

C. von Heymann (Hrsg.)

Anästhesie in der

- ▲ Thoraxchirurgie
- ▲ Herzchirurgie
- ▲ Gefäßchirurgie



KLINIKALLTAG
ANÄSTHESIE



Deutscher
Ärzte-Verlag

C. von Heymann (Hrsg.)

**Anästhesie in der Thorax-, Herz- und
Gefäßchirurgie**

C. von Heymann (Hrsg.)

Anästhesie in der Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie

Mit 2 Abbildungen und 12 Tabellen

Unter Mitarbeit von Angelika Bloch, Jan Braun, Vera von Dossow-Hanfstingl, Achim Foer, Thomas Fritzsche, Torsten Geyer, Joachim Große, Thomas Hachenberg, Marc Kastrup, Alf Kozian, Michael Krämer, Hanno Krieg, Rainer Kuhly, Viktoria Martiny, Maryam Moshirzadeh, Mathias Redlin, Ingrid Rundshagen, Michael Sander, Thomas Schilling, Monika Stammler, Ortrud Vargas, Christina West

Deutscher Ärzte-Verlag Köln

aerzteverlag.de

ISBN (E-Book)

978-3-7691-3621-0

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.

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- oder Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Wichtiger Hinweis:

Die Medizin und das Gesundheitswesen unterliegen einem fortwährenden Entwicklungsprozess, sodass alle Angaben immer nur dem Wissensstand zum Zeitpunkt der Drucklegung entsprechen können.

Die angegebenen Empfehlungen wurden von Verfassern und Verlag mit größtmöglicher Sorgfalt erarbeitet und geprüft. Trotz sorgfältiger Manuskripterstellung und Korrektur des Satzes können Fehler nicht ausgeschlossen werden.

Der Benutzer ist aufgefordert, zur Auswahl sowie Dosierung von Medikamenten die Beipackzettel und Fachinformationen der Hersteller zur Kontrolle heranzuziehen und im Zweifelsfall einen Spezialisten zu konsultieren.

Der Benutzer selbst bleibt verantwortlich für jede diagnostische und therapeutische Applikation, Medikation und Dosierung.

Verfasser und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und keine daraus folgende oder sonstige Haftung für Schäden, die auf irgendeine Art aus der Benutzung der in dem Werk enthaltenen Informationen oder Teilen davon entstehen.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf deshalb der vorherigen schriftlichen Genehmigung des Verlages.

Copyright © 2011 by

Deutscher Ärzte-Verlag GmbH

Dieselstraße 2, 50859 Köln

Umschlagkonzeption: Hans Peter Willberg und Ursula Steinhoff

Produktmanagement: Sabine Bosch

Content Management: Jürgen Bluhme-Rasmussen

Manuskriptbearbeitung: Dr. Annett Borkowski

Satz: Plaumann, 47807 Krefeld

Druck/Bindung: Warlich-Druck, 53340 Meckenheim

5 4 3 2 1 0 / 619

Abkürzungsverzeichnis

ACCP	American College of Chest Physicians
ACE	Angiotensin-converting-Enzym
ACI	Arteria carotis interna
ACT	Activated clotting time
ACVB	aortokoronarer Venenbypass
aFXaE	Anti-FXa-Einheiten
AK	Aortenklappe
AÖF	Aortenklappenöffnungsfläche
aPTT	aktivierte partielle Thromboplastinzeit
ARDS	Adult respiratory distress syndrome
ARM	alveoläres Rekrutierungsmanöver
ASD	Atriumseptumdefekt
ASE	American Society of Echocardiography
ASO	arterielle Switch-Operation
ASS	Acetylsalicylsäure
AT	Antithrombin
ATP	Adenosintriphosphat
AV	1. arteriovenös, 2. atrioventrikulär
AV-Knoten	Atrioventrikularknoten
AZ	Allgemeinzustand
BAL	bronchoalveoläre Lavage
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
BGA	Blutgasanalyse
BIS	Bispectral index
BPD	bronchopulmonale Dysplasie
BT-Shunt	Blalock-Taussig-Shunt
BZ	Blutzucker
C	Halswirbel
CI	Cardiac index, Herzindex
CO ₂	Kohlendioxid
COPD	chronisch obstruktive Lungenerkrankung
CPAP	Continuous positive airway pressure, kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck
CSE	Combined spinal epidural anesthesia, kombinierte Spinal-/Epiduralanästhesie
CT	Computertomografie
CW	Continous wave
DIC	Disseminated intravascular coagulation, disseminierte intravasale Gerinnung
DILV	Double inlet left ventricle
DIRV	Double inlet right ventricle
DK	(Blasen-)Dauerkatheter
D _l CO	Diffusionskapazität für Kohlenmonoxid
DLT	Doppellumentubus
DORV	Double outlet right ventricle
ECST	European Carotid Surgery Trial

ECT	Ecarin clotting time
EF	Ejection fraction
EFE	endomyokardiale Fibroelastose
EGDT	Early goal directed therapy
EK	Erythrozytenkonzentrat
EKG	Elektrokardiogramm
EKZ	extrakorporale Zirkulation
ELV	Ein-Lungen-Ventilation
et.	endtidal
EVAR	Endovascular aneurysm repair
EVLW	extravaskuläres Lungenwasser
F	French
FAC	Fractional area change
FEF _{25-75%}	forcierter expiratorischer Fluss zwischen 25 und 75% der forcierten Vitalkapazität
FEV ₁	forcierte expiratorische Einsekundenkapazität
FFP	Fresh frozen plasma
FiO ₂	inspiratorische Sauerstoffkonzentration
FRC	funktionelle Residualkapazität
FVC	forcierte Vitalkapazität
G	Gauge
GEDV	globales enddiastolisches Volumen
H ₂ O	Wasser
Hb	Hämoglobin
HBV	Hepatitis-B-Virus
HCV	Hepatitis-C-Virus
HIT	heparininduzierte Thrombozytopenie
HIV	Human immunodeficiency virus
Hk	Hämatokrit
HLA	Human leukocyte antigens
HLM	Herz-Lungen-Maschine
HPV	hypoxisch pulmonale Vasokonstriktion
HTx	Herztransplantation
HZV	Herzzeitvolumen
I : E	Inspirations-/Expirationsverhältnis
i.v.	intravenös
IABP	intraaortale Ballonpumpe
ICD	implantierbarer Kardioverter-Defibrillator
ICG	Indocyaningrün
ID	Innendurchmesser
IL	Interleukin
ISHLT	International Society for Heart & Lung Transplantation
ISTA	Aortenisthmusstenose
ITBV	intrathorakales Blutvolumen
ITS	Intensivstation
KG	Körpergewicht
KHK	koronare Herzkrankheit
LA	linkes Atrium
LCOS	Low cardiac output syndrome
LMA	Larynxmaske
LR-Shunt	Links-Rechts-Shunt
LV	linker Ventrikel

LVAD	Left ventricular assist device
LVEDV	linksventrikuläres enddiastolisches Volumen
LVOT	Left ventricular outflow tract, linksventrikulärer Ausflusstrakt
MAC	Minimal alveolar concentration, minimale alveoläre Konzentration
MAO	Monoaminoxidase
MAP	Mean arterial pressure, mittlerer arterieller Blutdruck
Met-Hb	Methämoglobin
MHC	Major histocompatibility complex
MIDCAB	Minimal invasive direct coronary artery bypass
MK	Mitralklappe
MÖF	Mitralklappenöffnungsfläche
MPAP	Mean pulmonary artery pressure, mittlerer Pulmonalarteriendruck
MRSA	methicillinresistenter Staphylococcus aureus
MRT	Magnetresonanztomografie
MVV	Maximal voluntary ventilation
NA	Noradrenalin
NaCl	Natriumchlorid
NASCET	North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial
NIBP	Noninvasive blood pressure, nichtinvasive Blutdruckmessung
NO	Stickstoffmonoxid
NPN	Nitroprussidnatrium
NYHA	New York Heart Association
O ₂	Sauerstoff
OCS	Organic care system
OP	Operation, Operationsaal
OPCAB	Off-pump coronary artery bypass
p.o.	peroral
paCO ₂	arterieller Kohlendioxidpartialdruck
PACU	Post anesthesia care unit
PAK	Pulmonalkatheter
pAO ₂	alveolärer Sauerstoffpartialdruck
paO ₂	arterieller Sauerstoffpartialdruck
PAP	Pulmonary artery pressure, Pulmonalarteriendruck
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
P _{AW}	Atemwegsdruck
P _{AWmax}	maximaler Atemwegsdruck
PCA	Patient controlled analgesia, patientenkontrollierte Analgesie
PCEA	Patient controlled epidural analgesia, patientenkontrollierte Epiduralanästhesie
pCO ₂	Kohlendioxidpartialdruck
PCV	Pressure controlled ventilation, druckkontrollierte mechanische Ventilation
PCWP	Pulmonal capillary wedge pressure, pulmonalkapillärer Verschlussdruck
PDA	Periduralanästhesie
PDE	Phosphodiesterase
PDK	Periduralkatheter
PDR	Plasma disappearance rate, Plasmaeliminationsrate
PEEP	Positive endexpiratory pressure, positiver endexpiratorischer Druck
petCO ₂	endexpiratorischer Kohlendioxidpartialdruck
PFO	persistierendes Foramen ovale
PISA	Proximal isovelocity surface area, proximale Konvergenzzone

ppm	Parts per million
PPSB	Prothrombinkomplex
p \bar{v} O ₂	gemischtvenöser Sauerstoffpartialdruck
PVR	Pulmonary vascular resistance, pulmonalvaskulärer Widerstand
PW	Pulsed wave
RA	rechtes Atrium
RL-Shunt	Rechts-Links-Shunt
RR	Riva-Rocci
RV	rechter Ventrikel
RV	Residualvolumen
RVOT	rechtsventrikulärer Ausflusstrakt
SAM	Systolic anterior motion
SCA	Society of Cardiovascular Anesthesiologists
SEP	somatosensorisch evozierte Potentiale
SIRS	Systemic inflammatory response syndrome
SLE	systemischer Lupus erythematoses
SPA	Spinalanästhesie
SpO ₂	periphere Sauerstoffsättigung (Pulsoxymetrie)
SR	Sinusrhythmus
SvO ₂	venöse Sauerstoffsättigung
SVR	Systemic vascular resistance, systemischer vaskulärer Widerstand
SVV	Schlagvolumenvariation
TAS	Thrombolytic assessment system
TE	Transfusionseinheiten
TEA	Thrombendarteriektomie
TEE	transösophageale Echokardiografie
TEG	Thrombelastografie
TGA	Transposition der großen Gefäße
Th	Thorakalwirbel
TI	Trikuspidalinsuffizienz
TIA	transitorisch ischämische Attacke
TIVA	totale intravenöse Anästhesie
TK	1. Thrombozytenkonzentrat, 2. Trikuspidalklappe
TLC	totale Lungkapazität
TÖF	Trikuspidalklappenöffnungsfläche
t-PA	Tissue-type plasminogen activator, Gewebe-Plasminogen-Aktivator
TPG	transpulmonaler Gradient
TS	Trikuspidalstenose
UFH	unfraktioniertes Heparin
UNOS	United Network of Organ Sharing
VAD	Ventricular assist device
VATS	videoassistierte Thorakoskopie
VCV	Volume controlled ventilation, volumenkontrollierte mechanische Ventilation
VHF	Vorhofflimmern
VILI	Ventilator-induzierte Lungenschädigung
Vol.	Volumen
VSD	Ventrikelseptumdefekt
V _T	Tidalvolumen
VTI	Velocity time integral, Geschwindigkeitszeitintegral
ZVD	zentraler Venendruck
ZVK	zentraler Venenkatheter

Inhaltsverzeichnis

Anästhesie in der Thoraxchirurgie	1
<i>Thomas Schilling, Alf Kozian, Thomas Hachenberg</i>	
1 Ziele des anästhesiologischen Managements	3
1.1 Vermeidung von Hypoxie/Hyperkapnie – 3	
1.2 Prophylaxe und Therapie des Bronchospasmus – 4	
1.3 Vermeidung postoperativer pulmonaler Komplikationen – 4	
2 Präoperative Evaluation des thoraxchirurgischen Patienten	5
2.1 Anamnese und klinische Untersuchung – 5	
2.2 Präoperative apparative Diagnostik – 6	
2.2.1 Lungenfunktionsuntersuchungen – 6	
2.2.2 Elektrokardiografie – 7	
2.2.3 Blutgasanalyse – 7	
2.2.4 Radiologische Thoraxuntersuchung – 7	
3 Präoperative Vorbereitung	9
3.1 Akute und chronische inflammatorische Lungenerkrankungen – 9	
3.2 Cor pulmonale – 9	
3.3 Medikamentöse Therapie – 10	
3.4 Absetzen des geplanten thoraxchirurgischen Eingriffs – 13	
4 Medikamentöse Prämedikation	14
5 Grundlagen der Thoraxanästhesie	15
5.1 Intraoperatives Monitoring – 15	
5.2 Auswahl des Anästhesieverfahrens – 15	
5.3 Auswahl und Einsatz der Instrumente zur seitengetrenten Beatmung – 18	
5.3.1 Instrumente zur Seitentrennung der Atemwege – 18	
5.3.2 Komplikationen bei der Seitentrennung der Atemwege – 23	
5.3.3 Intubation bei schwierigen Atemwegen – 23	
5.4 Intraoperative Infusionstherapie – 24	
6 Pathophysiologie der Ein-Lungen-Ventilation	26
6.1 Auswirkungen der Patientenlagerung – 26	
6.2 Hypoxisch pulmonale Vasokonstriktion – 26	
6.3 Pathophysiologie des gestörten Gasaustauschs während der Ein-Lungen-Beatmung – 27	
6.4 Komplikationen während der Ein-Lungen-Ventilation – 28	

7	Management der Ein-Lungen-Ventilation	29
7.1	Konventionelles versus adaptiertes Management in der Phase der Ein-Lungen-Ventilation – 30	
7.2	Beatmung der abhängigen Lunge mit selektivem PEEP – 31	
7.3	Anwendung von CPAP in der nichtabhängigen Lunge – 31	
7.4	Differenzierte Ein-Lungen-Ventilation mit PEEP und CPAP – 31	
7.5	Alveoläre Rekrutierungsmanöver – 32	
7.6	Pharmakologische Beeinflussung der Lungenperfusion während der Ein-Lungen-Ventilation – 33	
8	Endoskopische Verfahren	34
8.1	Mediastinoskopie – 34	
8.1.1	OP-Indikation – 34	
8.1.2	Anästhesie bei Mediastinoskopie – 34	
8.1.3	Mediastinal-Mass-Syndrom – 36	
8.2	Flexible Bronchoskopie – 36	
8.2.1	OP-Indikation – 36	
8.2.2	Anästhesie bei flexibler Bronchoskopie – 37	
8.3	Starre Bronchoskopie – 38	
8.3.1	OP-Indikation – 38	
8.3.2	Anästhesie bei starrer Bronchoskopie – 39	
8.4	Laserbronchoskopie – 40	
8.4.1	OP-Indikation – 40	
8.4.2	Anästhesie bei Laserbronchoskopie – 40	
8.5	Videoassistierte thorakoskopische Chirurgie (VATS) – 42	
8.5.1	OP-Indikation – 42	
8.5.2	Anästhesie bei VATS – 42	
8.6	Operationen bei Atemwegsobstruktionen – 44	
8.6.1	OP-Indikation – 44	
8.6.2	Präoperative Evaluation – 44	
8.6.3	Anästhesie bei operativer Therapie von Atemwegsobstruktionen – 45	
9	Anästhesie bei Thorakotomie	48
9.1	Lungenresezierende Eingriffe – 48	
9.1.1	OP-Indikation – 48	
9.1.2	Präoperative Evaluation – 48	
9.1.3	Anästhesie bei Lungenresektion – 48	
9.2	Lungenvolumenreduktionschirurgie – 51	
9.2.1	OP-Indikation – 51	
9.2.2	Präoperative Evaluation – 51	
9.2.3	Anästhesie bei Lungenvolumenreduktion – 52	
10	Postoperative Behandlung des thoraxchirurgischen Patienten	55
10.1	Pathophysiologische Veränderungen der Lungenfunktion nach thoraxchirurgischen Operationen – 55	
10.2	Prinzipien der postoperativen Intensivtherapie – 55	
10.3	Vermeidung einer prolongierten postoperativen Beatmung – 56	
10.4	Postoperative Atemtherapie – 57	
10.5	Mechanische Beatmung – 57	
10.6	Flüssigkeitsmanagement – 58	

10.7	Postoperative Schmerztherapie – 58	
10.7.1	Intravenöse Schmerztherapie – 58	
10.7.2	Intrapleurale und paravertebrale Regionalanästhesie – 58	
10.7.3	Epiduralanästhesie – 59	
Anästhesie in der Herzchirurgie	61
11 Prämedikation	63
	<i>Hanno Krieg</i>	
11.1	Prämedikation bei Erwachsenen – 63	
11.1.1	Erfassung des individuellen präoperativen Risikoprofils – 63	
11.1.2	Aufklärung über perioperative Risiken – 64	
11.1.3	Präoperative Dauermedikation – 64	
11.1.4	Medikamentöse Prämedikation – 65	
11.2	Prämedikation im Kindesalter – 65	
11.2.1	Erfassung des individuellen präoperativen Risikoprofils – 65	
11.2.2	Aufklärung und Einverständniserklärung der Eltern – 66	
11.2.3	Präoperative Dauermedikation – 66	
11.2.4	Medikamentöse Prämedikation – 66	
12 Monitoring	68
	<i>Michael Sander</i>	
12.1	Basismonitoring – 68	
12.1.1	Basismonitoring vor Narkoseeinleitung – 68	
12.1.2	Basismonitoring nach Narkoseeinleitung – 68	
12.2	Erweitertes Monitoring – 69	
12.2.1	Pulmonalarterienkatheter mit kontinuierlicher Messung der venösen Sauerstoffsättigung – 69	
12.2.2	Transösophageale Echokardiografie – 70	
12.2.3	Unkalibrierte Pulskonturverfahren zur HZV Bestimmung – 70	
12.2.4	Transpulmonale Thermodilution – 71	
12.3	Erweitertes Monitoring des Hepatosplanchnikusgebiets – 72	
12.3.1	LiMON – 72	
12.3.2	Lebervenenkatheter – 73	
12.4	Erweitertes Monitoring der regionalen zerebralen Perfusion – 73	
13 Transösophageale Echokardiografie in der Herzanästhesie	74
	<i>Joachim Große</i>	
13.1	Grundsätzliches zur transösophagealen Echokardiografie – 74	
13.1.1	Indikationen bei kardiochirurgischen Eingriffen – 74	
13.1.2	Komplikationen – 75	
13.1.3	Untersuchungsablauf – 75	
13.2	Perioperativer Einsatz der transösophagealen Echokardiografie – 77	
13.2.1	TEE zur Beurteilung der Ventrikelfunktion – 77	
13.2.2	TEE bei Aortenklappenersatz – 81	
13.2.3	TEE bei Mitralklappenersatz und Mitralklappenrekonstruktion – 82	

13.2.4	TEE bei Trikuspidalklappenerkrankungen – 86	
13.2.5	TEE bei Pulmonalklappenerkrankungen – 87	
13.2.6	TEE bei Atriumseptumdefekt (ASD) und persistierendem Foramen ovale (PFO) – 87	
13.2.7	TEE bei Erkrankungen der Aorta – 87	
13.2.8	TEE bei Perikarderguss/Perikardtampnade – 88	
14	Inotrope Therapie	89
	<i>Jan Braun</i>	
14.1	Allgemeine Vorbemerkungen – 89	
14.1.1	Kreislaufinsuffizienz – 89	
14.1.2	Therapieziele – 89	
14.1.3	Therapieoptionen – 90	
14.2	Katecholamine – 91	
14.2.1	Grundsätzliches – 91	
14.2.2	Adrenalin – 92	
14.2.3	Dopamin – 92	
14.2.4	Dobutamin – 93	
14.2.5	Dopexamin – 93	
14.3	Phosphodiesterase-III-Hemmer (PDE-III-Hemmer) – 93	
14.3.1	Grundsätzliches – 93	
14.3.2	Amrinon – 94	
14.3.3	Enoximon – 94	
14.3.4	Milrinon – 94	
14.4	Calciumsensitizer – 94	
15	Aspekte der Blutgerinnung	96
	<i>Christian von Heymann</i>	
15.1	Allgemeine Vorbemerkungen – 96	
15.2	Management der Antikoagulation – 97	
15.2.1	Heparin-Schema für Operationen mit HLM – 97	
15.2.2	Protamin-Schema für Operationen mit HLM – 97	
15.3	Fibrinolysehemmung in der Herzchirurgie – 98	
	Tranexamsäure – 98	
15.4	Substitution von gerinnungsaktiven Blutprodukten – 98	
15.5	Alternative Antikoagulanzen bei heparininduzierter Thrombozytopenie Typ II – 99	
15.5.1	Dosierungsschema Lepirudin – 99	
15.5.2	Dosierungsschema Danaparoid – 100	
15.5.3	Reexposition mit Heparin – 100	
16	Hypothermie und Säure-Basen-Management	101
	<i>Vera von Dossow-Hanfstingl</i>	
16.1	Allgemeine Vorbemerkungen – 101	
16.1.1	Unerwünschte Effekte der Hypothermie – 101	
16.1.2	Hypothermie und pH-Wert des Blutes – 102	
16.2	Die pH-stat-Methode – 102	
16.3	Die Alpha-stat-Methode – 103	
16.4	Alpha-stat- versus pH-stat-Management im klinischen Alltag – 103	

17 Aortokoronarer Bypass	105
<i>Torsten Geyer</i>	
17.1 Operatives Vorgehen – 105	
17.1.1 OP-Indikation – 105	
17.1.2 Operationsverfahren – 105	
17.2 Anästhesie bei Bypass-Operationen – 106	
17.2.1 Hämodynamische Ziele – 106	
17.2.2 Narkoseeinleitung – 106	
17.2.3 Narkoseführung – 107	
17.2.4 Abgang von der Herz-Lungen-Maschine – 108	
17.2.5 Probleme/Komplikationen – 109	
18 Bypass-Operation ohne Herz-Lungen-Maschine („Off-pump“-Bypass)	110
<i>Torsten Geyer</i>	
18.1 Operatives Vorgehen – 110	
18.1.1 OP-Indikation – 110	
18.1.2 Operationsverfahren – 110	
18.1.3 Besonderheiten/Komplikationen – 110	
18.2 Anästhesie bei Off-pump-Eingriffen – 110	
18.2.1 Narkoseeinleitung – 110	
18.2.2 Narkoseführung – 111	
18.2.3 Besonderheiten – 112	
18.2.4 Probleme/Komplikationen – 112	
19 Aortenklappenstenose	113
<i>Ortrud Vargas, Viktoria Martiny</i>	
19.1 Operatives Vorgehen – 113	
19.1.1 OP-Indikation – 113	
19.1.2 Operationsverfahren – 113	
19.1.3 Besonderheiten/Komplikationen – 114	
19.2 Anästhesie bei Aortenklappenstenose – 114	
19.2.1 Hämodynamische Ziele – 114	
19.2.2 Narkoseeinleitung – 115	
19.2.3 Narkoseführung – 116	
19.2.4 Abgang von der Herz-Lungen-Maschine – 117	
19.2.5 Probleme/Komplikationen – 118	
20 Aortenklappeninsuffizienz	119
<i>Ortrud Vargas, Viktoria Martiny</i>	
20.1 Operatives Vorgehen – 119	
20.1.1 OP-Indikation – 119	
20.1.2 Operationsverfahren – 120	
20.2 Anästhesie bei Aortenklappeninsuffizienz – 120	
20.2.1 Hämodynamische Ziele – 120	
20.2.2 Narkoseeinleitung – 120	
20.2.3 Narkoseführung – 121	
20.2.4 Abgang von der Herz-Lungen-Maschine – 122	
20.2.5 Probleme/Komplikationen – 123	

21	Mitralklappenstenose	124
	<i>Ortrud Vargas, Viktoria Martiny</i>	
21.1	Operatives Vorgehen – 124	
21.1.1	OP-Indikation – 124	
21.1.2	Operationsverfahren – 124	
21.2	Anästhesie bei Mitralklappenstenose – 125	
21.2.1	Hämodynamische Ziele – 125	
21.2.2	Narkoseeinleitung – 125	
21.2.3	Narkoseführung – 126	
21.2.4	Abgang von der Herz-Lungen-Maschine – 127	
21.2.5	Probleme/Komplikationen – 128	
22	Mitralklappeninsuffizienz	129
	<i>Ortrud Vargas, Viktoria Martiny</i>	
22.1	Operatives Vorgehen – 129	
22.1.1	OP-Indikation – 129	
22.1.2	Operationsverfahren – 130	
22.2	Anästhesie bei Mitralklappeninsuffizienz – 130	
22.2.1	Hämodynamische Ziele – 130	
22.2.2	Narkoseeinleitung – 130	
22.2.3	Narkoseführung – 131	
22.2.4	Abgang von der Herz-Lungen-Maschine – 132	
22.2.5	Probleme/Komplikationen – 133	
23	Trikuspidalklappenstenose	134
	<i>Christian von Heymann</i>	
23.1	Operatives Vorgehen – 134	
23.1.1	OP-Indikation – 134	
23.1.2	Operationsverfahren – 134	
23.2	Anästhesie bei Trikuspidalklappenstenose – 134	
23.2.1	Hämodynamische Ziele – 134	
23.2.2	Präoperatives Vorgehen – 134	
23.2.3	Narkoseeinleitung – 135	
23.2.4	Narkoseführung – 136	
23.2.5	Abgang von der Herz-Lungen-Maschine – 137	
23.2.6	Probleme/Komplikationen – 138	
24	Trikuspidalklappeninsuffizienz	139
	<i>Christian von Heymann</i>	
24.1	Operatives Vorgehen – 139	
24.1.1	OP-Indikation – 139	
24.1.2	Operationsverfahren – 140	
24.2	Anästhesie bei Trikuspidalklappeninsuffizienz – 140	
24.2.1	Hämodynamische Ziele – 140	
24.2.2	Präoperatives Vorgehen – 140	
24.2.3	Narkoseeinleitung – 141	
24.2.4	Narkoseführung – 141	
24.2.5	Abgang von der Herz-Lungen-Maschine – 142	
24.2.6	Probleme/Komplikationen – 143	

25 Pulmonalklappenstenose	144
<i>Marc Kastrup</i>	
25.1 Operatives Vorgehen – 144	
25.1.1 OP-Indikation – 144	
25.1.2 Operationsverfahren – 145	
25.2 Anästhesie bei Pulmonalklappenstenose – 145	
25.2.1 Hämodynamische Ziele – 145	
25.2.2 Präoperatives Vorgehen – 146	
25.2.3 Narkoseeinleitung – 146	
25.2.4 Narkoseführung – 147	
25.2.5 Abgang von der Herz-Lungen-Maschine – 148	
25.2.6 Entwöhnung von der Herz-Lungen-Maschine – 149	
25.2.7 Probleme/Komplikationen – 149	
26 Pulmonalklappeninsuffizienz	150
<i>Marc Kastrup</i>	
26.1 Operatives Vorgehen – 150	
26.1.1 OP-Indikation – 150	
26.1.2 Operationsverfahren – 150	
26.2 Anästhesie bei Pulmonalklappeninsuffizienz – 150	
26.2.1 Hämodynamische Ziele – 150	
26.2.2 Präoperatives Vorgehen – 151	
26.2.3 Narkoseeinleitung – 151	
26.2.4 Narkoseführung – 151	
26.2.5 Abgang von der Herz-Lungen-Maschine – 152	
26.2.6 Probleme/Komplikationen – 153	
27 Operationen an Aorta ascendens und Aortenbogen	154
<i>Maryam Moshirzadeh, Michael Krämer</i>	
27.1 Klassifikation/Risikofaktoren – 154	
27.2 Operatives Vorgehen – 155	
27.2.1 OP-Indikation – 155	
27.2.2 Operationsverfahren – 155	
27.3 Anästhesie bei Operationen an der Aorta – 155	
27.3.1 Hämodynamische Ziele – 155	
27.3.2 Präoperatives Vorgehen – 156	
27.3.3 Narkoseeinleitung – 156	
27.3.4 Narkoseführung – 157	
27.3.5 Abgang von der Herz-Lungen-Maschine nach tiefem hypothermen Kreislaufstillstand – 158	
27.3.6 Postoperative Komplikationen – 160	
27.3.7 Postoperative Behandlung – 160	
28 Herztransplantationen	161
<i>Mathias Redlin</i>	
28.1 Operatives Vorgehen – 161	
28.1.1 OP-Indikationen – 161	
28.1.2 Kontraindikationen – 162	
28.1.3 Chirurgische Techniken – 162	
28.1.4 Besonderheiten/Komplikationen – 163	
28.2 Anästhesie bei Herztransplantation – 166	
28.2.1 Patientenvorbereitung – 166	

28.2.2	Narkoseeinleitung	– 166	
28.2.3	Monitoring und Präbypass-Phase	– 167	
28.2.4	Bypass-Phase	– 168	
28.2.5	Postbypass-Phase	– 168	
28.3	Postoperative Komplikationen	– 169	
28.3.1	Akutes Rechtsherzversagen	– 169	
28.3.2	Primäres Transplantatversagen	– 171	
29	Kinderherzchirurgie		173
	<i>Achim Foer</i>		
29.1	Allgemeine Vorbemerkungen	– 173	
29.1.1	Aortopulmonaler Shunt	– 173	
29.1.2	Pulmonalarterielltes Banding	– 174	
29.1.3	Shunt-Pathophysiologie	– 174	
29.2	Anästhesie in der Kinderherzchirurgie	– 175	
29.2.1	Präoperatives Vorgehen	– 175	
29.2.2	Anästhesiologische Besonderheiten	– 175	
29.2.3	Monitoring	– 176	
29.2.4	Narkoseeinleitung	– 176	
29.2.5	Narkoseführung	– 177	
29.2.6	Adäquate Volumentherapie	– 178	
29.2.7	Positiv inotrope Therapie	– 178	
29.2.8	Nachlastsenkung	– 178	
29.2.9	Selektive pulmonale Vasodilatation	– 179	
29.2.10	Abgang von der Herz-Lungen-Maschine	– 179	
29.3	Spezielle Krankheitsbilder	– 179	
29.3.1	Hypoplastisches Linksherzsyndrom	– 179	
29.3.2	Transposition der großen Gefäße (TGA)	– 191	
29.3.3	Fallot-Tetralogie	– 194	
29.3.4	Persistierender Ductus arteriosus	– 197	
29.3.5	Truncus arteriosus communis	– 198	
29.3.6	Atriumseptumdefekt (ASD)	– 201	
29.3.7	Ventrikelseptumdefekt (VSD)	– 203	
29.3.8	Aortenisthmusstenose (ISTA)	– 205	
29.3.9	Partielle Lungenvenenfehlöffnung	– 207	
29.3.10	Totale Lungenvenenfehlöffnung	– 209	
	Anästhesie in der Gefäßchirurgie		213
30	Eingriffe an den supraaortalen Gefäßen		215
	<i>Ingrid Rundshagen</i>		
30.1	Allgemeine Vorbemerkungen	– 215	
30.2	Karotisstenose	– 215	
30.2.1	Operatives Vorgehen	– 215	
30.2.2	Anästhesie bei Karotisstenose	– 216	
30.3	Subclavian-steal-Syndrom	– 219	
30.3.1	Operatives Vorgehen	– 219	
30.3.2	Anästhesie bei Subclavian-steal-Syndrom	– 220	
30.4	Glomustumor	– 221	
30.4.1	Operatives Vorgehen	– 221	
30.4.2	Anästhesie bei Glomustumor	– 222	

31	Bauchaortenaneurysma	225
	<i>Rainer Kuhly</i>	
31.1	Operatives Vorgehen – 225	
31.1.1	OP-Indikation – 225	
31.1.2	Operationsverfahren – 225	
31.2	Anästhesie bei Bauchaortenaneurysma – 226	
31.2.1	Präoperatives Vorgehen – 226	
31.2.2	Monitoring – 226	
31.2.3	Allgemeinanästhesie – 227	
31.2.4	Therapie intraoperativer Blutdruck- und Herzfrequenzschwankungen – 228	
31.2.5	Besonderheiten – 228	
31.2.6	Komplikationen – 229	
32	Aorten- und Beckenarterienstenose	230
	<i>Angelika Bloch</i>	
32.1	Operatives Vorgehen – 230	
32.1.1	OP-Indikation – 230	
32.1.2	Operationsverfahren – 230	
32.2	Anästhesie bei Aorten- und Beckenarterienstenose – 230	
32.2.1	Präoperatives Vorgehen – 230	
32.2.2	Monitoring – 231	
32.2.3	Allgemeinanästhesie – 231	
32.2.4	Therapie intraoperativer Blutdruck- und Herzfrequenzschwankungen – 232	
32.2.5	Besonderheiten – 233	
32.2.6	Postoperatives Vorgehen – 233	
32.2.7	Komplikationen – 234	
33	Eingriffe am peripheren arteriellen Gefäßsystem	235
	<i>Monika Stammler</i>	
33.1	Operatives Vorgehen – 235	
33.1.1	OP-Indikation – 235	
33.1.2	Operationsverfahren – 235	
33.2	Anästhesie bei Eingriffen an peripheren Arterien – 236	
33.2.1	Präoperatives Vorgehen – 236	
33.2.2	Monitoring – 236	
33.2.3	Rückenmarksnahe Anästhesie – 237	
33.2.4	Allgemeinanästhesie – 237	
33.2.5	Therapie intraoperativer Blutdruck- und Herzfrequenzschwankungen – 238	
33.2.6	Postoperatives Vorgehen – 239	
33.2.7	Komplikationen – 239	
34	Nierenarterienstenose	240
	<i>Christina West</i>	
34.1	Operatives Vorgehen – 240	
34.1.1	OP-Indikation – 240	
34.1.2	Operationsverfahren – 240	
34.1.3	Komplikationen – 240	
34.2	Anästhesie bei Nierenarterienstenose – 240	
34.2.1	Präoperatives Vorgehen – 240	

34.2.2	Allgemeinanästhesie – 241	
34.2.3	Therapie intraoperativer Blutdruck- und Herzfrequenzschwankungen – 242	
34.2.4	Postoperatives Vorgehen – 242	
34.2.5	Postoperative Komplikationen – 242	
35	Gefäßzugänge zur Dialyse (Shunt- und Fistelanlagen)	243
	<i>Christina West</i>	
35.1	Operatives Vorgehen – 243	
35.1.1	OP-Indikation – 243	
35.1.2	Operationsverfahren – 243	
35.2	Anästhesie bei Shunt- und Fistelanlagen – 243	
35.2.1	Präoperatives Vorgehen – 243	
35.2.2	Monitoring – 244	
35.2.3	Regionalanästhesie – 244	
35.2.4	Allgemeinanästhesie – 244	
35.2.5	Postoperatives Vorgehen – 245	
35.2.6	Komplikationen – 245	
36	Eingriffe am venösen Gefäßsystem	246
	<i>Thomas Fritzsche</i>	
36.1	Varizenoperation – 246	
36.1.1	Operatives Vorgehen – 246	
36.1.2	Anästhesie bei Varizenoperationen – 248	
36.2	Eingriffe an den Hohlvenen bei Thrombosen – 250	
36.2.1	Ätiologie venöser Thrombosen – 250	
36.2.2	OP-Indikation – 250	
36.2.3	Operationsverfahren – 251	
36.2.4	Anästhesie bei Eingriffen an Hohlvenen – 251	
36.3	Implantation eines Ports oder eines Broviac-Katheters – 252	
36.3.1	Operatives Vorgehen – 252	
36.3.2	Anästhesie bei Port- oder Broviac-Katheter-Implantation – 253	
	Autorenverzeichnis	255
	Stichwortverzeichnis	259

Anästhesie in der Thoraxchirurgie

1	Ziele des anästhesiologischen Managements	3
2	Präoperative Evaluation des thoraxchirurgischen Patienten	5
3	Präoperative Vorbereitung	9
4	Medikamentöse Prämedikation	14
5	Grundlagen der Thoraxanästhesie	15
6	Pathophysiologie der Ein-Lungen-Ventilation	26
7	Management der Ein-Lungen-Ventilation	29
8	Endoskopische Verfahren	34
9	Anästhesie bei Thorakotomie	48
10	Postoperative Behandlung des thoraxchirurgischen Patienten	55

1 Ziele des anästhesiologischen Managements

Thomas Schilling, Alf Kozian, Thomas Hachenberg

Die Entwicklung von differenzierten und aufwendigen Operationsverfahren für thoraxchirurgische Eingriffe erfordert, neben theoretischen Kenntnissen der Pathophysiologie der Ein-Lungen-Ventilation, praktische Fertigkeiten in der Handhabung der Instrumente zur sicheren Seitentrennung der Atemwege. Die Durchführung der Anästhesie zur Thoraxchirurgie muss weiterhin verschiedene klinische Aspekte berücksichtigen. Diese schließen die pulmonale Vorerkrankung des Patienten, Art und Ausmaß des chirurgischen Eingriffs und die Wirkungen von Anästhetika und Beatmung auf die kardiopulmonale Funktion ein. Der Patient mit akuter oder chronischer respiratorischer Erkrankung stellt für den Anästhesisten aufgrund häufiger perioperativer Störungen der Lungenfunktion eine besondere Herausforderung dar.

Häufige Charakteristika thoraxchirurgischer Patienten:

▲ Alter	> 60 Jahre alt
▲ Bluthochdruck	18%
▲ Diabetes mellitus	5%
▲ Koronare Herzkrankheit	10%
▲ Arterielle Verschlusskrankheit	16%
▲ Lungenemphysem	17%
▲ Raucher (ehemalige und aktive)	> 80%

Die postoperative Morbidität und Mortalität nach thoraxchirurgischen Eingriffen ist gekennzeichnet durch:

▲ Mortalität (in Abhängigkeit vom Eingriff)	2–7%
▲ Postoperative Morbidität	30–35%
▲ Kardiale Komplikationen	12–14%
▲ Pulmonale Komplikationen	15%

Merke: Die primären Ziele während der Anästhesie für einen thoraxchirurgischen Eingriff liegen deshalb in der Vermeidung von Hypoxie und Hyperkapnie sowie eines Bronchospasmus, in der Minimierung perioperativer pulmonaler Komplikationen und in der Vermeidung einer prolongierten, postoperativen mechanischen Beatmung.

1.1 Vermeidung von Hypoxie/Hyperkapnie

- ▲ Ein erhöhter intrapulmonaler Rechts-Links-Shunt und eine reduzierte Gasaustauschfläche sind die Ursache von Hypoxygenierung und Hyperkapnie.
- ▲ Ein-Lungen-Ventilation oder schwerer Bronchospasmus können die Probleme verschärfen!

1.2 Prophylaxe und Therapie des Bronchospasmus

Der schwere Bronchospasmus mit ausgeprägter Erhöhung der Atemwegsresistance kann durch die vollständige Unterbrechung der alveolären Ventilation eine bedrohliche Hypoxie des thoraxchirurgischen Patienten verursachen.

Maßnahmen:

- ▲ Vertiefung der Anästhesie mit einem volatilen Anästhetikum (Halothan, Isofluran, Sevofluran, Desfluran sind gleichermaßen gut geeignet)
- ▲ Stabilisierung von Blutdruck und Herzzeitvolumen (HZV) durch Senkung der intrathorakalen Drücke und Verbesserung der regionalen pulmonalen Perfusion

1.3 Vermeidung postoperativer pulmonaler Komplikationen

Die Inzidenz postoperativer pulmonaler Komplikationen wie Atelektasen, Pneumonie und respiratorischer Insuffizienz hängt von der Art des operativen Eingriffs ab und ist somit sehr variabel. Die drei wichtigsten Einflussgrößen sind der präoperative klinische Zustand des Patienten, die operative Schnittführung und die Dringlichkeit des Eingriffs.

Das Risiko respiratorischer Komplikationen ist erhöht bei:

- ▲ Vorbestehender obstruktiver Lungenerkrankung
- ▲ Raucheranamnese mit produktivem Husten
- ▲ Vorbestehender Hyperkapnie
- ▲ Adipositas
- ▲ Fortgeschrittenem Alter (> 80 Jahre)

Im Falle des Vorliegens einer chronisch obstruktiven Lungenerkrankung (COPD):

- ▲ 80% der Patienten entwickeln postoperativ eine Pneumonie
- ▲ Ursache: pathologischer Hustenstoß (verminderte forcierte expiratorische Einsekundenkapazität [FEV₁])
- ▲ Verminderte mukoziliäre Clearance
- ▲ Vermehrt purulentes Sputum

Notfalleingriffe sind mit einem höheren Risiko postoperativer Komplikationen wie Pneumonie, prolongierter mechanischer Beatmung, Bronchospasmus und verlängertem Aufenthalt auf einer Intensivtherapiestation verbunden, da die Möglichkeiten zur präoperativen Verbesserung aufgrund der Akutsituation der Erkrankung begrenzt sind.

2 Präoperative Evaluation des thoraxchirurgischen Patienten

Thomas Schilling, Alf Kozian, Thomas Hachenberg

Mit der präoperativen Evaluation des thoraxchirurgischen Patienten sollen das Ausmaß und der Schweregrad der vorbestehenden kardiopulmonalen Erkrankung beurteilt und folgende Fragen beantwortet werden:

- ▲ Sind für die Planung und Durchführung der Narkose weitere diagnostische Maßnahmen notwendig?
- ▲ Kann durch eine präoperative Therapie das intra- und postoperative pulmonale Risiko vermindert werden?
- ▲ Sollte der thoraxchirurgische Eingriff aus anästhesiologischer Sicht verschoben werden?

2.1 Anamnese und klinische Untersuchung

Die klinische Beurteilung des Patienten ist der **wichtigste** Teil der anästhesiologischen Prämedikationsvisite und kann die

- ▲ Reduktion von Kosten (Labor, Radiologie) und
- ▲ Vorhersage der Wahrscheinlichkeit pulmonaler Komplikationen ermöglichen.

Die Anamneseeerhebung sollte die Abklärung der folgenden Punkte zum Ziel haben:

- ▲ Körperliche Belastbarkeit (Dyspnoe ab welcher Belastung?)
- ▲ Art und Schweregrad des Hustens
- ▲ Qualität und Quantität des Sputums (purulentes Sputum: Antibiotikatherapie? Blutiges Sputum oder Hämoptysen können Zeichen der Infiltration durch einen Tumor sein, cave Intubationshindernis!)
- ▲ Liegt eine Atemwegsinfektion vor bzw. wie lange liegt die letzte Infektion zurück?
- ▲ Ist kürzlich eine akute Veränderung der Lungenfunktion eingetreten?

Bei der präoperativen körperlichen Untersuchung des Patienten sollten eine eventuell vorhandene Dyspnoe und Zyanose diagnostiziert und deren Schweregrad bestimmt werden:

- ▲ Schwere Dyspnoe: $FEV_1 < 1500$ ml
- ▲ Tachypnoe
- ▲ Erhöhte Atemarbeit
- ▲ Gebrauch der akzessorischen Atemmuskulatur
- ▲ Auskultation: seitenungleiche Ventilation, Zeichen der Obstruktion mit verlängertem Expirium, Rasselgeräusche als Symptome einer bronchopulmonalen Infektion
- ▲ Zyanose (klinisch auffällig, wenn Hämoglobin-[Hb]-Sättigung $< 80\%$; entspricht einem arteriellen Sauerstoffpartialdruck $[paO_2] < 50$ mmHg)

Cave: Die periphere Zyanose (Finger, Zehen, Ohren) muss von der hämodynamisch verursachten Zyanose (Herzinsuffizienz) unterschieden werden!

Chronische Lungenerkrankungen erfordern immer die Abklärung einer möglichen Rechtsherzinsuffizienz und pulmonalen Hypertonie, die je nach Ausprägung der Erkrankung folgende Symptome aufweisen können:

- ▲ Obere Einflusstauung
- ▲ Hepatojugulärer Reflux
- ▲ Periphere, prätibiale Ödeme
- ▲ Hepatomegalie (mit/ohne Aszites)
- ▲ Gespaltener 2. Herzton
- ▲ Prominentes Pulmonalissegment im Röntgen-Thorax
- ▲ Belastungsdyspnoe

2.2 Präoperative apparative Diagnostik

2.2.1 Lungenfunktionsuntersuchungen

Lungenfunktionsuntersuchungen sind geeignet:

- ▲ die Art der Ventilationsstörung zu objektivieren:
 - restriktiv bei interstitieller Fibrose, Skoliose, Adipositas
 - obstruktiv bei Asthma bronchiale, COPD, Emphysem, chronischer Bronchitis
- ▲ und den Schweregrad einer pulmonalen Erkrankung zu beurteilen.

Bei thoraxchirurgischen Risikopatienten sollte die FEV_1 mindestens 0,8–1,0 l betragen.

Lungenfunktionsuntersuchungen werden bei thoraxchirurgischen Patienten **ohne pulmonale Erkrankung** aufgrund des geringen prädiagnostischen Wertes für postoperative Komplikationen nicht mehr routinemäßig empfohlen.

Eine Einschätzung des Risikos für postoperative pulmonale Komplikationen in Abhängigkeit von der präoperativen Lungenfunktionsuntersuchung ist in Tabelle 2.1 dargestellt:

Tab. 2.1: Risiko postoperativer pulmonaler Komplikationen in Abhängigkeit von den präoperativen Lungenfunktionsbefunden

Variable	Mittleres Risiko	Hohes Risiko
FVC	< 50% der Norm	< 15 ml/kg
FEV_1	< 2000 ml	< 1000 ml
FEV_1/FVC	< 70% der Norm	< 35% der Norm
$FEF_{25-75\%}$	–	< 14 l/s
D_LCO	< 70% der Norm	< 50% der Norm
RV/TLC	> 50% der Norm	–
MVV	< 50% der Norm oder < 50 l/min	–

FVC: forcierte Vitalkapazität, FEV_1 : forcierte expiratorische Einsekundenkapazität, $FEF_{25-75\%}$: forciertes expiratorischer Fluss zwischen 25 und 75% der forcierten Vitalkapazität, D_LCO : Diffusionskapazität für Kohlenmonoxid, RV: Residualvolumen, TLC: totale Lungenskapazität, MVV: Maximal voluntary ventilation

2.2.2 Elektrokardiografie

Die Ableitung eines Elektrokardiogramms (EKG) bietet folgende diagnostische Möglichkeiten:

Nachweis einer Rechtsherzbelastung oder -hypertrophie, z.B. bei COPD:

- ▲ Steiltyp, Rechtstyp
- ▲ Rechtsschenkelblock mit S in Ableitung I
- ▲ M-förmige Deformation des QRS-Komplexes in V1 und V2
- ▲ R/S-Verhältnis $> 1,0$ mV in V1, Niedervoltage
- ▲ Verzögerte R-Progression in den Brustwandableitungen

Zeichen der rechtsatrialen Hypertrophie:

- ▲ Erhöhtes P ($> 2,5$ mV, P-pulmonale) in Ableitung II

2.2.3 Blutgasanalyse

Die Blutgasanalyse ermöglicht in der präoperativen Phase die Abschätzung der Oxygenierung und der Ventilation der erkrankten Lunge.

„Blue bloater“ (chronische Bronchitis):

- ▲ Zyanose
- ▲ Hyperkapnie (arterieller Kohlendioxidpartialdruck, $\text{paCO}_2 \uparrow$)
- ▲ Hypoxämie (arterieller Sauerstoffpartialdruck, $\text{paO}_2 \downarrow$)
- ▲ Adipositas

= chronische respiratorische Insuffizienz und verminderte ventilatorische CO_2 -Reaktion

Cave: Eine erhöhte inspiratorische Sauerstoffkonzentration kann eine Hypoventilation durch Verminderung des hypoxischen Atemantriebs verursachen!

„Pink puffer“ (Lungenemphysem):

- ▲ Rosiges Hautkolorit
- ▲ Dyspnoe
- ▲ Untergewichtiger Körperbau
- ▲ paCO_2 und paO_2 in der Regel im Normbereich

Die Dyspnoe entsteht durch die vermehrte Atemarbeit, die erforderlich ist, um den paCO_2 zu kontrollieren.

Cave: Die vorbestehende Hyperkapnie ist mit einem erhöhten Risiko für postoperative pulmonale Komplikationen assoziiert!

2.2.4 Radiologische Thoraxuntersuchung

Vor thoraxchirurgischen Eingriffen muss eine aktuelle radiologische Thoraxaufnahme in zwei Ebenen vorliegen. Die folgenden diagnostischen Informationen können der Thorax-Röntgenaufnahme entnommen werden:

COPD:

- ▲ Hyperinflation
- ▲ Schlankes Herz
- ▲ Abgeflachte Diaphragmaflächen
- ▲ Vergrößertes Pulmonalsegment
- ▲ In der lateralen Ansicht:
 - Erhöhter anterior-posteriorer Thoraxdurchmesser
 - Vermehrter retrosternaler Luftgehalt

Chronische Bronchitis:

- ▲ Transparenzminderungen, z.B. durch pulmonale Verdichtungen
- ▲ Vermehrte Gefäßzeichnung an der Lungenbasis

Ferner sind folgende radiologische Zeichen relevant, da sie entweder für die OP-Planung (Lokalisation) wichtig sind oder mit einer erheblichen Einschränkung der Oxygenierung einhergehen können:

- ▲ Lokalisation eines umschriebenen Lungenprozesses in posterior-anteriorer und lateraler Projektion
- ▲ Bullae und bullöse Zysten: Rupturgefahr, Kompression gesunden Lungenparenchyms
- ▲ Abszess: Ausbreitung der Infektion auf die gesunde Lunge
- ▲ Mediastinaler Tumor: Verdrängung von Trachea oder Karina (Intubations- oder Beatmungshindernis?)
- ▲ Atelektasen
- ▲ Vermehrte interstitielle Flüssigkeitseinlagerung (bis Lungenödem)

Bei nicht ausreichender Beurteilbarkeit des pathologischen Prozesses in der Röntgen-Thoraxaufnahme sollte eine Untersuchung der Thoraxorgane mittels Computertomografie (CT) oder Magnetresonanztomografie (MRT) bessere Informationen über Größe und Lokalisation des Prozesses ermöglichen.

3 Präoperative Vorbereitung

Thomas Schilling, Alf Kozian, Thomas Hachenberg

Je nach Dringlichkeit des thoraxchirurgischen Eingriffs ist die präoperative Vorbereitung des Patienten darauf ausgerichtet, akute Infektionen zu beseitigen und eine chronische Lungenerkrankung optimal zu behandeln. Die wichtigsten Maßnahmen bei Patienten mit COPD oder chronischer Bronchitis vor einem geplanten thoraxchirurgischen Eingriff sind:

- ▲ Einstellen des Nikotinkonsums (mindestens 6–8 Wochen vor der Operation zur Reduktion postoperativer Komplikationen); aber auch die 48-stündige Nikotinkarenz reduziert die Irritabilität der Bronchialschleimhaut, den Carboxyhämoglobingehalt des Blutes und verbessert die mukoziliäre Clearance
- ▲ Behandlung akuter Atemwegsinfektionen (Antibiotika)
- ▲ Sekretolyse, Sekretdrainage
- ▲ Behandlung eines Bronchospasmus
- ▲ Atemtherapeutische Übungen (Incentive Spirometrie)
- ▲ Physikalische Atemtherapie (vor allem bei unzureichendem Hustenstoß und zähem Sekret)
- ▲ Sauerstofftherapie (fakultativ)
- ▲ Behandlung eines Cor pulmonale

3.1 Akute und chronische inflammatorische Lungenerkrankungen

Das Asthma bronchiale ist als eine reversible, chronisch inflammatorische Atemwegserkrankung zu verstehen, die durch die folgenden Symptome gekennzeichnet ist:

- ▲ Ausgeprägte Entzündungsreaktion der Atemwege
- ▲ Reversible Bronchokonstriktion mit Zunahme des Atemwegswiderstands
- ▲ Ödem der bronchialen Mukosa und Submukosa
- ▲ Vermehrte Produktion eines zähen Sekrets
- ▲ Bronchiale Hyperreagibilität

Die Entzündungsreaktion erfordert oft die chronische Therapie mit Kortikosteroiden, im Gegensatz zu akuten Atemwegsinfektionen bei Nichtasthmatikern. Vor einem geplanten thoraxchirurgischen Eingriff sollte jede akute Atemwegsinfektion mit Antibiotika saniert werden.

3.2 Cor pulmonale

Das Cor pulmonale ist als rechtskardiale Manifestation einer chronischen pulmonalen Erkrankung aufzufassen. Die Pathophysiologie des Cor pulmonale stellt sich wie folgt dar:

- ▲ Druckanstieg im kleinen Kreislauf (pulmonalarterieller Druck \uparrow) \rightarrow rechtsventrikuläre Nachlast \uparrow \rightarrow rechtsventrikulärer Druck \uparrow \rightarrow Linksverschiebung des Ventrikelseptums \rightarrow linksventrikuläres enddiastolisches Volumen (LVEDV) \downarrow \rightarrow HZV \downarrow

Cave: Begleitende koronare Herzkrankheit und Linksherzinsuffizienz!

Die therapeutischen Sofortmaßnahmen zur Therapie des Cor pulmonale zielen auf eine rasche Wiederherstellung der Sauerstoffsättigung, die Verminderung der Dyspnoe und die Normalisierung der pulmonalarteriellen Drücke:

- ▲ Indikation zur intensivmedizinischen Überwachung prüfen!
- ▲ Bettruhe
- ▲ Oberkörperhochlagerung
- ▲ Sauerstoff-(O₂-)Gabe (Linderung der Dyspnoe, Verbesserung der O₂-Sättigung durch Verminderung der hypoxisch pulmonalen Vasokonstriktion und nachfolgende Verminderung des pulmonalarteriellen Drucks)
- ▲ Diuretika zur Reduktion der pulmonalkapillären Stauung und des extravasulären Lungenwassers (z.B. Furosemid 20–60 mg i.v.)
- ▲ Positiv inotrope Therapie (in der Akutphase: z.B. Dobutamin 5–15 µg/kg/min, Phosphodiesterase-III-Hemmer, z.B. Milrinon 0,1–0,5 µg/kg/min, Enoximon 2–5 µg/kg/min unter intensivmedizinischer Überwachung!)
- ▲ Digitalisierung zur Verbesserung der myokardialen Kontraktilität (z.B. Digoxin, Aufsättigung nach Schema)
- ▲ Senkung der rechtsventrikulären Nachlast durch Vasodilatoren (cave: intensivmedizinische Überwachung):
 - Nitroglycerin 0,1–2,0 µg/kg/min
 - Prostaglandin (PGE₁, Epoprostenol, Flolan) 5–15 ng/kg/min
 - Prostacyclin (PGI₂, Alprostadil, Minprog) 5–20 µg/kg/min
 - Stickstoffmonoxid (NO) 20–60 ppm per inhalationem
 - Iloprost (Ventavis) 10 µg per inhalationem
 - Orale Therapie des nicht vital bedrohlichen Cor pulmonale: Hydralazin und Nifedipin

Cave: Vasodilatoren sind nur dann indiziert, wenn eine konventionelle medizinische Behandlung und Sauerstoffgabe die Symptome der Rechtsherzbelastung nicht ausreichend beseitigen!

Die Therapie ist erfolgreich, wenn der Lungengefäßwiderstand um 20% abnimmt und das HZV gleich bleibt oder ansteigt sowie der pulmonalarterielle Mitteldruck ohne gleichzeitige Veränderungen des systemischen arteriellen Mitteldrucks abnimmt.

3.3 Medikamentöse Therapie

Thoraxchirurgische Patienten unterliegen häufig einer chronischen medikamentösen Therapie, die für die Planung und Durchführung einer Narkose bedeutsam ist und in der Regel bis zum Morgen des Operationstages weitergeführt wird.

Allgemeine Prinzipien

- ▲ Inhalative Beta-2-Adrenozeptoragonisten:
 - Zur Therapie und Prophylaxe des Bronchospasmus, z.B. Albuterol, Fenoterol, Salbutamol, Salmeterol.
 - Wirkung: nach 30 min bis zu 2–3 Stunden; Salmeterol ist aufgrund des langsameren Wirkungseintritts für die Akutbehandlung nicht geeignet.
 - Nebenwirkung: gelegentlich Tachykardie.