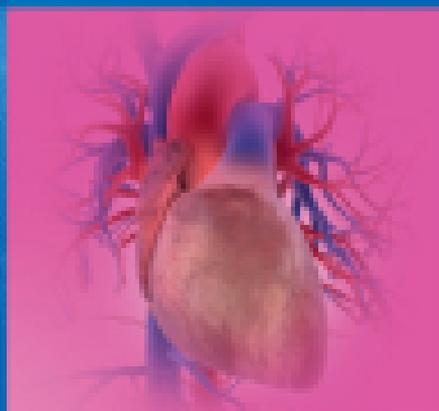


Schmid



Leitfaden Erwachsenen- herzchirurgie

3. Auflage

 Springer

Schmid



Leitfaden Erwachsenen- herzchirurgie

3. Auflage

 Springer

Leitfaden Erwachsenenherzchirurgie

Christof Schmid

Leitfaden Erwachsenen- herzchirurgie

3. Auflage

Mit 20 Abbildungen

 Springer

Prof. Dr. Christof Schmid

Universitätsklinikum Regensburg

Chirurgische Klinik

Abteilung Gefäßchirurgie

Franz-Josef-Strauß-Allee 11

93053 Regensburg

ISBN-978-3-642-34588-3

ISBN 978-3-642-34589-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-34589-0

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

Springer Medizin

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002, 2007, 2014

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.

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.

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 dürfen.

Planung: Dr. Fritz Kraemer, Heidelberg

Projektmanagement: Willi Bischoff, Heidelberg

Lektorat: Dr. Stefanie Uhlhorn, Melle

Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Cover-Bild: © Springer Verlag

Herstellung: Eva Schoeler, Heidelberg

Satz: Fotosatz-Service Köhler GmbH – Reinhold Schöberl, Würzburg

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Medizin ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer.com

Vorwort zur 3. Auflage

Die große Nachfrage, insbesondere durch die jüngeren Kollegen, die sich auf die Facharztprüfung vorbereiten, und die zahlreichen Neuerungen der letzten Jahre haben diese 3. Auflage entstehen lassen. Nach wie vor soll es ein Buch für die Kitteltasche sein, das chirurgisch konzipiert ist. Indikationsstellung, operative Techniken und Komplikationen der Erwachsenenherzchirurgie stehen im Vordergrund. Historische Daten, wichtige Ereignisse und Leitlinien sind dem jeweiligen Kapitel zugeordnet und mit Literaturstellen belegt (da diese bisweilen schwierig zu finden sind), Diagnostik- und Ergebnisdaten nicht (da mit großer Streubreite im Internet vorhanden).

Zahlreiche Inhalte mussten neu erstellt werden, da früher relativ einfache Indikationskriterien mittlerweile durch umfassende Leitlinien ersetzt wurden. Hierbei wurden hauptsächlich die deutschen und europäischen Leitlinien bedacht. Dies betrifft vor allem die Koronar-, Klappen- und Aortenchirurgie. Im Gegensatz dazu hat sich die mechanische Kreislaufunterstützung extrem weiter entwickelt, wobei sich Indikationsstellungen und operative Techniken teilweise noch in einem experimentellen Stadium befinden. Gleiches gilt für die Transkatheterherzklappen, die neu hinzugekommen sind. Die konservative Hochrisikochirurgie hat dem gegenüber an Bedeutung verloren.

Das Buch will noch immer nicht mit den Standardwerken konkurrieren, sondern bleibt ein sicherlich unvollkommenes Werk, das sich einer Kritik gerne stellt. Es zeigt, dass die Herzchirurgie mit den Jahren immer komplexer erscheint, aber dennoch vieles im Grunde gleich geblieben ist. Allerdings bleibt zu betonen, dass die Kunst der Ausführung mehr als die Regeln des Handwerks von Bedeutung ist.

Christof Schmid

Regensburg, im April 2013

Inhaltsverzeichnis

1	Extrakorporale Zirkulation und Myokardprotektion	1
	<i>Christof Schmid</i>	
1.1	Antikoagulation	3
1.2	Kanülierung	4
1.3	Kardioplegie	7
1.4	Hypothermie	9
1.5	Beendigung der extrakorporalen Zirkulation	10
1.6	Probleme/Komplikationen	12
	Literatur	13
2	Koronarchirurgie	15
	<i>Christof Schmid</i>	
2.1	Anatomie/Pathologie	16
2.2	Operationsindikation	17
2.3	Operationsverfahren	19
2.3.1	Koronarchirurgie mit Herz-Lungen-Maschine	22
2.3.2	Koronarchirurgie ohne Herz-Lungen-Maschine	24
2.4	Intraoperative Probleme/Komplikationen	27
2.5	Ergebnisse	28
2.6	Komplikationen der koronaren Herzerkrankung (KHK)	29
2.6.1	Myokardruptur	29
2.6.2	Ventrikelseptumdefekt (VSD)	30
2.6.3	Linksventrikuläres Aneurysma	31
2.7	Koronarfisteln	32
	Literatur	34
3	Herzklappenchirurgie	37
	<i>Christof Schmid</i>	
3.1	Aortenklappenitien	40
3.1.1	Anatomie/Pathologie	40
3.1.2	Operationsindikation	41
3.1.3	Operationsverfahren	44
3.1.4	Intraoperative Probleme/Komplikationen	50
3.1.5	Ergebnisse	52
3.2	Mitralklappenitien	53
3.2.1	Anatomie/Pathologie	53
3.2.2	Operationsindikation	55

3.2.3	Operationsverfahren	56
3.2.4	Intraoperative Probleme/Komplikationen	63
3.2.5	Ergebnisse	64
3.3	Trikuspidalklappenvitien	65
3.3.1	Anatomie/Pathologie	65
3.3.2	Operationsindikation	65
3.3.3	Operationsverfahren	66
3.3.4	Intraoperative Probleme/Komplikationen	67
3.3.5	Ergebnisse	68
3.4	Mehrfachklappeneingriff	68
3.5	Gerüstfreie Klappen	69
3.5.1	Homograft/Stentlessklappe	69
3.5.2	Ross-Operation	72
3.6	Endokarditis	73
3.6.1	Operationsindikation	75
3.6.2	Operationsverfahren	77
3.6.3	Intraoperative Probleme/Komplikationen	77
3.6.4	Ergebnisse	77
	Literatur	78
4	Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie (HOCM)	83
	<i>Christof Schmid</i>	
4.1	Anatomie/Pathologie	84
4.2	Operationsindikation	84
4.3	Operationsverfahren	85
4.4	Intraoperative Probleme/Komplikationen	85
4.5	Alternative Therapieverfahren	86
4.6	Ergebnisse	86
	Literatur	86
5	Aorten Chirurgie	87
	<i>Christof Schmid</i>	
5.1	Thorakale Aortenaneurysmen	88
5.1.1	Anatomie/Pathologie	88
5.1.2	Diagnostik	90
5.1.3	Operationsindikation	91
5.1.4	Operationsverfahren	92
5.1.5	Intraoperative Probleme/Komplikationen	100
5.1.6	Ergebnisse	101
5.2	Aortendissektion	102
5.2.1	Anatomie/Pathologie	102

5.2.2	Operationsindikation	103
5.2.3	Operationsverfahren	104
5.2.4	Intraoperative Probleme/Komplikationen	107
5.2.5	Ergebnisse	108
5.3	Marfan-Syndrom	108
5.4	Sinus-valsalva-Aneurysma	110
5.5	Traumatische Aortenruptur	111
	Literatur	111
6	Herzinsuffizienzchirurgie	115
	<i>Christof Schmid</i>	
6.1	Pathophysiologie	116
6.2	Konservative Hochrisikochirurgie	116
6.3	Biventrikuläre Schrittmacherimplantation	118
	Literatur	119
7	Mechanische Kreislaufunterstützung	121
	<i>Christof Schmid</i>	
7.1	Anatomie/Pathologie	122
7.2	Operationsindikation	123
7.3	Unterstützungssysteme	125
7.3.1	Intraortale Ballonpumpe (IABP)	126
7.3.2	Ventrikuläre Unterstützungssysteme (VAD)	126
7.4	Operationsverfahren	131
7.4.1	Intrakorporale Systeme über mediane Sternotomie	131
7.4.2	Intrakorporale Systeme über laterale Thorakotomie	132
7.4.3	Intrakorporale Systeme zur Rechtsherzunterstützung	134
7.4.4	Parakorporale Systeme zur Links- und Rechtsherzunterstützung	134
7.4.5	Extrakorporale Membranoxygenation	135
7.5	Intraoperative Probleme/Komplikationen	136
7.6	Ergebnisse	139
	Literatur	140
8	Herztransplantation	143
	<i>Christof Schmid</i>	
8.1	Anatomie/Pathologie	144
8.2	Operationsindikation	144
8.3	Operationsverfahren	145
8.3.1	Spenderoperation	145
8.3.2	Orthotope Transplantation	146
8.3.3	Heterotope Transplantation	147

8.4	Intraoperative Probleme/Komplikationen	148
8.5	Ergebnisse	149
	Literatur	150
9	Rhythmuschirurgie	151
	<i>Christof Schmid</i>	
9.1	Herzschrittmacherimplantation	152
9.1.1	Anatomie/Pathologie	152
9.1.2	Operationsindikation	152
9.1.3	Operationsverfahren	158
9.1.4	Intraoperative Probleme/Komplikationen	158
9.1.5	Ergebnisse	159
9.1.6	Besonderheiten	160
9.2	Defibrillatorimplantation (ICD)	160
9.2.1	Anatomie/Pathologie	160
9.2.2	Operationsindikation	161
9.2.3	Operationsverfahren	161
9.2.4	Intraoperative Probleme/Komplikationen	163
9.2.5	Ergebnisse	163
9.2.6	Besonderheiten	164
9.3	Ablation von Vorhofflimmern	164
9.3.1	Anatomie/Pathologie	165
9.3.2	Operationsindikation	165
9.3.3	Operationsverfahren	166
9.3.4	Intraoperative Probleme/Komplikationen	168
9.3.5	Ergebnisse	168
9.4	Eventrecorder	169
	Literatur	170
10	Sonstige Eingriffe	173
	<i>Christof Schmid</i>	
10.1	Herztumoren	174
10.1.1	Anatomie/Pathologie	174
10.1.2	Operationsindikation	174
10.1.3	Operationsverfahren	174
10.1.4	Intraoperative Probleme/Komplikationen	175
10.1.5	Ergebnisse	175
10.2	V.-cava-Tumoren	175
10.2.1	Anatomie/Pathologie	175
10.2.2	Operationsindikation	175
10.2.3	Operationsverfahren	176

10.2.4	Intraoperative Probleme/Komplikationen	176
10.2.5	Ergebnisse	176
10.3	Lungenembolie	177
10.3.1	Anatomie/Pathologie	177
10.3.2	Operationsindikation	178
10.3.3	Operationsverfahren	178
10.3.4	Intraoperative Probleme/Komplikationen	179
10.3.5	Ergebnisse	179
	Literatur	179

A Anhang

A1	Klappentypen	182
A2	Aktuell in Deutschland verfügbare Herzklappen	184
A3	Kardioplegielösungen	185
A4	Extrakorporale Zirkulation bei HIT	187
A5	Thrombozytenaggregationshemmer in der Herzchirurgie	188
A6	Herzchirurgisch relevante Leitlinien	189
A6.1	Deutschland	189
A6.2	Europa	190
A6.3	USA	191
A7	Formeln	192
A7.1	Abkürzungen	194
A7.2	Literatur	194
	Stichwortverzeichnis	195

Extrakorporale Zirkulation und Myokardprotektion

Christof Schmid

- 1.1 Antikoagulation – 3
- 1.2 Kanülierung – 4
- 1.3 Kardioplegie – 7
- 1.4 Hypothermie – 9
- 1.5 Beendigung der extrakorporalen Zirkulation – 10
- 1.6 Probleme/Komplikationen – 12

- Literatur – 13

Nahezu alle herzchirurgischen Eingriffe erfordern den Einsatz der extrakorporalen Zirkulation in Form einer Herz-Lungen-Maschine. Ihre Aufgabe besteht darin, das venöse Blut zu sammeln und mit Sauerstoff anzureichern, und nachfolgend das arterialisierete Blut wieder dem Körper zurückzuführen. Die erste Maschine, die Blut ohne Unterbrechung des Blutflusses oxigenieren konnte, wurde von von Frey u. Gruber (von Frey u. Gruber 1885) bereits 1885 konzipiert. Die Idee, diese Technik für die Herzchirurgie zu nutzen, wird Brukhonenko (Brukhonenko 1929) zugeschrieben, zum klinischen Einsatz kam sie aber erst 1953 durch Gibbon (Gibbon 1954).

In den gegenwärtigen Herz-Lungen-Maschinen-Systemen erfolgt die venöse Drainage passiv, d. h. durch Schwerkraft (Höhe des venösen Reservoirs im Vergleich zum Patienten), oder aktiv durch Sog (maximal 60 mmHg). Das sich im venösen Reservoir sammelnde Blut wird über eine Roller- oder Zentrifugalpumpe einem Membranoxigenator zugeführt und gelangt nach der Passage eines 40- μm -Filters zur arteriellen Kanüle. Angestrebt wird ein Pumpvolumen von 2,4 l/min/m². Aufgrund der zerebralen Autoregulation, welche die Durchblutung des Gehirns bei einem arteriellen Blutdruck von 50–150 mmHg weitgehend konstant hält, und der Senkung des Hirnstoffwechsels um bis zu 40 % unter Narkose ist bei Normothermie oder leichter Hypothermie ein Perfusionsdruck von 40–60 mmHg ausreichend und sinnvoll. Bei älteren Hypertonikern und bei Patienten mit erheblichen Carotisstenosen ist man allerdings geneigt, den Perfusionsdruck höher zu halten, um zerebralen ischämischen Komplikationen besser vorzubeugen.

Mit der Herz-Lungen-Maschine ist in der Regel ein Wärmeaustauscher verbunden, der ein Abkühlen und Wiedererwärmen des Patienten erlaubt. Zwischen 22 °C und 37 °C bleibt die zerebrale Durchblutung wiederum aufgrund der Autoregulation weitgehend konstant, unter 22 °C fällt sie bis auf 15 % ab. Infolge der Autoregulationsmechanismen kann die Flussrate der Herz-Lungen-Maschine ab einer Temperatur von 28 °C auf etwa 1,5 l/min/m² und bei noch tieferen Temperaturen noch weiter gesenkt werden.

Die Nebenwirkungen der extrakorporalen Zirkulation sind mannigfaltig. Ihr Einsatz bedingt eine Vollheparinisierung (außer bei heparin-beschichteten Mini-EKZ-Systemen), eine Hämodilution, einen nichtpulsatilen Fluss sowie eine Hypothermie. Das Blut erhält Kontakt zu nichtepithelialen Oberflächen, insbesondere im Oxigenator, und ist abnormen Scherkräften ausgesetzt. Hierdurch werden alle korpuskulären Blutelemente und Proteine mehr oder weniger in Mitleidenschaft gezogen. Klinisch bedeutsam sind die Hämolyse der Erythrozyten, die Degranulierung und Verklumpung der Thrombozyten, wodurch deren Zahl und Integrität abnehmen, die Stimulation der Gerinnungs- und Fibrinolysekaskaden, die Aktivierung des Komplementsystems sowie die Freisetzung inflammatorischer Substanzen, welche zu einem SIRS (»systemic inflammatory response syndrome«) führen können (Postperfusionssyndrom). Welchen Stellenwert die nichtpulsatile Perfusion hat, ist bislang unklar. Es wird vermutet, dass ein pulsatiler Fluss, der aber nur mit wenigen Herz-Lungen-Maschinen möglich ist, zu

1.1 · Antikoagulation

einer geringeren Vasokonstriktion und damit besseren Mikrozirkulation und zu einer verminderten Ödemneigung führt.

1.1 Antikoagulation

Normalerweise erfolgt die Antikoagulation mit Heparin in einer Dosis von 300–400 IE/kg entsprechend einer Vollheparinisierung. Intraoperativ wird sie durch die ACT («activated clotting time») gesteuert, wobei 350–450 s als ausreichend angesehen werden (Hattersley 1966). Nach Beendigung der extrakorporalen Zirkulation erfolgt eine 1:1-Antagonisierung des Heparins mit Protamin, die ACT normalisiert sich auf Werte von 90 bis 130 s.

Patienten mit einem HIT-II-Syndrom (heparininduzierte Thrombozytopenie) sollten kein Heparin erhalten, sofern sie Antikörper haben, welche Thrombozyten in Gegenwart von Heparin oder anderen hoch sulfatierten Oligosacchariden aktivieren. In 75 % der Fälle ist der Heparinplättchenfaktor 4 (H-PF4) das ursächliche Antigen. Der Antikörper, zumeist ein IgG, erkennt den H-PF4 und aktiviert die Thrombozyten über den Fc-Rezeptor, wodurch die Thrombozytenaggregation entsteht. Typischerweise treten nach 4–14 Tagen ein Abfall der Thrombozyten (in der Regel $\leq 100\,000/\mu\text{l}$) und Thrombembolien auf. Eine alternative Antikoagulation ist derzeit nicht in vergleichbarer Weise zum Heparin möglich. Die Antifaktor Xa-Präparate Danaparoid (Orgaran[®]) und der direkte Thrombininhibitor Lepirudin (Refludan[®]) sind aufgrund ihrer langen Halbwertszeiten schlecht steuerbar. Argatroban (Argatra[®]) und Bivalirudin (Angiox[®]) haben eine kürzere Halbwertszeit von nur 52 min bzw. 25–30 min, jedoch ist bei keiner der Substanzen eine dem Heparin vergleichbare Antagonisierung möglich. Vermehrte Blutungskomplikationen sind die Folge. Beim Orgaran können lediglich Faktor-Xa-Spiegel (angestrebt: 1,2–1,5 antiFXa-E/ml) bestimmt werden, während Hirudinderivate nur durch eine Bestimmung der Ecarinzeit gut steuerbar sind. Eine Steuerung der Hirudinderivate mittels PTT wird zwar vielerorts versucht, die Ergebnisse sind aber nicht zufrieden stellend. Argatroban kann ebenfalls über die PTT und Bivalirudin kann über die ACT gesteuert werden, weswegen diese Substanzen aufgrund ihrer kurzen Halbwertszeit vermutlich in Zukunft bevorzugt werden (Koster et al. 2007).

Haben die Patienten lediglich eine HIT-II-Anamnese, aber aktuell keine Antikörper, kann die Operation relativ sicher mit Heparin durchgeführt und so das Blutungsrisiko gemindert werden. Da es dadurch zu einer erneuten Antikörperbildung kommt, muss unmittelbar postoperativ auf eine alternative Antikoagulation gewechselt werden. In einigen Institutionen wird auch bei vorhandenen Antikörpern mit Heparin operiert, da das Komplikationsrisiko mit Heparin als niedriger angesehen wird als mit einem alternativen Antikoagulans.

Weitere problematische Situationen, die ein höheres Blutungsrisiko bedingen können, sind eine präoperative Azetylsalizylsäureeinnahme (KHK-Prophylaxe), eine

1
duale Plättchenhemmung (Azetylsalizylsäure- und Thienopyridinderivat) und eine Medikation mit GP-IIb/IIIa-Inhibitoren. Auch wenn sich eine deutlich erhöhte Blutungsneigung nicht bei allen Patienten manifestiert, ist es vorteilhaft – sofern möglich – präoperativ abzuwarten, bis deren Wirkungen abgeklungen sind. Bei Azetylsalizylsäure- und Thienopyridinpräparaten ist ein Absetzen 5–7 Tage vor der Operation sinnvoll, da die Hemmung der Cyclooxygenasen COX-1 und COX-2 bzw. die Blockierung des P2Y₁₂-Rezeptors irreversibel sind und sich die Gerinnungsfähigkeit erst mit der Neubildung von Thrombozyten im Laufe von 5–7 Tagen wieder einstellt. Lediglich beim Ticagrelor liegt ein reversibler Antagonismus am P2Y₁₂-Rezeptor der Thrombozyten vor (► A5). Als Kontrollparameter dient eine Normalisierung der Blutungszeit. Notfall Eingriffe lassen sich unter den Thrombozytenaggregationshemmern jedoch meist mit einem akzeptablen Blutungsrisiko durchführen.

Bei sog. heparinisierten Systemen ist keine oder nur eine geringe Heparinisierung notwendig. Das Heparin ist an der Innenfläche der blutleitenden Elemente, d. h. der Kanülen, Schläuche, Oxygenatoren und Filter, gebunden und kann mehrere Monate wirksam bleiben, ohne dass eine systemische Antikoagulation eintritt. Die Heparinbeschichtung erfolgt vorwiegend bei miniaturisierten EKZ- und ECMO-Systemen. Fälle einer HIT-Entstehung sind nicht bekannt.

Über die Problematik exzessiver Thrombozytosen existieren kaum verlässliche Angaben, jedoch sind erfolgreiche Herzoperationen mit Herz-Lungen-Maschine trotz exzessiver Thrombozytenzahlen beschrieben.

1.2 Kanülierung

Normalerweise wird nach Vollheparinisierung zuerst die arterielle Kanüle in die Aorta ascendens eingebracht, am besten kleinkurvaturseitig gegenüber dem Abgang des Truncus brachiocephalicus (Schlauchgröße 3/8 Zoll). Sie wird durch zwei in der Adventitia gestochene Tabaksbeutelnähte, die auch filzverstärkt sein können, gesichert. (Transmurale Stiche führen zu Hämatomen und Blutungen!) Ist die Aorta ascendens verkalkt, disseziert oder aus anderen Gründen nicht angehbar, wird in der Regel eine Femoralarterie kanüliert. In der Aneurysmenchirurgie hat sich auch die Verwendung des Truncus brachiocephalicus und insbesondere auch der rechten A. subclavia empfohlen, da hierdurch sehr einfach eine antegrade Zerebralperfusion möglich ist (► Kap. 5). Bei aortaler Kanülierung können beliebige Kanülen verwendet werden. Femoral eignen sich v.a. Punktionskanülen und gerade Kanülen, die über eine quere Arteriotomie eingebracht werden. Um eine ischämische Schädigung der betroffenen Extremität zu vermeiden, kann die Femoralarterie distal der Kanülierungsstelle mit einer dünnen Kanüle, die über einen Seitenarm der Femoralkanüle gespeist wird, perfundiert werden. Aufgrund der begrenzten Operationsdauer wird in der Regel jedoch auf eine distale Perfusion bei Standardoperationen verzichtet. Bei der Subclaviakanülierung, bei der