

Franz Kehl

Hubert Böhrer

Intensivmedizin: Fragen und Antworten

850 Fakten für die Prüfung »Intensivmedizin«

2., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage

Franz Kehl
Hubert Böhrer

Intensivmedizin Fragen und Antworten

850 Fakten für die Prüfung
»Intensivmedizin«

2., vollständig überarbeitete
und aktualisierte Auflage

 Springer

Prof. Dr. med. Franz Kehl

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie
Zentrum Operative Medizin, Universitätsklinikum Würzburg
Klinikum der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität
Oberdürrbacher Straße 6, 87080 Würzburg

Prof. Dr. med. Hubert Böhrer

Klinik für Anästhesiologie, Caritas-Krankenhaus
Uhlandstraße 7, 97980 Bad Mergentheim

ISBN-10 3-540-33741-5 2. Auflage 2006 Springer Medizin Verlag Heidelberg
ISBN-13 978-3-540-33741-6 2. Auflage 2006 Springer Medizin Verlag Heidelberg
ISBN 3-540-20016-9 1. Auflage 2004 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

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

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer Medizin Verlag.

springer.de

© Springer Medizin Verlag Heidelberg 2006

Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Planung: Ulrike Hartmann und Dr. Anna Krätz, Heidelberg

Projektmanagement: Gisela Schmitt

Design: deblik Berlin

SPIN 1130 6184

Satz: medionet AG Berlin

Druck: Stürtz GmbH, Würzburg

Gedruckt auf säurefreiem Papier

Geleitwort zur ersten Auflage

Die gewohnte Form von schriftlicher Wissensvermittlung besteht in der fortlaufenden Darstellung von Sach- und Wissensinhalten. Intensivmedizinische Lehrbücher folgen dabei meist einer Gliederung, die sich an Ablauf-, Organ- oder Krankheitsentitäten orientiert, eine Möglichkeit zur Überprüfung eines erfolgreichen Wissenstransfers oder – einfacher – des Lernerfolgs besteht in der Regel nicht.

Die Autoren Kehl und Böhrer haben eine kommentierte Fragen- und Antwortsammlung zum Thema Intensivmedizin vorgelegt, die Wissensvermittlung und -überprüfung miteinander verknüpft. In gut verständlicher Fragen-Antwort-Form werden die wichtigsten intensivmedizinischen Themen dargestellt, darüber hinaus überzeugt das Buch durch die Berücksichtigung auch seltenerer Krankheitsbilder und Fakten, die außerhalb des intensivmedizinischen »main stream« liegen. Die Darstellung wird ergänzt durch einen Anhang, der die Abstracts wichtiger Studien mit einer kommentierenden Kernaussage enthält. Dies eröffnet dem Interessierten gleichzeitig den Weg zum Studium der Originalarbeiten.

Das Buch ist als Vorbereitung für die Facharztprüfung ebenso geeignet wie für die fakultative Weiterbildung »Spezielle Intensivmedizin«, daneben bietet es den intensivmedizinisch tätigen Kollegen im Sinne einer »continuous medical education« die Möglichkeit zum Prüfen und Auffrischen ihres Wissens. Intensivmedizinisches Wissen ist Wissen im permanenten Fluss; diese Binsenweisheit ist für ein Arbeitsbuch wie das vorliegende eine besondere Verpflichtung. Es bedarf der kontinuierlichen Anpassung und – vor allem – der Rückkopplung mit dem Leser und Nutzer. Auch in diesem Sinne wünsche ich den Autoren und dem Buch viel Erfolg.

Göttingen, im Februar 2004
Prof. Dr. med. **Michael Quintel**

Inhaltverzeichnis

Intensivmedizin	3
Bronchoskopie	5
Ateminsuffizienz	7
Intubation und Tracheotomie	9
ARDS	13
Beatmung	20
Entwöhnung vom Respirator	27
Sauerstofftherapie	31
Akute Atemnot	32
Inhalative Vasodilatoren	34
Antibiotika	37
Infektiologie	41
Antimykotika	47
Sepsis	49
Pneumonie	56
Gerinnung	59
Transfusion von Blut und Blutkomponenten	62
Volumenersatzmittel	67
Reanimation	69
Lungenembolie	73
Notfallmedizin	74
Schwangerschaftskomplikationen	81
Pharmakotherapie: Katecholamine	83
Pharmakotherapie: Phosphodiesterase-III-Hemmer	86
Pharmakotherapie: vasoaktive Substanzen	87
Pharmakotherapie: Antiarrhythmika	91
Pharmakotherapie	99
Kardiale Pathophysiologie	105
Herzrhythmusstörungen	108
Kardioversion	110
Myokardinfarkt und -ischämien	111
Akutes Koronarsyndrom	116
Herzchirurgische Intensivmedizin	122
Thoraxdrainage und ZVK	127
Swan-Ganz-Katheter	129

Monitoring	131
Pankreatitis	138
Gastrointestinale Probleme	141
Ernährung des Intensivpatienten	144
Organversagen: Leberversagen	151
Organversagen: Nierenversagen	152
Nierenersatzverfahren	156
Multiorganversagen	161
Wasser-Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt	163
Endokrine Störungen: Diabetes mellitus	166
Endokrine Störungen: Schilddrüse	169
Endokrine Störungen: Nebenniere	171
Neurologische Störungen	173
Erhöhung des Hirndrucks	181
Hirntoddiagnostik	185
Organtransplantation	188
Intensivmedizin: Verschiedenes	191
Wichtige klinische Studien	201
Stichwortverzeichnis	263

Intensivmedizin in Fragen und Antworten

Intensivmedizin

? 1 Welche Aussagen zur Entwicklung der Intensivmedizin sind richtig?

- a) Im Jahre 1928, als Alexander Fleming das Penicillin entdeckte, waren die meisten Stämme von *Staphylococcus aureus* bereits resistent gegen die Substanz.
- b) Das Auftreten von Poliomyelitisepidemien in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts führte zur raschen Entwicklung von Beatmungsgeräten.
- c) Die Erstbeschreibung des ARDS erfolgte 1967.
- d) Die kontinuierliche Hämofiltration war eine australische Erfindung.
- e) In der Schweiz gibt es den »Facharzt Intensivmedizin«.

► Antworten

- a) **Falsch.** Damals waren Staphylokokken generell sensibel auf Penicillin. Die Entdeckung des Penicillins erfolgte, weil im Laborversuch die Staphylokokken um eine Penicillin produzierende Schimmelpilzkolonie herum nicht wachsen konnten. Durch den späteren allgemeinen Einsatz von Penicillin wurden die Staphylokokken resistent gegen Penicillin.
- b) **Richtig.** Für die Poliomyelitisepidemie in Kopenhagen im Jahre 1952 standen anfangs nur eine einzige Eiserne Lunge und 6 Cuirass-Respiratoren zur Verfügung. Die gleichzeitige Beatmung von 40–70 Patienten mit Beatmungsbeutel übernahmen in dieser Zeit Medizinstudenten, die man im November 1952 durch Zahnmedizinstudenten ergänzte. Im Spätherbst 1952 kam ein volumenreguliertes maschinelles Beatmungsgerät zum Einsatz, das in Schweden von Carl-Gunnar Engström gebaut worden war. Da sich dieses Gerät in Kopenhagen bewährte, wurde die Herstellung solcher Engström-Respiratoren in Schweden vorangetrieben, sodass bei der Polioepidemie in Stockholm im Herbst 1953 alle ateminsuffizienten Patienten bereits mit mechanischen Ventilatoren beatmet wurden. In Deutschland entwickelte das Dräger-Werk für solche Zwecke im Jahre 1953 den Poliomat.
- c) **Richtig.** Obwohl das akute Lungenversagen bereits schon lange vorher bekannt war, wurde das Krankheitsbild des »acute respiratory distress syndrome« (ARDS) erst 1967 im Lancet beschrieben. Die Gruppe um

Ashbaugh und Petty aus Denver/Colorado berichtete damals über 12 ARDS-Patienten, von denen 5 überlebten. Der *Lancet* nahm den Artikel sofort zur Publikation an, nachdem andere Journale (*N Engl J Med*, *JAMA*, *Am J Surg*) ihn zuvor abgelehnt hatten.

- d) **Falsch.** Die kontinuierliche arteriovenöse Hämofiltration wurde von Peter Kramer aus Göttingen eingeführt. Die Erstbeschreibung erschien im Jahre 1977 in der »Klinischen Wochenschrift«.
- e) **Richtig.** Im Mai 2001 wurde durch die Ärztekammer der Foederatio Medicorum Helveticorum (FMH) der Facharzt Intensivmedizin eingeführt. Die Ausbildung dauert 6 Jahre. Drei Jahre davon sind nicht fachspezifisch, die anderen 3 Jahre müssen fachspezifisch auf anerkannten Intensivstationen absolviert werden. Die Facharztprüfung besteht aus einem schriftlichen und einem mündlichen Examen.

Bronchoskopie

? 2 Welche Aussagen zur Bronchoskopie sind richtig?

- a) Will man bei einer fiberoptischen Bronchoskopie die Ostien der Lingula inspizieren, muss man den linken Unterlappen aufsuchen.
- b) Will man bei einer Bronchoskopie auf der linken Lungenseite das Ostium des Segments 7 inspizieren, muss man den linken Unterlappen aufsuchen.
- c) Der rechte Hauptbronchus ist länger als der linke.
- d) Die Verbreitung von Keimen durch flexible Bronchoskope ist nicht möglich, da die vorherige Aufbereitung der Geräte eine Desinfektion beinhaltet.
- e) Sie führen bei einem wachen, spontan atmenden Intensivpatienten eine fiberoptische Bronchoskopie durch, um gezielt Sekret für die infektiologische Untersuchung zu gewinnen. Der Einsatz von Lidocain oder Procain zur Lokalanästhesie ist hierbei problemlos.

> Antworten

- a) **Falsch.** Die Lingula mit ihren Segmenten 4 und 5 gehört nicht zum Unterlappen, sondern zum Oberlappen.
- b) **Falsch.** Es gibt bei der linken Lunge zwar die Segmente 1–10, das Segment 7 existiert links im Normalfall jedoch nicht.
- c) **Falsch.** Der rechte Hauptbronchus ist beim Erwachsenen nur 1–2,5 cm lang, da der rechte Oberlappenbronchus relativ kurz nach der Carina abgeht. Der linke Hauptbronchus ist 4–5 cm lang.
- d) **Falsch.** Es gibt eine ganze Reihe von Fallberichten, bei denen mit inadäquat aufbereiteten Bronchoskopen Keime wie z. B. *Pseudomonas aeruginosa* verbreitet wurden. Mit heutigen molekularbiologischen Methoden lassen sich dabei relativ genau die Übertragungswege nachvollziehen.
- e) **Falsch.** Lokalanästhetika wie Lidocain oder Procain haben bakterizide Eigenschaften, die zu falsch-negativen Ergebnissen führen können.

? 3 Welche Aussagen zur Bronchoskopie sind richtig?

- a) Die fiberoptische Bronchoskopie zählt zu den Routinemaßnahmen nach Aspiration von Magen-Darm-Inhalt.

- b) Bei einem beatmeten Intensivpatienten mit einer neu aufgetretenen Atelektase werden zuerst mehrere pulmonale Blähmanöver durchgeführt. Erst wenn diese erfolglos sind, kommt die flexible Bronchoskopie zum Einsatz.
- c) Nach einem Thoraxtrauma mit Mediastinalemphysem muss innerhalb weniger Stunden eine Bronchoskopie stattfinden.
- d) Bei einem Beatmungspatienten, der unter einer inspiratorischen Sauerstoffkonzentration von 100% ($F_{I}O_2 = 1,0$) einen p_aO_2 -Wert von 60 mmHg aufweist, ist die Indikation zur fiberoptischen Bronchoskopie sehr streng zu stellen.
- e) Unmittelbar nach einer bronchoalveolären Lavage kann es beim Intensivpatienten zur Fieberentwicklung und zu einem septischen Zustandsbild kommen.

➤ Antworten

- a) **Richtig.** Nach Aspiration gehören die bronchoskopische Inspektion und das bronchoskopische Absaugen zu den Standardmaßnahmen. Insbesondere das Entfernen von festen Partikeln ist hierbei essenziell.
- b) **Falsch.** Da Atelektasen häufig durch lokalen Sekretverhalt entstehen, kommt dem gezielten bronchoskopischen Absaugen des Sekretes besondere Bedeutung zu. Eventuell ist auch ein Anspülen mit physiologischer Kochsalzlösung erforderlich. Erst dann folgen pulmonale Blähmanöver, im Einzelfall ergänzt durch Lagerungs- und Physiotherapie.
- c) **Richtig.** Durch die gezielte Inspektion der zentralen Atemwege können operationspflichtige tracheobronchiale Verletzungen rechtzeitig erkannt werden. Nur die schnelle operative Versorgung ermöglicht ein optimales operatives Ergebnis.
- d) **Richtig.** Im Rahmen einer flexiblen Bronchoskopie beim beatmeten Patienten kommt es häufig zum Abfall des arteriellen Sauerstoffpartialdrucks. Somit muss bei grenzwertiger Oxygenierung die Indikation zur Bronchoskopie streng gestellt werden.
- e) **Richtig.** Dieses Bild tritt bei 10–25% der beatmeten Intensivpatienten nach Bronchoskopie auf. Man führt es auf eine Freisetzung proinflammatorischer Zytokine und eine alveolokapilläre Translokation von Endotoxin zurück.

Ateminsuffizienz

? 4 Welche Aussagen zur Lunge sind richtig?

- a) Die Compliance von Lunge und Thorax ist definiert als Atemwegsdruckänderung pro Volumenänderung.
- b) In der statischen Druck-Volumen-Beziehung von Lunge und Thorax ergeben sich 2 Umschlagspunkte.
- c) Surfactant besteht zu 90% aus Phospholipiden und wird in den Pneumozyten Typ II produziert.
- d) Bei einer Rippenserienfraktur empfiehlt sich generell die maschinelle Beatmung zur »inneren Schienung«.
- e) In der postoperativen Phase nach Pneumektomie kann in seltenen Fällen eine Herniation des Herzens auftreten.

➤ Antworten

- a) **Falsch.** Die Compliance ist definiert als Volumenänderung (ΔV) pro Atemwegsdruckänderung (ΔP).
- b) **Richtig.** Die Compliancekurve verläuft zunächst flach, steigt am unteren Umschlagspunkt (»lower inflection point«) steil an, um am oberen Umschlagspunkt (»upper inflection point«) wieder flacher zu werden.
- c) **Richtig.** Surfactant besteht zu 90% aus Phospholipiden und zu 10% aus Apoproteinen. Er wird in den Pneumozyten Typ II produziert und reduziert die Oberflächenspannung der Alveolen.
- d) **Falsch.** Dieses frühere Konzept gilt heute als überholt. Bei gleichzeitiger adäquater Schmerztherapie z. B. mittels thorakaler Periduralanalogie erhält der Patient eine partielle Atemunterstützung in Form von CPAP, oder er betreibt aktive Atemtherapie. Im Einzelfall kommt bei instabilen Thoraxverhältnissen die invasive Beatmung zur Anwendung.
- e) **Richtig.** Nach Pneumektomie mit Eröffnung bzw. Resektion des Perikards kann es zur Herniation des Herzens in den leeren Hemithorax kommen. Diese lebensbedrohliche Komplikation erfordert die sofortige operative Intervention.

5 Welche Aussagen zur Ateminsuffizienz bzw. Beatmung sind richtig?

- a) Bei einer Ateminsuffizienz kann ein Versagen der ventilatorischen Pumpleistung oder eine pulmonale Oxygenierungsstörung vorliegen.
- b) Zu den klinischen Zeichen der Ateminsuffizienz gehören Tachypnoe, Tachykardie, Unruhe und schweißige Haut.
- c) Bei Patienten mit Langzeitbeatmung reicht ein patientennaher Beatmungsfilter zur Atemgasbefeuchtung aus.
- d) Im Gegensatz zur Beatmung über einen oralen Tubus kommen Tubusobstruktionen nach Tracheotomie so gut wie nicht vor.
- e) Ein Endotrachealtubus mit einem Innendurchmesser von 7 mm hat einen geringfügig höheren Strömungswiderstand als ein Tubus mit 8 mm Innendurchmesser.

Antworten

- a) **Richtig.** Insbesondere aus didaktischen Gründen ist diese Unterscheidung sinnvoll. Ein ventilatorisches Versagen geht mit einer Hyperkapnie einher, während das Kennzeichen einer Oxygenierungsstörung die Hypoxämie ist. In praxi tritt oft eine Kombination beider Störungen auf.
- b) **Richtig.** Die klinischen Zeichen bestehen aus einer schnellen, flachen Atmung, einer motorischen Unruhe mit schweißiger Haut und einer Tachykardie. Bei einer postoperativen Ateminsuffizienz können solche Zeichen fehlen, da z. B. bei Opioidüberhang eine Bradypnoe vorliegt.
- c) **Falsch.** Bei Patienten mit kurzer postoperativer Nachbeatmung oder einer Beatmung von wenigen Tagen ist ein entsprechender Filter ausreichend. Bei Langzeitbeatmung ist der Einsatz eines aktiven Befeuchtungssystems essenziell.
- d) **Falsch.** Tracheotomietuben können ebenfalls durch festen Schleim oder Sekret verlegt werden, obwohl die Strecke zur Trachea kürzer ist. Auch hier spielt die aktive Befeuchtung zur Prophylaxe eine wichtige Rolle.
- e) **Falsch.** Der Strömungswiderstand des 7-mm-Tubus ist wesentlich höher als derjenige des 8-mm-Tubus, da er nach dem Gesetz von Hagen-Poiseuille von der 4. Potenz des Radius des durchströmten Tubus abhängt.

Intubation und Tracheotomie

? 6 Welche Aussagen zur nasotrachealen Intubation sind richtig?

- Wird ein Säugling über mehrere Tage beatmet, ist die nasotracheale der orotrachealen Intubation vorzuziehen.
- Das Verschieben des Endotrachealtubus im Bereich der Glottis ist bei der nasalen Intubation einfacher als bei der oralen Intubation.
- Im Rahmen des Einführens eines nasotrachealen Tubus kann es zur retropharyngealen Dissektion kommen.
- Die nasale Intubation beim Intensivpatienten ist mit einer hohen Rate an Sinusitis vergesellschaftet.
- Wird ein Erwachsener mehrere Tage beatmet, wird der orotracheale Tubus am 2. oder 3. Beatmungstag gegen einen nasotrachealen Tubus gewechselt.

> Antworten

- Richtig.** Aufgrund der wesentlich besseren Fixierungsmöglichkeiten hat sich die nasotracheale Intubation bei der längerfristigen Beatmung von Säuglingen als vorteilhaft erwiesen.
- Falsch.** Bei der nasalen Intubation ist das Verschieben erschwert, da die Tubusspitze aufgrund des ungünstigeren Winkels subglottisch an der Vorderwand der Trachea ansteht. Mit Hilfe der Magill-Zange wird die Tubusspitze dann nach dorsal gedrückt, während eine Hilfsperson den Tubus verschiebt.
- Richtig.** Beim Verschieben des nasotrachealen Tubus treten häufig Blutungen im Bereich der Nase und des Epipharynx auf. Wird die Schleimhaut perforiert, kommt es zur retropharyngealen Dissektion, was im Einzelfall zur retropharyngealen Hämatom- und später auch Abszessbildung führen kann.
- Richtig.** Im Vergleich zur oralen Intubation und zur Tracheotomie weist die nasale Intubation beim Intensivpatienten eine deutlich höhere Sinusitisrate auf.
- Falsch.** Während man in früheren Jahren bei erwachsenen Beatmungspatienten relativ frühzeitig den nasotrachealen Zugang wählte, wird man heute aufgrund der vielfältigen akuten und subakuten Komplikationsmöglichkeiten eher auf diesen Zugangsweg verzichten.

? 7 Welche Aussagen zur Tracheotomie sind richtig?

- a) Der Bedarf an Analgosedierung ist beim tracheotomierten Beatmungspatienten geringer als bei oraler oder nasaler Intubation.
- b) Eine typische Akutkomplikation der Dilatationstracheotomie ist neben der Blutung eine Verletzung der Tracheahinterwand.
- c) Bei der Anlage einer perkutanen Dilatationstracheotomie ist der Einsatz einer Fiberoptik essenziell.
- d) Im Gegensatz zum plastischen, epithelialisierten Tracheostoma treten nach perkutaner Dilatationstracheotomie keine Trachealstenosen als Spätkomplikation auf.
- e) Wundheilungsstörungen sind nach perkutaner Dilatationstracheotomie seltener als nach Anlage eines chirurgischen epithelialisierten Tracheostomas.

> Antworten

- a) **Richtig.** Tracheotomierte Patienten weisen den niedrigsten Analgosedierungsbedarf auf.
- b) **Richtig.** Neben der akuten Blutung ist die Verletzung der Tracheahinterwand eine typische Komplikation, wobei letztere allerdings sehr selten ist.
- c) **Richtig.** Mit Hilfe des Bronchoskopes muss der Einstich in die Trachea und die intratracheale Lage des Drahtes kontrolliert werden. Hierdurch werden Probleme wie Fehllagen mit konsekutiven katastrophalen Ereignissen verhindert. Ein »blindes« Vorgehen ohne Fiberoptik ist somit nicht akzeptabel. Bei der Punktion der Trachea sollte eine Punktion des Bronchoskopes vermieden werden, da hohe Folgekosten für die Reparatur entstehen.
- d) **Falsch.** Auch nach perkutaner Dilatationstracheotomie sind tracheale Schäden wie Strikturen oder Stenosen als Langzeitkomplikationen möglich.
- e) **Richtig.** Während nach Anlage eines epithelialisierten Tracheostomas häufig infizierte seitliche Taschen auftreten, sind solche Probleme nach Dilatationstracheotomie eher selten.

? 8 Welche Aussagen zur Tracheotomie sind richtig?

- a) Eine perkutane Dilatationstracheotomie sollte ähnlich wie eine chirurgische Tracheotomie im Operationssaal durchgeführt werden.
- b) Eine Tracheotomie beim langzeitbeatmeten Intensivpatienten wird heute in der Regel zwischen dem 10. und 14. Beatmungstag durchgeführt.
- c) Die Indikation zur Tracheotomie bei Kindern sollte zurückhaltender gestellt werden als bei Erwachsenen.
- d) Eine perkutane Dilatationstracheotomie wird in Höhe des 2.–4. Trachealrings angelegt.
- e) Eine Minitracheotomie wird in derselben Trachealhöhe wie eine reguläre Tracheotomie durchgeführt.

> Antworten

- a) **Falsch.** Ein Vorteil der perkutanen Dilatationstracheotomie ist, dass dieses Verfahren routinemäßig bettseitig durchgeführt wird. Somit entfällt auch der Transport des beatmeten Patienten in den OP.
- b) **Falsch.** Mit Etablierung der Dilatationstracheotomietechniken hat sich der Zeitpunkt der Tracheotomie nach vorne verschoben, sodass an vielen Kliniken die Dilatationstracheotomie bereits am 4.–7. Beatmungstag durchgeführt wird.
- c) **Richtig.** Da Kinder eine deutlich höhere Komplikationsrate (z. B. Trachealstenosen) als Erwachsene haben, sollte die Indikation zur Tracheotomie in dieser Patientengruppe sehr streng gestellt werden.
- d) **Richtig.** Die Tracheotomie wird üblicherweise im Bereich der genannten Trachealringe angelegt.
- e) **Falsch.** Eine Minitracheotomie wird in Koniotomiehöhe, also zwischen Schild- und Ringknorpel, angelegt. Hier wird ein dünner Tubus (z. B. mit 4,0 mm ID) eingeführt, der nicht der Beatmung, sondern nur der Entfernung von Sekret dient.

? 9 Welche Aussagen zur Tracheotomie sind richtig?

- a) Bei der perkutanen Dilatationstracheotomie nach Ciaglia wird die Trachea mit einer Pinzette aufgedehnt.
- b) Die »Blue-Rhino-Technik« entspricht einer Weiterentwicklung der Dilatationstechnik nach Ciaglia.

- c) Bei der perkutanen Dilatationstracheotomie nach Fantoni wird die Trachea von innen nach außen dilatiert und die Trachealkanüle von innen nach außen durchgezogen.
- d) Ein weiteres Verfahren der Tracheotomie setzt eine Dilatationsschraube ein.
- e) Das Wechseln des Trachealtubus am Tag nach perkutaner Dilatationstracheotomie ist in der Regel problemlos.

➤ Antworten

- a) **Falsch.** Bei der Methode nach Ciaglia wird die Punktionsstelle mit Dilatationsstäben mit zunehmendem Durchmesser aufgedehnt. Bei der Methode nach Griggs wird die Trachea mit einer Pinzette aufgespreizt.
- b) **Richtig.** Die Dilatation wird vereinfacht, indem nur noch eine einzige Aufdehnung mit einem konisch zulaufenden, gebogenen Dilator erfolgt.
- c) **Richtig.** Bei der translaryngealen Tracheotomie nach Fantoni, auch Durchzugstracheotomie genannt, wird die Trachealkanüle durch den Hypopharynx, die Stimmbänder und die Trachealwand nach außen gezogen.
- d) **Richtig.** Bei der perkutanen Dilatationstracheotomie nach Frova wird der Punktionskanal mit einer konisch zulaufenden Dilatationsschraube geweitet.
- e) **Falsch.** Das Wechseln des Tubus in den ersten Tagen nach Dilatationstracheotomie ist nur dann problemlos, wenn man ein steifes Führungssystem wählt (z. B. Tubuswechsellkatheter, »airway exchange catheter«, »Cook-Führungsstab«). Ein unbedachtes Entfernen des Tubus kann in einem nicht möglichen Rekanülierungsversuch enden. Die Vorgehensweise in diesem Fall ist die rasche perorale Intubation der Trachea.

ARDS

? 10 Welche Aussagen zum ARDS sind richtig?

- Das ARDS wird heute nach den Vorschlägen einer europäisch-amerikanischen Konsensuskonferenz definiert.
- Ein ARDS wird anhand von 6 Kriterien charakterisiert.
- Ein ARDS kann nur mit Hilfe eines Swan-Ganz-Katheters diagnostiziert werden.
- Liegt der p_aO_2/F_1O_2 -Quotient bei 250 mmHg und sind die anderen Kriterien des ARDS erfüllt, handelt es sich um ein sog. ALI.
- Der Murray-Score zur Einteilung des Schweregrades des ARDS reicht von 3 bis 15 Punkten.

> Antworten

- Richtig.** Die Definition des »acute respiratory distress syndrome« (ARDS) wurde in 2 amerikanisch-europäischen Konferenzen festgelegt und 1994 publiziert.
- Falsch.** Laut Konsensuskonferenz zählen 4 Kriterien zur Definition des ARDS: 1. der Beginn der Erkrankung muss akut sein, 2. das Verhältnis p_aO_2/F_1O_2 muss <200 mmHg sein, 3. im Thoraxröntgenbild müssen bilaterale Infiltrate vorliegen und 4. der pulmonalarterielle Verschlussdruck (Wedgedruck) muss <18 mmHg sein.
- Falsch.** Das 4. Definitionskriterium des ARDS, d. h. ein pulmonalkapillärer Wedgedruck <18 mmHg, dient dem Ausschluss eines kardialen Lungenödems. Dieser Ausschluss kann auch mittels transösophagealer Echokardiographie erfolgen.
- Richtig.** Das »acute lung injury« (ALI) ist per definitionem an einen p_aO_2/F_1O_2 -Quotienten <300 mmHg gebunden. Somit wird je nach Schweregrad der Oxygenierungsstörung zwischen ALI und ARDS unterschieden.
- Falsch.** Der Lung-Injury-Score nach Murray aus dem Jahre 1988 dient der Schweregradeinteilung des ARDS, wobei die Skala von 0 bis 4 reicht. Ein schwereres ARDS liegt bei einem Scorewert $>2,5$ vor.

? 11 Welche Aussagen zum ARDS sind richtig?

- a) Ein ARDS kann sowohl durch eine direkte Lungenschädigung als auch durch indirekte Einwirkungen verursacht werden.
- b) Die Letalität des ARDS liegt zwischen 60 und 65%.
- c) Die Computertomographie des Thorax beim schweren ARDS bietet aufgrund des Transportes des Patienten mehr Risiken als Vorteile.
- d) Die Lunge des ARDS-Patienten lässt sich morphologisch in die Zonen D, R und H einteilen.
- e) Der Ausdruck »baby lung« bezieht sich auf das Spontanatemungsmuster beim ARDS-Patienten.

> Antworten

- a) **Richtig.** Zu den direkten Lungenschädigungen, die ein ARDS hervorrufen können, zählt die Lungenkontusion, zu den indirekten Ursachen beispielsweise die Sepsis.
- b) **Falsch.** Während die Letalität des ARDS Anfang der 1980er Jahre noch bei 60–65% lag, nahm sie in den Folgejahren sukzessive ab. Einige Autoren geben inzwischen eine Letalität von 25% an. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass ein junger Patient mit einem ARDS nach Trauma eine bessere Prognose aufweist als ein geriatrischer Patient mit ARDS im Rahmen einer Sepsis. Allerdings gibt es auch einzelne Autoren, die eine Reduktion der ARDS-Letalität bezweifeln.
- c) **Falsch.** Das Thorax-CT ist in der Diagnostik des ARDS sehr hilfreich. Neben der Erkennung von Atelektasen, Pneumothorax oder Ergüssen erlaubt das CT auch eine Quantifizierung der vorliegenden Störungen.
- d) **Richtig.** Computertomographisch lassen sich in der Lunge dorsal gelegene atelektatische Bezirke erkennen, in denen kein pulmonaler Gasaustausch stattfindet (Zone D: Diseased). Im mittleren Bereich erkennt man potenziell für den Gasaustausch rekrutierbare Bezirke (Zone R: Recrutable). Ventral befindet sich gesundes Lungengewebe (Zone H: Healthy).
- e) **Falsch.** Der Terminus »baby lung« wurde von Gattinoni geprägt und gibt das gesunde, am Gasaustausch teilnehmende Lungengewebe beim ARDS an, das auf 20–30% seines Ausgangsvolumens reduziert ist.

? 12 Welche Aussagen zum ARDS bzw. PEEP sind richtig?

- a) Bereits wenige Stunden nach ARDS-Beginn kommt es zur pulmonalen Fibroblasteninfiltration und zur Kollagenproliferation.
- b) Führt man bei einem ARDS-Patienten eine bronchoalveoläre Lavage durch, können in der Lavageflüssigkeit erhöhte Konzentrationen von Zytokinen nachgewiesen werden.
- c) Vorrangiges Behandlungsziel beim ARDS Patienten ist die Aufrechterhaltung einer adäquaten Oxygenierung.
- d) Der sog. »Best-PEEP« legt dasjenige PEEP-Niveau fest, unter dem die besten kardiopulmonalen Funktionen vorhanden sind.
- e) Neben dem Einsatz von PEEP kann zur Verbesserung der Oxygenierung auch die Inspirationszeit verlängert werden.

> Antworten

- a) **Falsch.** Die Fibroblasteninfiltration und Kollagenproliferation, die zur Entstehung einer fibrosierenden Alveolitis führen, sind Zeichen des späten ARDS.
- b) **Richtig.** Im Rahmen des ARDS kommt es zu einer Aktivierung verschiedener Kaskadensysteme, die eine Erhöhung der pulmonalen Kapillarpermeabilität bewirken. Es lassen sich erhöhte Konzentrationen von z. B. Interleukinen und Tumor-Nekrose-Faktor in der Lavageflüssigkeit nachweisen.
- c) **Richtig.** Hierzu ist in der Regel eine Beatmung mit positiv endexpiratorischem Druck (PEEP) erforderlich.
- d) **Richtig.** Verschiedene Autorengruppen haben versucht, den Best-PEEP zu definieren. Am bekanntesten ist der Best-PEEP nach Suter, der das PEEP-Niveau festlegt, bei dem die kardiopulmonale Funktion optimiert ist und gleichzeitig ein maximaler Sauerstofftransport, ein geringstmöglicher Totraum und eine größtmögliche totale statische Compliance vorhanden sind.
- e) **Richtig.** Auch die Verlängerung der Inspirationszeit im Verhältnis zur Expirationszeit verbessert die Oxygenierung. Bei einer Umkehr des normalen Verhältnisses zugunsten der Inspirationszeit spricht man von »inverse ratio ventilation«.

? 13 Welche Aussagen zum ARDS sind richtig?

- a) Alveoläre Rekrutierungsmanöver sind bei manifestem ARDS kontraindiziert.
- b) Das Open-Lung-Konzept von Lachmann beruht auf 2 Maßnahmen.
- c) Beim Vollbild des ARDS sollte die inspiratorische Sauerstoffkonzentration ($F_{I}O_2$) bei 0,9–1,0 belassen werden.
- d) Beim ARDS-Patienten nimmt das extravaskuläre Lungenwasser deutlich zu.
- e) Zur Reduktion des extravaskulären Lungenwassers müssen ARDS-Patienten aggressiv dehydriert werden.

> Antworten

- a) **Falsch.** Durch hohe Beatmungsdrücke über wenige Atemzyklen (z. B. 40 cm H₂O für 20–40 s) werden atelektatische Lungenbezirke rekrutiert. Hierdurch lässt sich im Einzelfall die Oxygenierung verbessern. Verschiedene Autoren glauben, dass solche Rekrutierungsmanöver nur in der Frühphase des ARDS sinnvoll sind. Mit dem Einsatz solcher Manöver nimmt die Inzidenz von unerwünschten Ereignissen wie z. B. Pneumothorax zu, sodass sie nicht unkritisch eingesetzt werden sollten.
- b) **Richtig.** Nachdem insbesondere durch die Arbeiten von Gattinoni bekannt wurde, dass Atelektasenbildung ein Hauptproblem beim ARDS-Patienten ist, schuf Lachmann 1992 sein Open-Lung-Konzept (»open up the lung and keep the lung open«). Die Eröffnung geschieht mit Rekrutierungsmanövern mit hohen inspiratorischen Drücken, gefolgt von einem ausreichend hohen PEEP, um die Lunge weiterhin »offen« zu halten.
- c) **Falsch.** Die inspiratorische Sauerstoffkonzentration sollte so niedrig wie möglich gewählt werden, da hohe Konzentrationen mit Resorptionsatelektasen assoziiert sind. Weiterhin ist die Sauerstofftoxizität bei hohen Konzentrationen zu berücksichtigen.
- d) **Richtig.** Das extravaskuläre Lungenwasser, das beim Gesunden im Bereich von 5 ml/kg liegt, nimmt beim ARDS-Patienten auf Werte >15 ml/kg zu.
- e) **Falsch.** Die Dehydrierung des ARDS-Patienten muss moderat durchgeführt werden. Es gibt Hinweise, dass eine aggressive Minusbilanzie-

rung die Prognose verschlechtert, da sie das Herzzeitvolumen bzw. das Sauerstoffangebot reduziert.

? 14 Welche Aussagen zum ARDS sind richtig?

- Die kinetische Therapie ist eine sinnvolle Maßnahme beim ARDS.
- Der primäre Haupteffekt der Bauchlagerung beim ARDS ist die verbesserte Mobilisation von tracheobronchialem Sekret.
- Die Nachteile einer Bauchlagerung beim Beatmungspatienten sind vernachlässigbar.
- Zur Vermeidung eines VALI bzw. VILI («ventilator associated/induced lung injury») beatmet man ARDS-Patienten heute mit Atemzugvolumina von 6 ml/kg.
- Der Terminus »permissive Hyperkapnie« bezieht sich auf eine möglichst späte Intubation des ARDS-Patienten.

> Antworten

- Richtig.** Die kinetische Therapie in Form einer dorsoventralen Wechsellagerung oder einer kontinuierlichen axialen Rotation ist bei schwerem ARDS eine sinnvolle Maßnahme. Der systematische Einsatz der Bauchlagerung beim ARDS verbessert generell die Oxygenierung, hat jedoch keinen Einfluss auf die Letalität. Der routinemäßige prophylaktische Einsatz der Bauchlagerung wird bei leichter Lungenschädigung (z. B. ALI) eher kritisch bewertet.
- Falsch.** Der Haupteffekt der Bauchlagerung ist die Rekrutierung von Kompressionsatelektasen. Die Sekretmobilisation ist ein positiver Zweiteffekt.
- Falsch.** Die Bauchlagerung ist beim beatmeten Intensivpatienten kein komplikationsloses Verfahren. Neben Lagerungsschäden und Gesichtsoedemen kommen akzidentelle Extubationen und Katheterdislokationen vor.
- Richtig.** Um beatmungsinduzierte Lungenschäden im Sinne eines Volu- oder Barotraumas zu vermeiden, beatmet man ARDS-Patienten mit niedrigen Atemzugvolumina. Von Vorteil ist hierbei eine drucklimitierte oder druckkontrollierte Beatmung.
- Falsch.** Die lungenprotektive Beatmung führt zu einem Anstieg des $p_a\text{CO}_2$ auf Werte im Bereich von 60 mmHg. Der Ausdruck »permissive Hyperkapnie« wurde hierfür von Hickling 1990 geprägt. Die

permissive Hyperkapnie ist nach Hickling das Resultat der niedrigen Atemzugvolumina und eines Beatmungsspitzen drucks von maximal 30 cm H₂O.

? 15 Welche Aussagen zum ARDS sind richtig?

- a) Für die permissive Hyperkapnie beim ARDS-Patienten gibt es zurzeit keine Kontraindikation.
- b) Bei der partiellen Flüssigkeitsbeatmung wird die Lunge teilweise mit physiologischer Kochsalzlösung gefüllt und so lange mit hohem PEEP beatmet, bis die Lösung resorbiert ist.
- c) Bei einer Flüssigkeitsbeatmung ist das Thoraxröntgenbild nur eingeschränkt verwertbar.
- d) Die extrakorporale Membranoxygenierung (ECMO) hat sich in den letzten Jahren als gängiger Therapiemodus für das ARDS beim Erwachsenen etablieren können.
- e) Während die Gabe von Surfactant beim Atemnotsyndrom des Frühgeborenen ein Standardverfahren ist, hat die Surfactantapplikation beim ARDS keine Bedeutung erlangt.

> Antworten

- a) **Falsch.** Für Patienten mit erhöhtem intrakraniell em Druck kann der Einsatz einer Strategie mit permissiver Hyperkapnie negative zerebrale Folgen nach sich ziehen, sodass in diesem Fall auf diese Vorgehensweise verzichtet werden sollte.
- b) **Falsch.** Bei der partiellen Flüssigkeitsbeatmung wird die Lunge mit einer der funktionellen Residualkapazität entsprechenden Menge an Perfluorocarbonen gefüllt und anschließend eine konventionelle Beatmung durchgeführt. Perfluorocarbone haben zum einen eine hohe physikalische Löslichkeit von Sauerstoff und verbessern zum anderen die Compliance durch eine Erniedrigung der Oberflächenspannung. Die partielle Flüssigkeitsbeatmung ist derzeit als experimentelle Therapieform einzuordnen.
- c) **Richtig.** Da Perfluorocarbone röntgendicht sind, ist nach Instillation dieser Substanzen in die Lunge eine Röntgendiagnostik nicht mehr sinnvoll.
- d) **Falsch.** Die ECMO oder ECLA («extracorporeal lung assist») bleibt weiterhin ausgewählten Zentren vorbehalten. Die lungenprotektive

Beatmung beim ARDS hat den Einsatz extrakorporaler Verfahren beim Erwachsenen zurückgedrängt.

- e) **Richtig.** Weder die intrabronchiale Instillation noch die Verneblung von Surfactant erbrachten beim ARDS bisher positive Effekte. Beim IRDS (»infant respiratory distress syndrome«) hingegen ist die Surfactantapplikation ein anerkanntes Therapieprinzip.

Beatmung

? 16 Welche Aussagen zum ARDS und zur Hochfrequenzbeatmung sind richtig?

- a) Kortikoide haben in der Therapie des ARDS keine Bedeutung.
- b) Die Hochfrequenzoszillation kann beim ARDS-Patienten die Oxygenierung verbessern.
- c) Bei der Hochfrequenzoszillation erfolgt die Expiration aktiv.
- d) Das Prinzip des pulmonalen Gasaustausches bei der Hochfrequenzbeatmung ist eindeutig geklärt.
- e) Die Hochfrequenzbeatmung ist ein ideales Verfahren zur Langzeitbeatmung.

> Antworten

- a) **Richtig.** Die hoch dosierte Methylprednisolontherapie führt in der Frühphase des ARDS zu keiner Verbesserung. In der Spätphase des ARDS wurde dagegen insbesondere von der Gruppe um Meduri die Gabe von Methylprednisolon propagiert. Eine randomisierte, plazebokontrollierte Studie der ARDS-Network-Gruppe aus dem Jahre 2006 konnte dies nicht bestätigen, sodass von der Gabe von Methylprednisolon in der Spätphase des ARDS abzuraten ist.
- b) **Richtig.** Die meisten Erfahrungen mit der Hochfrequenzoszillation liegen bei Säuglingen und Kleinkindern vor. Es gibt Hinweise, dass die Oszillation auch beim Erwachsenen mit schwerem Oxygenierungsversagen die Oxygenierung verbessern kann.
- c) **Richtig.** Im Gegensatz zu den anderen Formen der Hochfrequenzbeatmung erfolgt die Ausatmung bei der Hochfrequenzoszillation aktiv.
- d) **Falsch.** Bei einem Atemzugvolumen, das kleiner als das Totraumvolumen ist, lassen sich die konventionellen Konzepte des konvektiven Gastransportes nicht anwenden. Man nimmt an, dass der Gasaustausch unter Hochfrequenzbeatmung mittels forcierter Diffusion erfolgt. Möglicherweise spielen auch andere Mechanismen wie die axiale Dispersion oder die molekulare Diffusion eine Rolle.
- e) **Falsch.** Die Jetdauerbeatmung bietet eine Reihe von Problemen. Neben der ungewohnten technischen Handhabung ist das Monitoring eingeschränkt; es fehlt z. B. die Messung des Atemminutenvolumens. Bei Obstruktion des Gasabflusses kann es zu einem akuten Barotrauma

ma kommen. Weiterhin ist die Atemgasklimatisierung komplexer als bei konventionellen Beatmungsformen.

? 17 Welche Aussagen zu PEEP sind richtig?

- a) Der Einsatz von PEEP verändert die funktionelle Residualkapazität (FRC).
- b) Eine Beatmung mit PEEP senkt das Herzzeitvolumen.
- c) Wird ein Patient mit PEEP beatmet, tritt eine negative Beeinflussung der Nierenfunktion auf.
- d) Eine Beatmung mit PEEP verbessert die Leberfunktion aufgrund der besseren Oxygenierung.
- e) Bei der lungenprotektiven Beatmung eines Patienten mit ARDS ist bei einer inspiratorischen Sauerstoffkonzentration ($F_{I}O_2$) von 0,5 die Einstellung eines PEEP-Wertes von 16–18 cm H_2O sinnvoller als ein Wert von 8–10 cm H_2O .

> Antworten

- a) **Richtig.** Eine Beatmung mit PEEP vergrößert die FRC. Damit erhöht sich die Gasaustauschfläche, und das Ventilations-Perfusions-Verhältnis verbessert sich.
- b) **Richtig.** Durch die PEEP-Beatmung wird der intrathorakale Druck erhöht, wodurch sich der venöse Rückstrom zum rechten Herzen reduziert und somit die rechtsventrikuläre Füllung abnimmt. Bei gleichzeitigem Anstieg der rechtsventrikulären Nachlast vermindert sich der Auswurf des rechten Ventrikels weiter. Linksventrikulär kommt es zur Reduktion der Vorlast und der Nachlast. Das komplexe Zusammenspiel verschiedener Faktoren resultiert in der Regel in einem Abfall des Herzzeitvolumens. Bei manifestem Linksherzversagen sollen sich hohe inspiratorische Beatmungsdrücke positiv auf die linksventrikuläre Pumpfunktion auswirken, was jedoch von einzelnen Autoren angezweifelt wird.
- c) **Richtig.** Es kommt zu einem Anstieg des renalen Venendruckes bei evtl. gleichzeitigem Abfall des arteriellen Druckes. Durch Senkung des transmuralen Vorhofdrucks wird die Sekretion von atrialem natriuretischem Peptid vermindert. Weiterhin wird vermehrt antidiuretisches Hormon freigesetzt und das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System aktiviert. Hieraus resultiert schließlich eine Verschlechterung der renalen Funktion.

- d) **Falsch.** Eine Beatmung mit PEEP verschlechtert die Splanchnikusperfusion und bewirkt dadurch auch eine Verschlechterung der Leberfunktion.
- e) **Falsch.** Inzwischen ist bekannt, dass »niedrige« PEEP-Werte bei der lungenprotektiven Beatmung von ARDS-Patienten dieselben Erfolge bewirken wie der Einsatz von hohen PEEP-Werten. Diese von der ARDS-Network-Gruppe an 549 Patienten gewonnene Aussage (*N Engl J Med* 351: 327–36, 2004) wird allerdings eingeschränkt durch zwei kleinere Studien aus Brasilien (Amato et al in *N Engl J Med* 338: 347–54, 1998) und aus Spanien (Villar et al in *Crit Care Med* 34: 1311–18, 2006), die über eine Verbesserung der Überlebensquote unter höheren PEEP-Werten berichteten.

? 18 Welche Aussagen zu PEEP und CPAP sind richtig?

- a) Eine Beatmung mit hohem PEEP erhöht den intrakraniellen Druck.
- b) Der intrinsische PEEP ist bereits beim lungengesunden Patienten relativ hoch.
- c) Der intrinsische PEEP ist auch mit modernen Beatmungsgeräten nicht messbar.
- d) CPAP (»continuous positive airway pressure«) ist nur sinnvoll, wenn das Applikationssystem dicht sitzt.
- e) Helm-CPAP wird vom Patienten besser als Masken-CPAP toleriert.

> Antworten

- a) **Richtig.** Durch die Behinderung des venösen Abflusses erhöht sich der intrakranielle Druck.
- b) **Falsch.** Ein intrinsischer PEEP (Auto-PEEP, endogener PEEP) tritt bei Lungenerkrankungen mit vorwiegend obstruktiver Komponente und bei Beatmung mit verlängerter Inspirationszeit auf.
- c) **Falsch.** Mit modernen Beatmungsgeräten lässt sich der mittlere intrinsische PEEP durch eine Okklusion am Ende der Expiration erfassen. Durch diese Okklusion stellt sich der Druck in den Atemwegen auf den intrinsischen PEEP ein.
- d) **Richtig.** CPAP ist beim Erwachsenen nur dann sinnvoll, wenn keine Leckage vorhanden ist. Es muss also ein dicht sitzendes Maskensystem vorhanden sein. Dieser dichte Abschluss kann beim Patienten psychische Probleme erzeugen.

- e) **Richtig.** Die Applikation von CPAP über ein Helmsystem wird vom Patienten besser toleriert als über dicht sitzende Nasen- oder Gesichtsmasken. Druckstellen im Gesicht treten unter Helm-CPAP so gut wie nicht auf.

? 19 Welche Aussagen zu CPAP sind richtig?

- a) Durch eine CPAP-Therapie nimmt die Atemarbeit des Patienten zu.
- b) Bei Anwendung von CPAP sollte initial mit einer Einstellung des Niveaus bei 15 cm H₂O begonnen werden.
- c) Meteorismus ist eine häufige Nebenwirkung der CPAP-Therapie.
- d) Ein Demand-Flow-CPAP erfordert eine geringere Atemarbeit als ein Continuous-Flow-CPAP.
- e) Rachen-CPAP ist ein veraltetes Verfahren der Atmungsunterstützung.

> Antworten

- a) **Falsch.** Unter CPAP nimmt die inspiratorische Atemarbeit ab. Durch die Anhebung der Atemmittellage wird ein vorzeitiger Alveolenkollaps bei der Expiration verhindert.
- b) **Falsch.** Der Bereich des einzustellenden CPAP-Niveaus liegt in der Regel bei 7,5–10 cm H₂O. Werte von 15 cm H₂O werden vom Patienten meist schlecht toleriert.
- c) **Richtig.** Durch eine Aerophagie tritt häufig ein Meteorismus auf.
- d) **Falsch.** Beim Demandsystem muss der Patient die Ventile des Respirators antriggern, um den Flow zu aktivieren. Beim Continuous-Flow-CPAP wird der Flow kontinuierlich generiert, sodass ein Triggern von Ventilen entfällt und eine geringere Atemarbeit erforderlich ist.
- e) **Falsch.** Rachen-CPAP ist auch heute ein gängiges Verfahren, um bei Säuglingen und Kleinkindern einen kontinuierlichen positiven Druck in den Atemwegen aufrechtzuerhalten.

? 20 Welche Aussagen zu den verschiedenen Beatmungsformen sind richtig?

- a) Unter SIMV kann der Patient zwischen den maschinellen Beatmungsübungen nicht spontan atmen.
- b) Bei MMV wird in der Regel eine Hechelatmung mit hoher Totraumventilation nicht registriert.