

Michels
Kochanek

Repetitorium Internistische Intensivmedizin



Springer

Guido Michels

Matthias Kochanek

(Hrsg.)

Repetitorium Internistische Intensivmedizin

Guido Michels
Matthias Kochanek
(Hrsg.)

Repetitorium Internistische Intensivmedizin

Mit 72 Abbildungen

 Springer

Dr. Guido Michels

Klinik III für Innere Medizin
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpenerstr. 62
50937 Köln

Dr. Matthias Kochanek

Klinik I für Innere Medizin
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpenerstr. 62
50937 Köln

Ihre Meinung interessiert uns: www.springer.com/978-3-642-02719-2

ISBN-13 978-3-642-02719-2 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.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
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung 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: Dr. Anna Krätz, Heidelberg
Projektmanagement: Gisela Schmitt, Heidelberg
Copy-Editing: Bettina Arndt, Gorchheimertal
Layout und Umschlaggestaltung: deblik Berlin
Satz: TypoStudio Tobias Schaedla, Heidelberg

SPIN: 12710676

Gedruckt auf säurefreiem Papier 2122 – 5 4 3 2 1 0

Vorwort

Die internistische Intensivmedizin stellt häufig den Mittelpunkt der internistischen Weiterbildung dar. Gerade für junge internistische Kolleginnen und Kollegen stellt die Kombination aus der kompletten Inneren Medizin und Intensivmedizin eine maximale Herausforderung dar. Fachübergreifende Fächer, wie z. B. Anästhesie, Notfallmedizin, Neurologie, Toxikologie stellen neben den speziellen internistischen Fachrichtungen (Kardiologie, Infektiologie etc.) große Schnittstellen mit der internistischen Intensivmedizin dar. Dieses Buch versucht gerade diese »fachfremden Berührungen« problemlos zu meistern, ohne auf andere Schwerpunktbücher zurückgreifen zu müssen. Grundlagen und spezielle Kenntnisse der kompletten internistischen Intensivmedizin werden nicht nur theoretisch sondern auch praxisrelevant erläutert. Wir haben versucht allen interessierten Intensivmedizinern gerecht zu werden, sei es dass dieses Buch als *Repetitorium* oder als *pragmatisches Kompendium* der internistischen Intensivmedizin angewandt wird.

Die internistische Intensivmedizin ist ein Gerüst aus vielen Disziplinen, weswegen wir an dieser Stelle allen Autoren großen Dank aussprechen möchten. Danken möchten wir auch dem Springer-Verlag – insbesondere Frau Dr. Anna Krätz - für die sehr gute Zusammenarbeit. Einige Themen dieses Buches sind bestimmt noch nicht ganz optimal ausgereift, weswegen wir allen Lesern für Anregungen, Kritik und Verbesserungsvorschläge sehr dankbar sind.

Köln, im Oktober 2009

Guido Michels
Matthias Kochanek

Inhaltsverzeichnis

I Allgemeine Intensivmedizin

1	Intensivmedizinische Arbeitstechniken .. 3	
	<i>G. Michels</i>	
1.1	Zentraler Venenkatheter (ZVK)	4
1.2	Arterienkatheter	6
1.3	Pulmonalarterienkatheter (PAK)	7
1.4	PiCCO («pulse invasive contour cardiac output»)	9
1.5	Intubation	11
1.6	Perkutane Dilatationstracheotomie	15
1.7	Passagerer transvenöser Schrittmacher	16
1.8	Aaszitespunktion	17
1.9	Knochenmarkbiopsie/Aspirationszytologie	18
1.10	Liquorpunktion/Lumbalpunktion	19
1.11	Thoraxdrainage	20
1.12	Flexible Bronchoskopie	21
1.13	Perikardpunktion	23
1.14	Perkutane Nierenbiopsie	24
1.15	Kardioversion/Defibrillation	24
1.16	Intraaortale Ballongegenpulsation (IABP)	25
1.17	Echokardiographie	27
	Literatur	32
2	Hämodynamisches Monitoring	33
	<i>G. Michels</i>	
2.1	Hämodynamisches Monitoring auf Intensivstation	34
2.2	Bestimmung des Herzzeitvolumens (HZV)	34
2.3	Beurteilung des zentralen Venendruckes (ZVD)	36
2.4	Beurteilung des arteriellen Blutdrucks	36
2.5	Beurteilung der zentral- (S_{cO_2}) und gemischtvenösen O_2 -Sättigung (S_{vO_2})	37
2.6	Determinanten der kardialen Pumpleistung	38
3	Beatmungstherapie	41
	<i>M. Kochanek, G. Michels</i>	
3.1	Physiologie des Respirationstraktes	42
3.2	Parameter für die Indikation zur maschinellen Atemhilfe	45
3.3	Initiierung der mechanischen Atemhilfe	46
3.4	Beatmungsstrategie und Beatmungs- modus	48
3.5	Lungenprotektive Beatmung	53
3.6	Atelektasenprophylaxe	54
3.7	Lagerungstechnik	55
3.8	Open-lung-Konzept/«Lachmann-Manöver» (Synonym: Recruitment)	56
3.9	Weaning und Weaningprotokolle	56
	Literatur	58
4	Analgosedierung	59
	<i>M. Kochanek, G. Michels</i>	
4.1	Aspekte der Analgosedierung	60
4.2	Scoresysteme der Analgosedierung	60
4.3	Medikamente für die Analgosedierung	62
	Literatur	63
5	Ernährungstherapie	65
	<i>M. Kochanek, G. Michels</i>	
5.1	Allgemeines	66
5.2	Enterale Ernährung	68
5.3	Parenterale Ernährung (PE)	69
	Literatur	72
6	Transfusionsmedizin	73
	<i>G. Michels, M. Kochanek</i>	
6.1	Allgemeines	74
6.2	Erythrozytenkonzentrate (EKs)	74
6.3	Thrombozytenkonzentrate (TK)	75
6.4	Leukozytenkonzentrate	77
6.5	Frischplasma («fresh frozen plasma», FFP)	78
6.6	Transfusionsassoziierte Wirkungen von Blutkomponenten und Plasmaderivaten	79
6.7	Transfusion von Blutkomponenten und Zeugen Jehovas	80
7	Kardiopulmonale Reanimation	81
	<i>G. Michels</i>	
7.1	Drei-Phasen-Modell des Herz-Kreislauf- Stillstandes	82
7.2	Ursachen bzw. Differenzialdiagnosen des Herz-Kreislauf-Stillstandes	82
7.3	Aufbau und Ablauf der kardiopulmonalen Reanimation (CPR)	82

7.4	Fehler bei der kardiopulmonalen Reanimation	86	10.3	Thrombosen des Pfortadersystems	178
7.5	Postreanimationsphase	87	10.4	Aortenaneurysma	179
7.6	Abbruch der Reanimationsmaßnahmen	89	10.5	Aortendissektion (Aneurysma dissecans aortae)	181
7.7	Überbringen der Todesnachricht	89	10.6	Tiefe Beinvenenthrombose (TVT)	184
8	Rechtliche Aspekte in der Intensivmedizin	91	10.7	Lungenembolie (LE)	190
	<i>G. Michels, J. Taupitz</i>			Literatur	199
8.1	Aufklärung und Einwilligung als Voraussetzungen der medizinischen Behandlung	92	11	Pneumologie	201
8.2	Behandlung aufgrund mutmaßlicher Einwilligung	95		<i>G. Michels</i>	
8.3	Betreuung, Vorsorgevollmacht und Patientenverfügung	95	11.1	Akute Dyspnoe	202
8.4	Unterbringung des Patienten	97	11.2	Aspiration	204
8.5	Sonstige freiheitsentziehende Maßnahmen, insbesondere Fixierung	98	11.3	Beinahe-Ertrinken	207
8.6	Therapieentscheidung am Lebensende auf Intensivstation	100	11.4	Inhalationstrauma	208
8.7	Leichenschau und Todesfeststellung	100	11.5	Asthma bronchiale	210
	Literatur	102	11.6	Akute Exazerbation der COPD (AE-COPD) ..	217
			11.7	ARDS (»Acute respiratory distress syndrome«) und ALI (»acute lung injury«)	222
			11.8	Pneumothorax	227
				Literatur	229
			12	Gastroenterologie	231
				<i>G. Michels, J. Mertens, H.M. Steffen, N. Jaspers</i>	
			12.1	Akutes Abdomen	232
			12.2	Akute gastrointestinale Blutung	239
			12.3	Ösophagustraumen und -verätzungen ..	244
			12.4	Akute Enterokolitis	245
			12.5	Akute Pankreatitis	250
			12.6	Erkrankungen der Gallenwege	254
			12.7	Erkrankungen der Leber	257
			12.8	Lebertransplantation	266
			12.9	Abdomensonographie auf Intensivstation	274
				Literatur	289
			13	Nephrologie	293
				<i>V. Burst</i>	
			13.1	Grundlagen bzw. Handwerkszeug	294
			13.2	Akutes Nierenversagen	294
			13.3	Störungen des Elektrolythaushalts	301
			13.4	Störungen des Säure-Basen-Haushalts ..	311
			13.5	Glomeruläre Erkrankungen	318
			13.6	Tubulointerstitielle Erkrankungen	320
			13.7	Kontrastmittelnephropathie	320
			13.8	Erkrankungen der Nierengefäße	321
			13.9	Notfälle beim Dialysepatienten	322

II Spezielle Intensivmedizin

9	Kardiologie	105
	<i>G. Michels, U.C. Hoppe</i>	
9.1	Akutes Koronarsyndrom (ACS)	106
9.2	Kardiogener Schock	116
9.3	Akute Herzinsuffizienz	121
9.4	Infektiöse Endokarditis	131
9.5	Myokarditis	137
9.6	Perikarditis	138
9.7	Herzrhythmusstörungen	141
9.8	Schrittmacher- und ICD-Patient	163
9.9	Hypertensives Notfallgeschehen	168
	Literatur	171
10	Angiologie	173
	<i>G. Michels</i>	
10.1	Akuter peripherer arterieller Verschluss	174
10.2	Akuter Mesenterialarterienverschluss (AMV)	176

13.10	Besonderheiten beim nierentransplantierten (NTX)-Patienten	323	17.3	Urämisches Koma	389
14	Onkologie	325	17.4	Akute Nebenniereninsuffizienz (adrenale oder Addison-Krise)	391
	<i>M. Kochanek, O. Cornely, G. Michels</i>		17.5	Thyreotoxische Krise	393
14.1	Tumorlysesyndrom	326	17.6	Myxödemkoma	394
14.2	Aplasieproblematik/Fieber bei Neutropenie	328	17.7	Hyperkalzämische Krise	395
14.3	Obere Einflusstauung oder Vena-cava-superior-Syndrom	329	17.8	Diabetes insipidus	397
14.4	Spinalkompression	330	17.9	Schwartz-Bartter-Syndrom	398
				Literatur	399
15	Hämostaseologische-thrombozytäre Krankheitsbilder auf der Intensivstation	331	18	Intoxikationen	401
	<i>M. Kochanek</i>			<i>G. Michels, S. Weilemann</i>	
15.1	Thrombozytopenien	332	18.1	Allgemeine Toxikologie	402
15.2	Thrombozytopathien	339	18.2	Antidot-Therapie	405
15.3	Plasmatische Gerinnungsstörungen	339	18.3	Alkoholintoxikation	407
15.4	Kombinierte plasmatische und thrombozytäre Störungen	343	18.4	Alkylphosphate	409
15.5	Heparin-induzierte Thrombozytopenie (HIT)	344	18.5	Blausäure-Intoxikation	410
	Literatur	348	18.6	Drogen	410
16	Infektiologie	349	18.7	Kohlenmonoxid-Intoxikation	414
	<i>M. Kochanek, G. Michels, S. Koch, G. Fätkenheuer, O. Cornely, U. Aurbach, H. Seifert, Ch. Gutschow, D. Waldschmidt, G. von Gersdorff, J. Rybniker, E. Skouras, M. Lüping, J. Vehreschild</i>		18.8	Kohlendioxid	415
16.1	SIRS/Sepsis	350	18.9	Reizgase	415
16.2	Pneumonie	354	18.10	Lösemittel	416
16.3	Opportunistische Infektionserkrankungen	357	18.11	Schaumbildner	417
16.4	Mikrobiologische Diagnostik	359	18.12	Säuren- und Laugenverätzungen	417
16.5	Intraabdominelle Infektionen	363	18.13	Medikamentenintoxikation	418
16.6	Harnwegsinfektionen	367	18.14	Methämoglobinbildner	422
16.7	Perioperative bzw. periinterventionelle Prophylaxe	368	18.15	Entzugssyndrome	423
16.8	Malaria	370	18.16	Telefonverzeichnisse/Adressen der Giftnotzentralen in Deutschland	424
16.9	Weichteilinfektionen	373		Literatur	425
16.10	Pilzinfektionen (invasive Mykosen)	374	19	Neurologie	427
16.11	Antibiotika	375		<i>G. Michels, W.F. Haupt, Ch. Dohmen, M. Neveling, W. Liu, L. Burghaus</i>	
16.12	Antimykotika	378	19.1	Unklare Bewusstlosigkeit/Koma	428
17	Endokrinologische Krankheitsbilder	383	19.2	Intrazerebrale Blutung (ICB)	433
	<i>G. Michels</i>		19.3	Akute bakterielle Meningitis	436
17.1	Hypoglykämie	384	19.4	Guillain-Barré Syndrom (GBS), akute Polyneuritis	441
17.2	Diabetisches Koma	385	19.5	Epilepsie und Status epilepticus	444
			19.6	Ischämischer Schlaganfall	450
			19.7	Critical-illness-Neuropathie und Myopathie (CIP/CIM)	456
			19.8	Anoxischer Hirnschaden	458
			19.9	Hirntod/Hirntoddiagnostik	459

Anhang

- A Antibiotika und Perfusordosierung465**
M. Kochanek, G. Michels
- B Normwerte Hämodynamik471**
G. Michels
- C Scoresysteme in der Intensivmedizin ..475**
G. Michels
- Stichwortverzeichnis481**

Autorenverzeichnis

Aurbach, Ute, Dr.

Laboratoriumsmedizin Köln, Dres.
med. Wisplinghoff und Kollegen
Classen-Kappelman-Str. 24,
50931 Köln

Burghaus, Lothar, Dr.

Klinik und Poliklinik für Neurologie,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50924 Köln

Burst, Volker, Dr.

Klinik IV für Innere Medizin,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Cornely, Oliver, Prof. Dr.

Klinik I für Innere Medizin,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Dohmen, Christian, Dr.

Klinik für Neurologie,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Fätkenheuer, Gerd, Univ.-Prof. Dr.

Klinik I für Innere Medizin,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Gersdorff, Gero von, Dr.

Klinik IV für Innere Medizin,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Gutschow, Christian, PD Dr.

Klinik und Poliklinik für Allgemein-,
Viszeral- und Tumorchirurgie,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Haupt, Walter, Univ.-Prof. Dr.

Klinik für Neurologie,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Hoppe, Uta, Prof. Dr.

Klinik III für Innere Medizin,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Jaspers, Natalie, Dr.

Klinik für Gastroenterologie
und Hepatologie am Abdominal-
zentrum, Klinikum der Universität
zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Koch, Susann, Dr.

Klinik I für Innere Medizin,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Kochanek, Matthias, Dr.

Klinik I für Innere Medizin,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Liu, Wei-Chie, Dr.

Klinik und Poliklinik für Neurologie,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62 50924 Köln

Mertens, Jessica, Dr.

Klinik für Gastroenterologie
und Hepatologie am Abdominal-
zentrum, Klinikum der Universität
zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Michels, Guido, Dr.

Klinik III für Innere Medizin,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Neveling, Michael, Dr.

Klinik und Poliklinik für Neurologie,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50924 Köln

Rüping, Maria, Dr.

Klinik I für Innere Medizin,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Rybniker, Jan, Dr.

Klinik I für Innere Medizin,
Klinikum der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Seifert, Harald, Univ.-Prof. Dr.

Institut für Medizinische Mikrobi-
ologie, Immunologie und Hygiene,
Klinikum der Universität zu Köln
Goldenfelsstr. 19–21, 50935 Köln

Skouras, Emmanouil, Dr.

Klinik und Poliklinik für Unfall-,
Hand- und Wiederherstellungs-
chirurgie, Klinikum der Universität
zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Steffen, Hans-Michael, Prof. Dr.

Klinik für Gastroenterologie
und Hepatologie am Abdominal-
zentrum, Klinikum der Universität
zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Taupitz, Jochen, Univ.-Prof. Dr.

Fakultät für Rechtswissenschaft
und Volkswissenschaftslehre,
Lehrstuhl für Bürgerliches Recht,
Zivilprozessrecht, Internationales
Privatrecht und Rechtsvergleich,
Universität Mannheim
Schloss/Westflügel,
68131 Mannheim

Vehreschild, Janne, Dr.

Klinik I für Innere Medizin, Klinikum
der Universität zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Waldschmitt, Dirk, Dr.

Klinik für Gastroenterologie
und Hepatologie am Abdominal-
zentrum, Klinikum der Universität
zu Köln
Kerpener Str. 62, 50937 Köln

Weilemann, Sacha,

Univ.-Prof. Dr.

Klinik II. Medizinische Klinik und
Poliklinik, Klinikum der Johannes-
Gutenberg-Universität Mainz
Langenbeckstr. 1, 55131 Mainz

I Allgemeine Intensivmedizin

- 1 **Intensivmedizinische Arbeitstechniken – 3**
G. Michels
- 2 **Hämodynamisches Monitoring – 33**
G. Michels
- 3 **Beatmungstherapie – 41**
M. Kochanek, G. Michels
- 4 **Analgosedierung – 59**
M. Kochanek, G. Michels
- 5 **Ernährungstherapie – 65**
M. Kochanek, G. Michels
- 6 **Transfusionsmedizin – 73**
G. Michels, M. Kochanek
- 7 **Kardiopulmonale Reanimation – 81**
G. Michels
- 8 **Rechtliche Aspekte in der Intensivmedizin – 91**
G. Michels, J. Taupitz

Intensivmedizinische Arbeitstechniken

G. Michels

- 1.1 Zentraler Venenkatheter (ZVK) – 4
- 1.2 Arterienkatheter – 6
- 1.3 Pulmonalarterienkatheter (PAK) – 7
- 1.4 PiCCO (»pulse invasive contour cardiac output«) – 9
- 1.5 Intubation – 11
- 1.6 Perkutane Dilatationstracheotomie – 15
- 1.7 Passagerer transvenöser Schrittmacher – 16
- 1.8 Aszitespunktion – 17
- 1.9 Knochenmarkbiopsie/Aspirationszytologie – 18
- 1.10 Liquorpunktion/Lumbalpunktion – 19
- 1.11 Thoraxdrainage – 20
- 1.12 Flexible Bronchoskopie – 21
- 1.13 Perikardpunktion – 23
- 1.14 Perkutane Nierenbiopsie – 24
- 1.15 Kardioversion/Defibrillation – 24
- 1.16 Intraaortale Ballongegenpulsation (IABP) – 25
- 1.17 Echokardiographie – 27
- Literatur – 32

1.1 Zentraler Venenkatheter (ZVK)

Indikationen

- **Hämodynamisches Monitoring:** ZVD, PiCCO-System, zentralvenöse O₂-Sättigung
- **Therapeutisch** (■ Tab. 1.1): Verabreichung venenreizender Substanzen, Katecholamintherapie, parenterale Ernährung mit hochosmolaren Lösungen, Dialysetherapie (dicklumige Shaldon-Katheter oder High-flow-Katheter), Volumenmangelschock (dicklumige Venenkatheter, Shaldon-Katheter)
- Keine suffiziente periphere Venenverhältnisse und notwendige i.v.-Therapie

Vorbereitung

- Patientenaufklärung bei wachen, nicht-bewusstlosen Patienten (Komplikationen)
- Vorstellung des Personals: Arzt und Pflegekraft
- Labor: Gerinnungsparameter, Hb-Wert
- Händedesinfektion, Mundschutz, Kopfhaube, Kittel und sterile Handschuhe sind ein Muss (!)
- Material: Venenkatheter-Punktionsset (Punktionsnadel, Seldinger-Draht, Skalpell, Dilator und ein-/mehr-lumiger Plastik-Venenverweilkatheter), Abdeck-/Lochtuch (steril), sterile Handschuhe und Kompressen, Desinfektionsmittel, BGA-Röhrchen (zur Kontrolle), Nahtmaterial, Schere, Pinzette, Fadenhalter, steriles Pflaster, NaCl 0,9% und 10-ml-Spritzen
- Monitoring: EKG, Blutdruck, S_aO₂

Durchführung

- Punktionsorte: V. jugularis interna, V. subclavia, V. femoralis
- Patientenlagerung: Rücklage, Kopftieflage bei Punktion der V. jugularis interna

- Bereitstellung der Utensilien
- Lokalanästhesie um die Punktionsstelle (u. U. bis Perioist bei V.-subclavia-Punktion) bei bewusstseinsklaren, wachen Patienten
- PEEP-Reduktion bei beatmeten Patienten (sonst erhöhte Gefahr für Pneumothorax)
- **Punktion in Seldinger-Technik** (benannt nach dem schwedischen Radiologen Sven Seldinger, geb. 1921, Verfahren der retrograden Gefäßkatheterisierung): Punktion der Vene unter Aspiration, BGA-Kontrolle bei nicht eindeutiger Venenpunktion und ungenügender Oxygenierung (Arterie?), Stichinzision ca. 0,5 cm mittels Skalpell (11er), Dilatation mittels Dilator unter drehenden Bewegungen, Draht wird über die Punktionskanüle in die Vene geschoben, Entfernen der Punktionskanüle, Kompression der Punktionsstelle mittels Kompressen, Verschieben des Seldinger-Drahts über die Verweilkanüle (EKG-Beobachtung: Induktion von Arrhythmien bei Myokardstimulation, Drahrückzug), Entfernung des Seldinger-Drahts, alle Schenkel mit NaCl 0,9% aspirieren und durchspülen, Anschluss an ZVD-System, Fixierung des Venenkatheters mittels Naht
- Ggf. intraatriale EKG-Ableitung (Alpha-Kard-System) zur Lagekontrolle (meist Ableitung II): hohe Amplituden der P-Wellen signalisieren die Lage im rechten Vorhof, die Katheterspitze sollte langsam zurückgezogen werden bis zur Normalisierung der P-Wellen
- ZVD-Messung: Nullpunktbestimmung, vordere Axillarlinie, zwei Fünftel des Thoraxdurchmessers

V. subclavia

- Häufige und bevorzugte Punktionsstelle für ZVK-Anlage (weniger Infektionen)
- Patientenlagerung: exakte Rückenlage mit Kopftieflagerung (Trendelenburg-Lagerung),

■ Tab. 1.1. Durchflussraten von venösen Zugängen

Periphervenöse Venenverweilkanülen	Zentralvenöse Venenkatheter
0,9 mm (blau, 22 Gauge): 36 ml/min	ZVK: etwa 80 ml/min
1,1 mm (rosa, 20 Gauge): 61 ml/min	Shaldon-Katheter: über 1000 ml/min
1,3 mm (grün, 18 Gauge): 96 ml/min	
1,5 mm (weiß, 17 Gauge): 125 ml/min	
1,7 mm (grau, 16 Gauge): 195 ml/min	
2,2 mm (orange, 14 Gauge): 343 ml/min	

1.1 - Zentraler Venenkatheter (ZVK)

bei Patienten mit Dyspnoe ggf. in halbsitzender Position, beide Arme an den Körperstamm anlegen (ggf. punktionsseitigen Arm des Patienten fußwärts ziehen), Kopfdrehung zur Gegenseite

- Punktionsort/Auffinden (infraklavikulärer Zugang): mittlere Medioklavikularlinie, subklavikulär, V. subclavia liegt immer ventral (vor der A. subclavia) → Nadelspitze wird, nachdem die Clavicula berührt wurde, unter diese gedrückt, anschließende Positionierung der Spritze im rechten Winkel im Uhrzeigersinn (rechts) bzw. gegen den Uhrzeigersinn (links)
- Katheterlage: Verschieben bis ca. 17 cm (rechts) bzw. ca. 22 cm (links)

V. femoralis

- Patientenlagerung: Rückenlage, beide Beine in leichter Abduktionsstellung
- Häufig unter Notfallbedingungen (Reanimation), ansonsten vermeiden (Thrombose, Infektionen)
- Punktionsort/Auffinden: ca. 2 cm unterhalb des Ligamentum inguinale (Trigonum femorale mediale, sog. Scarpa-Dreieck), Palpation mit der nichtpunktierenden Hand (IVAN [von innen nach außen]: innen → Vene → Arterie → Nerv)

V. jugularis interna

- Patientenlagerung: Kopftieflagerung (Trendelenburg-Lagerung: adäquate Venenfüllung, Verhinderung von Luftembolien), leichte Kopfdrehung zur Gegenseite
- Punktionsort/Auffinden: Palpation mit der nichtpunktierenden Hand A. carotis (medial) und V. jugularis interna (lateral) → zwischen Caput sternale und Caput claviculare des M. sternocleidomastoideus
- Häufige Punktionsstelle: möglichst rechts, da die Pleuraspitze tiefer steht und der Katheterverlauf einer fast geraden Linie entspricht und zudem der Ductus thoracicus nicht im Weg ist
- Ggf. sonographische Darstellung
- Durchführung: Palpation und Fixierung der A. carotis nach medial, Punktion lateral im Dreieck zwischen den Köpfen des M. sternocleidomastoideus, Seldinger-Technik
- Katheterlage: bis oberhalb des rechten Vorhofs (Röntgen), d. h. bis ca. 15–17 cm (rechts) bzw. 20–25 cm (links) verschieben

ZVD-Kurve (■ Tab. 1.2)

■ Tab. 1.2. Jugularisvenenkurve

Wellen	Bedeutung
a-Welle	Vorhofkontraktion
c-Welle	Vorhofwölbung der Trikuspidalklappe in den rechten Vorhof
x-Welle	Bewegung der Ventilebene Richtung Herzspitze
v-Welle	Rückkehr der Ventilebene
y-Welle	Öffnung der Trikuspidalklappe

Nachsorge

- Verband anlegen mit Sicherheitsschleife (dünnes Pflaster)
- Lagekontrolle: Röntgenkontrolle (Fehllage?, Pneumothorax?) und laborchemisch (BGA, arterielle Fehlfunktion?); im Notfall reicht eine BGA-Kontrolle aus, so dass der zentrale Venenkatheter umgehend genutzt (befahren) werden kann
- Spitze und infektiöse Materialien speziell entsorgen (Infektionsgefahr)
- Dokumentation in Patienten-/Pflegerkurve

Komplikationen

- Arterielle Katheterfehllage: Fehllage des zentralen Venenkatheters über die A. subclavia sinistra in die Aorta descendens → ZVK entfernen und Kompression der Punktionsstelle
- Venöse Katheterfehllagen: Fehllage des zentralen Venenkatheters über die V. subclavia in die V. thoracica interna, Vv. pericardiophrenicae oder Vv. mediastinales → Umseldigern
- Extravasale Katheterfehllagen: Fehllage im Mediastinum, Perikard- oder Pleuraraum → insbesondere Gefahr von Pneumothorax (Aspiration von Luft!)
- Gefäßanomalien: z. B. persistierende V. cava superior sinistra → Umseldigern
- Katheterassoziierte Infektionen
- Thrombembolische Komplikationen