



Kehl  
Schulz-Stübner

# Intensivmedizin Fragen und Antworten

3. Auflage

850 Fakten  
für die Prüfung  
»Intensivmedizin«

 Springer

Kehl  
Schulz-Stübner

# Intensivmedizin Fragen und Antworten

3. Auflage

850 Fakten  
für die Prüfung  
»Intensivmedizin«

 Springer

Franz Kehl

Sebastian Schulz-Stübner

**Intensivmedizin: Fragen und Antworten**

Franz Kehl  
Sebastian Schulz-Stübner

# Intensivmedizin Fragen und Antworten

850 Fakten für die Prüfung  
»Intensivmedizin«

3., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage



Springer

**Prof. Dr. med. Franz Kehl**

**Priv.-Doz. Dr. med. Sebastian Schulz-Stübner**

Klinik für Anästhesiologie u. Intensivmedizin

Städtisches Klinikum Karlsruhe

Moltkestraße 90

76133 Karlsruhe

ISBN-13 978-3-642-12664-2 3. Auflage Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

ISBN-13 978-3-540-33741-6 2. Auflage Springer Medizin Verlag Heidelberg

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek 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

Springer-Verlag GmbH

ein Unternehmen von Springer Science+Business Media

[springer.de](http://springer.de)

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2004, 2006, 2011

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, Heidelberg

Projektmanagement: Gisela Schmitt, Heidelberg

Copy-Editing: Frauke Bahle, Karlsruhe

Layout und Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Satz: medionet Publishing Services Ltd.

SPIN: 80013200

Gedruckt auf säurefreiem Papier

22/2122 – 5 4 3 2 1 0

# Geleitwort zur 3. Auflage

---

Die gewohnte Form von Wissensvermittlung besteht unverändert in der Darstellung von Sach- und Wissensinhalten. Intensivmedizinische Lehrbücher sind an Ablauf-, Organ- oder Krankheitsentitäten orientiert, die Überprüfung des erfolgreichen Wissenstransfers oder – einfach – des Lernerfolgs besteht in der Regel nicht. Darüber hinaus nehmen Lehrbücher in der Regel keine Gewichtung vor, aus der sich die Relevanz der behandelten Themen ableiten lässt.

Die Autoren Kehl und Schulz-Stübner haben eine Neuauflage der kommentierten Fragen- und Antwortensammlung von Kehl und Böhrer aus dem Jahr 2004 zum Thema Intensivmedizin vorgelegt, die Wissensvermittlung und – überprüfung miteinander verknüpft und auf Grund der getroffenen Themenauswahl auch die angesprochene Gewichtung vornimmt. In einer gut verständlichen Fragen-Antwort-Form werden wichtige intensivmedizinische Themen dargestellt; darüber hinaus überzeugt das Buch durch die Darstellung auch seltenerer Krankheitsbilder und Fakten, die außerhalb des »main stream« liegen, aber unter dem Aspekt »Lernen am Fall« bedeutsam sind und deshalb hervorragend in das Konzept passen. In der neuen Auflage wurde die Gliederung systematisiert, neueste Erkenntnisse integriert und aus Sicht der Autoren wegweisende aktuelle Studien aufgenommen. Diese Form der Darstellung - Abstracts von wichtigen Studien mit einer kommentierten Kernaussage - schlägt für den Interessierten die Brücke zum Studium der Originalarbeit.

Das Buch ist als Vorbereitung für die Facharztprüfung ebenso geeignet, wie für den Erwerb der fakultative Weiterbildung »Spezielle Intensivmedizin«; daneben bietet es den intensivmedizinisch tätigen Kollegen Auffrischung des Wissens im Sinne einer »continuous medical education«.

Das Geleitwort zur 1. Auflage endete mit den nachfolgenden Sätzen:

»Intensivmedizinisches Wissen ist Wissen im beständigen Fluss; diese Binneweisheit 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 im diesem Sinne wünsche ich den Autoren und dem Buch viel Erfolg.«

Mit der neuesten Auflage sind die Autoren inhaltlich und strukturell der Forderung nach Aktualisierung nachgekommen. Das hat dem Buch gut getan. Bleibt einmal mehr ihm den Erfolg zu wünschen, der Autoren und Verleger das Projekt weiter entwickeln lässt.

Göttingen, im November 2010  
Prof. Dr. med. **Michael Quintel**

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1 Allgemeines</b> .....	3
Historie .....	3
Monitoring .....	4
Ernährung des Intensivpatienten .....	10
Wasser-Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt .....	17
Nierenersatzverfahren .....	20
<b>2 Atmung und Beatmung</b> .....	25
Bronchoskopie .....	25
Ateminsuffizienz .....	27
Intubation und Tracheotomie .....	29
ARDS .....	32
Beatmung .....	39
Entwöhnung vom Respirator .....	45
Sauerstofftherapie .....	49
Akute Atemnot .....	50
Inhalative Vasodilatoren .....	52
<b>3 Infektiologie</b> .....	55
Antibiotika .....	55
Infektiologie .....	59
Antimykotika .....	64
Sepsis .....	66
Pneumonie .....	73
<b>4 Blutprodukte und Volumenersatz</b> .....	76
Gerinnung .....	76
Transfusion von Blut und Blutkomponenten .....	79
Volumenersatzmittel .....	83
<b>5 Notfälle und Komplikationen</b> .....	86
Reanimation .....	86
Lungenembolie .....	89
Notfallmedizin .....	90
Schwangerschaftskomplikationen .....	97
<b>6 Pharmakotherapie</b> .....	100
Katecholamine .....	100
Phosphodiesterase-III-Hemmer .....	102

	Vasoaktive Substanzen .....	104
	Antiarrhythmika .....	107
	Allgemeines .....	114
<b>7</b>	<b>Herz und Kreislauf</b> .....	<b>121</b>
	Kardiale Pathophysiologie .....	121
	Herzrhythmusstörungen .....	123
	Kardioversion .....	124
	Myokardinfarkt und -ischämien .....	125
	Akutes Koronarsyndrom .....	131
	Herzchirurgische Intensivmedizin .....	136
	Thoraxdrainage und ZVK .....	140
	Swan-Ganz-Katheter .....	142
<b>8</b>	<b>Magen-Darm-Trakt</b> .....	<b>145</b>
	Pankreatitis .....	145
	Gastrointestinale Probleme .....	147
<b>9</b>	<b>Organversagen und -transplantation</b> .....	<b>151</b>
	Leberversagen .....	151
	Nierenversagen .....	152
	Multiorganversagen .....	155
	Organtransplantation .....	156
<b>10</b>	<b>Endokrines System</b> .....	<b>159</b>
	Diabetes mellitus .....	159
	Schilddrüse .....	161
	Nebenniere .....	163
<b>11</b>	<b>Neurologische Störungen und Hirntod</b> .....	<b>165</b>
	Neurologische Störungen .....	165
	Erhöhung des Hirndrucks .....	172
	Hirntoddiagnostik .....	175
<b>12</b>	<b>Fallorientierte Fragen</b> .....	<b>178</b>
	<b>Wichtige klinische Studien</b> .....	<b>187</b>
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>255</b>

# Fragen

# 1 Allgemeines

---

## Historie

---

### ? 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. *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 Weiterbildung dauert 6 Jahre, davon sind 3 Jahre nicht fachspezifisch, die anderen 3 Jahre müssen fachspezifisch auf anerkannten Intensivstationen absolviert werden. Die Facharztprüfung besteht aus einem schriftlichen und einem mündlichen Examen.

## Monitoring

---

### ? 2 Welche hämodynamischen Messwerte sind Normalwerte?

- a) Der systemische arterielle Mitteldruck beträgt rund 50–80 mmHg.
- b) Der pulmonalarterielle Mitteldruck beträgt 5–10 mmHg.
- c) Der sog. Wedgedruck ist 5–12 mmHg.
- d) Der periphere Gesamtwiderstand beträgt  $1400\text{--}1800 \text{ dyn} \times \text{s} \times \text{cm}^{-5}$ .
- e) Der Herzindex beträgt 2,5–4,5 l/min/m<sup>2</sup>.

### > Antworten

- a) **Falsch.** Der normale systemische arterielle Mitteldruck beträgt rund 80–100 mmHg. Unterhalb eines arteriellen Mitteldrucks von 70 mmHg ist die zerebrale und renale Autoregulation des Blutflusses beeinträchtigt.
- b) **Falsch.** Der normale pulmonalarterielle Mitteldruck liegt bei 10–20 mmHg.
- c) **Richtig.** Fehlinterpretationen des Wedgedrucks bzw. Beeinträchtigungen des Rückschlusses vom Wedgedruck auf den linksventrikulären enddiastolischen Füllungsdruck kommen vor bei Mitralstenose

oder -insuffizienz, hohem PEEP, Lage außerhalb der West-Zone III, Pneumonektomie und Aorteninsuffizienz.

- d) **Falsch.** Dies sind erhöhte Werte, normal sind  $900\text{--}1400 \text{ dyn} \times \text{s} \times \text{cm}^{-5}$ . Der periphere Gesamtwiderstand und der Herzindex sind wichtige Größen zur Steuerung einer Katecholamintherapie.
- e) **Richtig.** Neben der herkömmlichen Messung des Herzzeitvolumens mittels Thermodilutionstechnik via Swan-Ganz-Katheter finden auch semiinvasive Methoden wie z. B. die Pulskonturanalyse (z. B. mit PiCO<sup>®</sup>, LiDCO<sup>®</sup>, FlowTrac<sup>®</sup>) zunehmende Verbreitung in der Klinik.

### ? 3 Welche Aussagen zum Monitoring sind richtig?

- a) Dem Prinzip der Pulsoxymetrie liegt das Lambert-Beer-Gesetz zugrunde.
- b) Eine Hyperbilirubinämie mit Bilirubinwerten  $>10 \text{ mg/dl}$  verfälscht die pulsoxymetrisch gewonnenen Werte der Sauerstoffsättigung.
- c) Wenn man einen 20-jährigen gesunden Patienten mit 100% Sauerstoff auf Meereshöhe beatmet, dann liegt der in der arteriellen Blutgasanalyse gemessene  $p\text{O}_2$ -Wert im Bereich von  $760 \text{ mmHg}$ .
- d) Einem arteriellen  $p\text{O}_2$ -Wert von  $60 \text{ mmHg}$  entspricht eine pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung von 90%.
- e) Die normale pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung eines 20-jährigen gesunden Patienten liegt in der Hauptstadt Boliviens bei 90%.

### > Antworten

- a) **Richtig.** Dieses nach Johann Heinrich Lambert (1728–1777) und August Beer (1825–1863) benannte Gesetz erfasst mathematisch die Extinktion, im konkreten Fall die Lichtabsorption des Hämoglobins.
- b) **Falsch.** Eine Hyperbilirubinämie beeinflusst die pulsoxymetrisch gewonnenen Werte nicht, sodass keine falsch hohen oder falsch niedrigen Werte gemessen werden.
- c) **Falsch.** Der arterielle  $p\text{O}_2$ -Wert wird im Bereich von  $660 \text{ mmHg}$  liegen. Nach der Alveolargleichung müssen der  $p\text{CO}_2$ -Wert und der  $p\text{H}_2\text{O}$ -Wert (bei  $37^\circ\text{C}$ ) im Alveolarraum einbezogen werden. Gleichzeitig liegt auch beim Gesunden ein kleiner physiologischer Rechtslinks-Shunt vor.

- d) **Richtig.** Bei der Beziehung zwischen arteriellem Sauerstoffpartialdruck und Sauerstoffsättigung ist die sigmoidale Sauerstoffbindungskurve zu berücksichtigen. Im Normalfall ergibt sich aus einem  $pO_2$ -Wert von 60 mmHg eine Sauerstoffsättigung von 90%.
- e) **Richtig.** Mit zunehmender Höhe nimmt der Luftdruck und damit auch der Sauerstoffpartialdruck in der Umgebungsluft ab. La Paz liegt etwa in einer Höhe von 3600 m mit einem Luftdruck von 475 mmHg, der Flughafen in einer Höhe von 4058 m. Die Sauerstoffsättigung eines 20-jährigen gesunden Patienten beträgt in La Paz in 3600 m Höhe durchschnittlich 90%, in Flughafenhöhe eher 88%.

#### **? 4 Welche Aussagen zum Monitoring sind richtig?**

- a) Die Messung des hämodynamischen Profils mittels PiCCO-Technik erfordert neben einem zentralvenösen auch einen arteriellen Katheter.
- b) Die zentralvenöse Sauerstoffsättigung ist ein Synonym für gemischtvenöse Sauerstoffsättigung.
- c) Wird ein dicklumiger Katheter mithilfe von Dilator- bzw. Introducertechniken über die linke V. jugularis interna eingeführt, so besteht die Gefahr einer Perforation der linken V. subclavia.
- d) Die a-Welle im Kurvenverlauf des zentralen Venendrucks entspricht der rechtsatrialen Kontraktion.
- e) Befindet sich in einer Spritze, mit der eine Blutgasanalyse abgenommen wird, zuviel Heparin, dann zeigt das Ergebnis fälschlicherweise eine Hyperkapnie an.

#### **> Antworten**

- a) **Richtig.** Das PiCCO-System beruht auf der Methodik der transpulmonalen Thermodilution und der arteriellen Pulskonturanalyse. Hierzu sind die beiden genannten Katheter erforderlich.
- b) **Falsch.** Die zentralvenöse Sauerstoffsättigung spiegelt (bei einem Zugang über die V. jugularis, subclavia oder basilica) nur die Sättigung in der V. cava superior wider, während die gemischtvenöse Sättigung in der Pulmonalarterie gemessen wird und damit wesentlich mehr Komponenten erfasst. Trotzdem gilt die zentralvenöse Sauerstoffsättigung (Normwert 65–75%) als guter Parameter, um den Zustand und den Verlauf von Intensivpatienten zu beurteilen.

- c) **Richtig.** Insbesondere bei tiefer Punktion und tiefem Verschieben langer Dilatatorsysteme kann links die rechtwinklig zur V. jugularis verlaufende V. subclavia perforiert werden. Es besteht die Gefahr einer mediastinalen Fehlplatzierung des Katheters bzw. eines Hämatothorax mit hämorrhagischem Schock. In seltenen Einzelfällen kann der Katheter jedoch auch in einer persistierenden linken oberen Hohlvene zu liegen kommen.
- d) **Richtig.** Der Kurvenverlauf des zentralen Venendrucks lässt sich in 5 Wellen unterteilen (a, c, v und x, y). Die a-Welle entspricht der rechtsatrialen Kontraktion, sodass die a-Welle bei Vorhofflimmern fehlt.
- e) **Falsch.** Die Beimengung von zu viel Heparin ergibt fälschlicherweise eine Azidose mit einem deutlich erniedrigten  $p\text{CO}_2$ -Wert. In einem solchen Fall ist die Wiederholung der Blutgasanalyse indiziert.

### **? 5 Welche Aussagen zum Monitoring sind richtig?**

- a) Mithilfe der transösophagealen Echokardiographie lässt sich eine Endokarditis nur schwer erkennen.
- b) Liegt bei einem Intensivpatienten eine prolongierte, therapieresistente hämodynamische Instabilität vor, dann bietet die Diagnostik mittels transösophagealer Echokardiographie große Vorteile.
- c) Bei der transösophagealen Echokardiographie sind bisher keinerlei schwerwiegende Komplikationen des Verfahrens beschrieben worden.
- d) Die Lebervenenkatheterisierung mit Messung der lebervenenösen Sauerstoffsättigung hat sich in den letzten Jahren als Routineverfahren auf der Intensivstation etabliert.
- e) Die pH<sub>i</sub>-Messung beruht auf dem Prinzip der Tonometrie.

### **> Antworten**

- a) **Falsch.** Mithilfe der transösophagealen Echokardiographie kann man die Größe und die Ausdehnung endokarditischer Vegetationen exakt erfassen.
- b) **Richtig.** Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in der Schnelligkeit, mit der konkrete Aussagen möglich sind. Innerhalb kürzester Zeit lässt sich die Diagnose einer Hypovolämie, eines Linksherzversagens, einer Myokardischämie, einer Lungenarterienembolie, einer Perikardtamponade oder einer Aortendissektion stellen.