controlled ventilation	VAC	Ventilator-associated condition
PEEP	Positive end-expiratory pressure	VAE	Ventilator-associated event
PEF	Peak expiratory flow	VALI	Ventilator-associated lung injury
PEP	Positive expiratory pressure	VAP	Ventilator-associated pneumonia
PLV	Partial liquid ventilation	VAPS	Volume-assured pressure support
PONV	Postoperative nausea and vomiting	VC-A/C	Volume-controlled assist/control ventilation
PPS	Proportional pressure support	VCV	Volume-controlled ventilation
PRVC	Pressure-regulated volume-controlled ventilation	VG	Volumengarantie
PSV	Pressure support ventilation	VS	Volumensupport