

Evidenzbasierte Chirurgie

E. Sebastian Debus · Reinhart T. Grundmann *Hrsg.*

E. Sebastian Debus

Reinhart T. Grundmann

Evidenzbasierte Gefäßchirurgie

Leitlinien und Studienlage

3. Auflage

 Springer

Evidenzbasierte Chirurgie

Reihe herausgegeben von:

E. Sebastian Debus, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf,
Berlin, Deutschland

Reinhart T. Grundmann, ehem. Wissenschaftlicher
Medizinischer Direktor Kreiskliniken Altötting-Burghausen,
Burghausen, Deutschland

Für die wichtigsten Indikationen der einzelnen chirurgischen Fachgebiete ermöglichen die Bände dieser Reihe eine gezielte evidenzbasierte Therapiewahl. Grundlagen sind die weltweit publizierten aktuellen Behandlungsergebnisse zu offenen und minimal-invasiven Eingriffen:

- Was empfehlen die nationalen und internationalen Leitlinien?
- Welche wichtigen Informationen stehen nicht in den Leitlinien?
- Welche Behandlungsergebnisse wurden in Metaanalysen und Cochrane-Reviews und weiteren randomisierten Studien veröffentlicht, und wie sind diese zu bewerten?
- Wie sehen die Ergebnisse in Zentren und in der Fläche aus?

Die Analyse der Daten führt zu gut begründeten, differenzierten Therapieempfehlungen, die unmittelbar in Klinik und Praxis angewandt werden können.

E. Sebastian Debus • Reinhart T. Grundmann

Evidenzbasierte Gefäßchirurgie

Leitlinien und Studienlage

3. Auflage

E. Sebastian Debus
Klinik und Poliklinik für Gefäßmedizin
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf
Hamburg, Deutschland

Reinhart T. Grundmann
chem. Wissenschaftlicher Medizinischer
Direktor Kreiskliniken Altötting-Burghausen
Burghausen, Deutschland

ISSN 2522-8064 ISSN 2522-8072 (electronic)
Evidenzbasierte Chirurgie
ISBN 978-3-662-66421-6 ISBN 978-3-662-66422-3 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-66422-3>

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

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2015, 2019, 2022

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Fritz Kraemer

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort

Dieses Buch ist nun bereits die 3. Auflage des Bandes Evidenzbasierte Gefäßchirurgie und erscheint in einer Reihe zur evidenzbasierten Chirurgie, die mittlerweile auch die Viszeralchirurgie abdeckt. Die rasche Folge der Auflagen beweist den Erfolg der Reihe und macht die Sinnhaftigkeit des Gesamtkonzeptes deutlich. Es handelt sich hier nicht um ein Lehrbuch, das wie so viele andere operative Techniken beschreibt, sondern der Leser soll zu der Frage beraten werden, welches operative oder endovaskuläre Vorgehen in der Gefäßchirurgie zurzeit das am besten begründete ist (Indikationsstellung) und wie die Ergebnisse unter dem Aspekt der Qualitätssicherung aussehen – oder aussehen sollten! Dies beginnt mit der Darstellung von Leitlinienempfehlungen, die nicht unbedingt in allen Ländern identisch sind. Aufgabe war es folglich, neben den deutschen die wichtigsten internationalen Leitlinien herauszusuchen und deren Kern-Aussagen übersichtlich zusammenzustellen – speziell dann, wenn keine aktuellen deutschen Leitlinien in den letzten Jahren zu den entsprechenden Themen veröffentlicht wurden. Ein weiterer Schwerpunkt des vorliegenden Bandes besteht in der Darstellung der Ergebnisse von Metaanalysen, Cochrane-Reviews, randomisierten Studien und Registererhebungen.

Vom Aufbau und Zielsetzung her hat sich in der vorliegenden Ausgabe nichts seit der Konzipierung der 1. Auflage geändert. Trotzdem handelt es sich um weit mehr als nur eine Neuauflage oder Überarbeitung – in Wirklichkeit überreichen wir dem Leser ein völlig neues Buch, das er als Fortsetzung der 2. Auflage verstanden wissen sollte. Grund hierfür ist eine weitere Zielsetzung dieser Reihe, die Aktualität. Es sind folglich auf Basis einer umfassenden, systematischen Literaturrecherche *alle* wichtigen Publikationen der letzten 4 Jahre, seit Veröffentlichung der zweiten Auflage, hier dargestellt. Dem Leser wird damit nicht nur die Evidenz, sondern auch der neueste Wissens- oder auch Diskussionsstand vermittelt. Um den Umfang nicht zu sprengen, mussten hierzu ein Großteil der Publikationen aus den Vorjahren gestrichen werden, die durchaus noch von Wert sein können, weshalb jede Neuauflage dieser Reihe eher eine Ergänzung als einen Ersatz der vorhergehenden Auflage darstellt. Beispielhaft sei dies an den Leitlinienempfehlungen erläutert: in insgesamt 21 Kapiteln wurden 23 neue Leitlinien zitiert, sei es, dass es sich um Neuauflagen handelte oder dass sie erstmals veröffentlicht wurden.

Neu hinzugekommen sind in dieser Auflage zum einen ein Kapitel zum Ulcus cruris. Zum anderen wurde erstmalig für wichtige Kapitel wie die zu den Eingriffen bei Karotisstenose, thorakalen Dissektionen und Aneurysmen, Bauchaaortenaneurysma und bei pAVK im Anschluss an die Hauptkapitel noch ein zusätzlicher Abschnitt zum perioperativen Management eingefügt. Basierend auf Leitlinienempfehlungen oder den neuesten Publikationen findet der Leser hier alles, was er zur Evidenz von perioperativer Antibiotikaphylaxe über die Thrombozytenaggregationshemmung, Antikoagulation und Statintherapie bis hin zu Anästhesie und neurophysiologischem Monitoring wissen sollte.

Angesprochen ist ein breites Publikum: Ärzte in Weiterbildung oder solche vor der Facharztprüfung, aber auch langjährig praktisch Tätige werden über den neuesten Entwicklungsstand unseres Fachgebiets informiert – was gerade bei Leitlinienempfehlungen auch durchaus praktische und möglicherweise justiziable

Konsequenzen haben kann. Auch die Erarbeitung von Gutachten wird so erleichtert (und die Diskussion mit dem medizinischen Dienst), was nicht nur Gefäßchirurgen nützlich sein sollte.

Abschließend danken wir allen Mitarbeitern des Springer-Verlags, die in dieses Projekt eingebunden waren für ihre Hilfe, allen voran Herrn Dr. Fritz Krämer, der von Anfang an von unserem Konzept überzeugt war und es tatkräftig unterstützte.

Auch diese Auflage widmet der Seniorautor seiner im April 2018 verstorbenen Ehefrau Margarethe Grundmann, die ihn so viele Jahre treusorgend begleitet hat.

Sebastian Debus

Reinhart T. Grundmann

Inhaltsverzeichnis

1	Extrakranielle Karotisstenose	1
1.1	Leitlinien.....	3
1.2	Ergebnisse	10
1.3	Fazit für die Praxis	18
1.4	Perioperatives Management.....	19
	Literatur	29
2	Thoracic-Outlet-Syndrom	33
2.1	Leitlinien.....	34
2.2	Ergebnisse	36
2.3	Fazit für die Praxis	42
	Literatur	42
3	Distale Aortendissektion Typ Stanford B	45
3.1	Leitlinien.....	47
3.2	Metaanalysen/Systematische Reviews	52
3.3	Studien und Register.....	54
3.4	Technische Fragestellungen.....	59
3.5	Aortale Fenestration	60
3.6	Fazit für die Praxis	61
3.7	Perioperatives Management.....	61
	Literatur	62
4	Aneurysmen der deszendierenden thorakalen Aorta (DTAA) und thorakoabdominelle Aortenaneurysmen (TAAA)	65
4.1	Leitlinien.....	67
4.2	Ergebnisse	69
4.3	Fazit für die Praxis	79
4.4	Perioperatives Management.....	79
	Literatur	89
5	Abdominelles Aortenaneurysma (AAA)	93
5.1	Leitlinien.....	94
5.2	Ergebnisse	98
5.3	Fazit für die Praxis	112
5.4	Perioperatives Management.....	112
	Literatur	132
6	Nierenarterienstenose	139
6.1	Leitlinien.....	140
6.2	Ergebnisse	144
6.3	Fazit für die Praxis	151
	Literatur	151

7	Viszeralarterienaneurysmen (einschließlich Nierenarterienaneurysmen)	153
7.1	Leitlinien.....	154
7.2	Ergebnisse	157
7.3	Fazit für die Praxis	164
	Literatur	164
8	Akute mesenteriale (intestinale) Ischämie	167
8.1	Leitlinien.....	168
8.2	Ergebnisse	171
8.3	Fazit für die Praxis	175
	Literatur	175
9	Chronische mesenteriale (intestinale) Ischämie	177
9.1	Leitlinien.....	178
9.2	Ergebnisse	181
9.3	Fazit für die Praxis	185
	Literatur	186
10	Truncus-coeliacus-Kompressionssyndrom	187
10.1	Leitlinien.....	188
10.2	Ergebnisse	188
10.3	Fazit für die Praxis	194
	Literatur	195
11	Claudicatio intermittens	197
11.1	Leitlinien.....	199
11.2	Ergebnisse	205
11.3	Fazit für die Praxis	214
11.4	Perioperatives Management.....	214
	Literatur	223
12	Kritische Extremitätenischämie	229
12.1	Leitlinien.....	230
12.2	Qualitätsziele bei der infrainguinalen Revaskularisation wegen CLTI.....	234
12.3	Ergebnisse	235
12.4	Fazit für die Praxis	248
	Literatur	248
13	Akute Extremitätenischämie	251
13.1	Klassifikation und Prognose.....	252
13.2	Leitlinien.....	253
13.3	Ergebnisse	257
13.4	Fazit für die Praxis	266
	Literatur	266

14	Poplitealarterienaneurysma	269
14.1	Leitlinien.....	270
14.2	Ergebnisse	271
14.3	Fazit für die Praxis	280
	Literatur	280
15	Popliteakompressionssyndrom (Entrapment)	283
15.1	Leitlinien.....	284
15.2	Definitionen	284
15.3	Ergebnisse	284
15.4	Fazit für die Praxis	289
	Literatur	290
16	Gefäßzugang bei Hämodialyse	291
16.1	Leitlinien.....	292
16.2	Ergebnisse	294
16.3	Fazit für die Praxis	306
	Literatur	307
17	Der diabetische Fuß	309
17.1	Leitlinien.....	310
17.2	WIFI-Klassifikations-System.....	318
17.3	Ergebnisse	320
17.4	Fazit für die Praxis	326
	Literatur	326
18	Varikose	329
18.1	Leitlinienempfehlungen	330
18.2	Ergebnisse	336
18.3	Fazit für die Praxis	344
	Literatur	344
19	Tiefe Bein- Beckenvenenthrombose und postthrombotisches Syndrom	347
19.1	Leitlinien.....	348
19.2	Ergebnisse	355
19.3	Fazit für die Praxis	362
	Literatur	363
20	Vena-Cava-Filter	365
20.1	Leitlinien.....	366
20.2	Ergebnisse	370
20.3	Fazit für die Praxis	375
	Literatur	375

21	Venöses Ulcus cruris	377
21.1	Leitlinien	378
21.2	Ergebnisse	382
21.3	Fazit für die Praxis	384
	Literatur	385

Abkürzungsverzeichnis

AAA	abdominelles Aortenaneurysma	DAPT	duale Thrombozytenaggregationshemmung
ABI	ankle brachial index	DCB	drug-coated balloon
ACC	American College of Cardiology	DES	drug eluting stent
ACEI	Angiotensin-Converting Enzyme Inhibitor	DFI	diabetische Fußinfektion
ACT	Asymptomatic Carotid Trial	DFO	diabetische Fußosteomyelitis
ADSORB	Acute Dissection Stent Grafting or Best Medical Treatment	DFU	diabetisches Fußulkus
AHA	American Heart Association	DR	direkte Revaskularisation
ALI	acute limb ischemia	DRG	Diagnosis Related Groups
AMI	akute mesenteriale Ischämie	DSA	digitale Subtraktionsangiographie
ARB	Angiotensin-Rezeptor-Blocker	DTAA	deszendierendes thorakales Aortenaneurysma
ASI	aortic size index	EAST	Eastern Association for the Surgery of Trauma
ATOS	arterielles Thoracic-Outlet-Syndrom	ECB	extrakorporaler Bypass
AV	arteriovenös	ELT	endovenöse Lasertherapie
AVF	American Venous Forum	EMG	Elektromyographie
BAK	below-knee amputation	ER	endovascular repair
BMS	bare metal stent	ESC	European Society of Cardiology
BMT	best medical treatment	ESVS	European Society for Vascular Surgery
CAC	Cyanoacrylat-Kleber	ESWT	extrakorporale Stoßwellentherapie
CAS	carotid artery stenting	EVAR	endovaskuläre Versorgung
CCO	contralateral carotid occlusion	FMD	fibromuskuläre Dysplasie
CEA	carotid endarterectomy	GA	Allgemeinanästhesie
CLI	critical limb ischemia	GCP	good clinical practice
CLTI	chronic limb-threatening ischaemia	GFR	glomeruläre Filtrationsrate
CMI	chronische mesenteriale Ischämie	HBOT	hyperbare Sauerstofftherapie
COPD	chronic obstructive pulmonary disease	HCA	hypothermer zirkulatorischer Stillstand
CREST	Carotid Revascularization Endarterectomy versus Stenting Trial	HFM	hemodialysis fistula maturation
CSF	cerebrospinale Flüssigkeit	HL	hohe Ligatur
CSI	Claudication Symptom Instrument	HLS	hohe Ligatur mit Stripping
CTA	computerized tomographic angiography	HR	Hazard Ratio
CTEPH	chronische thromboembolische pulmonale Hypertension	HTA	Health Technology Assessment
		IC	Claudicatio intermittens
		ICSS	International Carotid Stenting Study

IDSA	Infectious Diseases Society of America	OAR	open aneurysm repair
IMH	intramurales Hämatom	OPG	objective performance goals
IR	indirekte Revaskularisation	OR	Odds Ratio
IRAD	International Registry of Acute Aortic Dissection	OR	open repair
IU	international unit	PAA	Poplitealarterienaneurysma
IVC	Vena cava inferior	PAES	popliteal artery entrapment syndrome
IWGDF	International Working Group on the Diabetic Foot	PAU	penetrierendes Aortenulkus
		PAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
KBT	Katheter-basierte Thrombolyse	PES	poplitea entrapment syndrome
LA	Lokalanästhesie	PETTICOAT	Provisional Extension To Induce Complete Attachment
LHB	Linksherzbypass		
LSA	linke A. subclavia	PEVAR	percutaneous endovascular aneurysm repair
MACE	major adverse cardiovascular event	PKBT	pharmakomechanische Katheter-basierte Thrombolyse
MAL	Ligamentum arcuatum medianum	POBA	plain old balloon angioplasty
MALE	major adverse limb event	PRP	Plättchen-reiches Plasma
MALS	median arcuate ligament syndrome (Truncus-coeliacus-Kompressionssyndrom)	PSV	systolische Spitzengeschwindigkeit
MEP	motorisch evozierte Potentiale	PTA	perkutane transluminale Angioplastie
MOCA	mechanochemische endovenöse Ablation	PTFE	Polytetrafluorethylen
MRA	magnetic resonance angiography	PTOS	Pennsylvania Trauma Outcome Study
MTQIP	Michigan Trauma Quality Improvement Program	PTS	postthrombotisches Syndrom
NAA	Nierenarterienaneurysma	QALY	qualitätsadjustiertes Lebensjahr
NASt	Nierenarterienstenose		
NEAT	Novel Endovascular Access Trial	RCT	randomized controlled trial
NHS	National Health Service	RFA	Radiofrequenzablation
NHSN	National Healthcare Safety Network	RR	relatives Risiko
NICE	National Institute for Health and Care Excellence	rTAA	rupturiertes thorakales Aortenaneurysma
NIS	Nationwide Inpatient Sample		
NOMI	nicht-okklusive intestinale Ischämie	SAPT	single antiplatelet therapy
NPWT	negative pressure wound therapy	SCAI	Society for Cardiovascular Angiography and Interventions
NSQIP	National Surgical Quality Improvement Program		
NTDB	National Trauma Data Bank	SCI	spinal cord ischemia
NTOS	neurogenes Thoracic-Outlet-Syndrom		

SET	supervised exercise training	TRAD	thermal resistance anastomosis device
SINE	stentgraftinduzierter neuer Eintritt		
SMA	A. mesenterica superior	UGSS	Ultraschall-gesteuerte Schaum-Sklerotherapie
SOD	Splanchnicus occlusive disease		
SSEP	somatosensorisch evozierte Potentiale	USRDS	United States Renal Data System
SVS	Society for Vascular Surgery	VAA	Viszeralarterienaneurysma
		VASQIP	Veterans Affairs Surgical Quality Improvement Project
TAA	thorakales Aortenaneurysma	VCSS	Venous Clinical Severity Score
TAAA	thorakoabdominelles Aortenaneurysma	VGNW	Vascular Governance Northwest
TAH	Thrombozytenaggregationshemmer	VQI	Vascular Quality Initiative
TASC	Transatlantic Inter-Society Consensus	VSGNE	Vascular Study Group of New England
TBAD	Typ B Aortendissektion	VTE	venöse Thromboembolie
TCAR	TransCarotidale Arterielle Revascularisation	VTOS	venöses Thoracic-Outlet-Syndrom
TEA	Thrombendarteriektomie	WIQ	Walking Impairment Questionnaire
TEVAR	thoracic endovascular aortic repair	WVS	Western Vascular Society
TIA	transitorische ischämische Attacke	ZVK	zentralvenöser Katheter
TOS	Thoracic-Outlet-Syndrom		



Extrakranielle Karotisstenose

Inhaltsverzeichnis

- 1.1 Leitlinien – 3**
 - 1.1.1 Deutsche S3-Leitlinie – 3
 - 1.1.2 Leitlinie der European Society for Vascular Surgery (ESVS) – 8

- 1.2 Ergebnisse – 10**
 - 1.2.1 Randomisierte Studien – 10
 - 1.2.2 Metaanalysen offenes Vorgehen und CAS – 11
 - 1.2.3 Registerdaten – 14
 - 1.2.4 Transcarotidale arterielle Revaskularisation (TCAR) – 16

- 1.3 Fazit für die Praxis – 18**

- 1.4 Perioperatives Management – 19**
 - 1.4.1 Prätherapeutische Diagnostik – 19
 - 1.4.2 Anästhesie – 19
 - 1.4.3 Perioperative Antibiotikaphylaxe – 20
 - 1.4.4 Beta-Blocker perioperativ – 21
 - 1.4.5 Blutdruckmanagement nach Carotisintervention – 21
 - 1.4.6 Perioperatives Management von Patienten mit Antikoagulantien – 23
 - 1.4.7 Intraoperative Heparinisierung und Antagonisierung – 24
 - 1.4.8 Perioperative Thromboembolieprophylaxe – 25
 - 1.4.9 Thrombozytenaggregationshemmung bei CEA/CAS – 26
 - 1.4.10 Patienten mit Vorhofflimmern – Thrombozytenaggregationshemmer (TAH) und Antikoagulation nach CEA und CAS – 27

- 1.4.11 Lipidsenkende Therapie (Statine) – 28
- 1.4.12 Diabetes mellitus – 28
- 1.4.13 Wunddrainage bei CEA – 29

Literatur – 29

1.1 Leitlinien

1.1.1 Deutsche S3-Leitlinie

Zur Therapie

Konservative (Begleit-) Therapie der asymptomatischen Karotisstenose

Die deutsche S3-Leitlinie (Eckstein et al. 2020) gibt zur konservativen Therapie der asymptomatischen Karotisstenose u. a. folgende Empfehlungen:

- Allen Patienten mit einer asymptomatischen Karotisstenose soll eine gesunde Vollwert-Mischkost und körperliche Aktivität empfohlen werden. Rauchen soll beendet werden (Evidenz-Stärke 2a, starke Empfehlung)
- Alle Patienten mit einer >50 %igen asymptomatischen arteriosklerotischen Karotisstenose sollten 100 mg Acetylsalicylsäure (ASS)/Tag einnehmen, sofern das Blutungsrisiko niedrig ist (Evidenz-Stärke 2a, Empfehlung)
- Bei Vorliegen eines Diabetes mellitus und/oder einer arteriellen Hypertonie sollen der Diabetes und/oder die Hypertonie leitliniengerecht behandelt werden (Expertenkonsensus)
- Alle Patienten mit einer >50 %igen asymptomatischen Karotisstenose sollen zur Langzeitprävention kardiovaskulärer Ereignisse (Schlaganfall, Myokardinfarkt etc.) ein Statin einnehmen. Das LDL-Cholesterin soll dabei entsprechend der aktuellen LL risiko-adaptiert abgesenkt werden (Expertenkonsensus)
- Patienten mit einer asymptomatischen Karotisstenose <60 % sollten konservativ behandelt werden, da sie von einer invasiven Therapie nicht profitieren (Expertenkonsensus)

Operative und endovaskuläre Therapie der asymptomatischen Karotisstenose

- Beim Vorliegen einer 60–99 %igen asymptomatischen Karotisstenose sollte eine CEA erwogen werden, sofern kein erhöhtes OP-Risiko vorliegt und einer oder mehrere klinische oder bildgebende Befunde vorliegen, die mit einem erhöhten Risiko eines Carotis-bedingten Schlaganfalls im Follow-up assoziiert sind (Evidenz-Stärke 1, Empfehlung)
- Beim Vorliegen einer 60–99 %igen asymptomatischen Karotisstenose kann CAS erwogen werden, sofern kein erhöhtes Behandlungsrisiko vorliegt und ein oder mehrere klinische oder bildgebende Befunde vorliegen, die vermutlich mit einem erhöhten Risiko eines Carotis-assoziierten Schlaganfalls im Follow-up assoziiert sind (Evidenz-Stärke 2a, Empfehlung offen)
- Die periprozedurale Schlaganfallrate/Letalität soll bei der CEA oder CAS einer asymptomatischen Stenose so gering wie möglich sein. Die Schlaganfallrate/Letalität soll fach-neurologisch kontrolliert werden und maximal 2 % während des stationären Aufenthalts betragen (Evidenz-Stärke 2a, starke Empfehlung)

Konservative (Begleit-)Therapie der symptomatischen Karotisstenose

- Allen Patienten mit einer symptomatischen Karotisstenose soll eine Vollwertmischkost und körperliche Aktivität empfohlen werden. Rauchen soll beendet werden (Evidenz-Stärke 2a, starke Empfehlung)
- Patienten mit einer symptomatischen Karotisstenose sollen mit einem Thrombozytenaggregationshemmer (ASS 100 mg oder Clopidogrel 75 mg) behandelt werden (Evidenz-Stärke 2a, starke Empfehlung)

- Bei Patienten, die sich innerhalb von 12 Stunden nach Symptombeginn mit einem milden neurologischen Syndrom (TIA mit hohem Rezidivrisiko, NIHSS [National Institute of Health Stroke Scale] ≤ 4) vorstellen, kann eine duale Plättchenhemmung für 10 bis 21 Tage mit 100 mg ASS und 75 mg Clopidogrel nach Loading mit 300 mg Clopidogrel erwogen werden (Evidenz-Stärke 2a, Empfehlung offen)
- Ein Diabetes mellitus oder eine arterielle Hypertonie sollen leitlinien-gerecht konsequent behandelt werden (Expertenkonsensus)
- Alle Patienten mit einer symptomatischen Karotisstenose sollen zur Langzeitprävention kardiovaskulärer Ereignisse ein Statin einnehmen. Das LDL-Cholesterin soll dabei entsprechend der aktuellen LL risikoadaptiert abgesenkt werden (Expertenkonsensus)
- Patienten mit einer symptomatischen Karotisstenose $< 50\%$ sollen konservativ behandelt werden, da sie von einer invasiven Therapie nicht profitieren (Evidenz-Stärke 1a, starke Empfehlung)
- Bei symptomatischen Patienten mit einer 50–99 %igen Karotisstenose und normalem OP-Risiko kann CAS erwogen werden (Evidenz-Stärke 2a, Empfehlung offen)
- Die Komplikationsraten von CEA und CAS symptomatischer Karotisstenosen sollen fach-neurologisch kontrolliert werden. Die während des Krankenhausaufenthalts dokumentierte peri-prozedurale Schlaganfallrate/Letalität soll bei allen (früh-) elektiven CEA oder CAS bei maximal 4 % liegen (Expertenkonsensus)
- Bei der Entscheidung über die Behandlungsmodalität sollen neben patientenspezifischen Faktoren und anatomischen Gegebenheiten auch die persönlichen Präferenzen des Patienten berücksichtigt werden. Voraussetzung hierfür ist eine den Bedürfnissen des Patienten gerechte Information und Aufklärung (Expertenkonsensus)

Operative und endovaskuläre Therapie der symptomatischen Karotisstenose

- Bei Patienten mit einer 70–99 %igen Stenose nach retinaler Ischämie, TIA oder nicht behinderndem Schlaganfall soll eine CEA durchgeführt werden (Evidenz-Stärke 1a, starke Empfehlung)
 - Eine CEA sollte auch bei Patienten mit einer symptomatischen Stenose von 50–69 % durchgeführt werden, wenn kein erhöhtes OP-Risiko vorliegt. Männer mit kürzlich zurückliegenden hemisphäralen Symptomen (retinale Ischämie, TIA, Hirninfarkt mRS < 3) profitierten am ehesten (Evidenz-Stärke 2a, Empfehlung)
- ### Subgruppen mit symptomatischer Stenose, die eher von CEA, CAS oder BMT allein profitieren
- Eine CEA soll möglichst früh (innerhalb von 3–14 Tagen) nach dem Indexereignis durchgeführt werden (Evidenz-Stärke 2, starke Empfehlung)
 - Patienten mit behinderndem Schlaganfall (mRS > 2) können ebenfalls mittels CEA oder CAS behandelt werden, wenn ein sekundärprophylaktischer Nutzen in Bezug auf eine neurologische Verschlechterung zu erwarten ist. Die Patienten sollten vor dem Eingriff neurologisch stabil sein (Expertenkonsensus)
 - CEA und CAS sollen bei symptomatischen $< 50\%$ igen Stenosen nur dann erwogen werden, wenn rezidivierende Stenose-assoziierte Symptome unter bestmöglicher medikamentöser Therapie vorliegen. In diesen seltenen Situationen soll immer ein interdisziplinärer Konsens hergestellt werden (Expertenkonsensus)

- Bei Patienten mit Pseudookklusionen und rezidivierenden Symptomen unter bestmöglicher medikamentöser Therapie kann eine CEA oder CAS erwogen werden (Expertenkonsensus)
- Eine CEA kann in folgenden Situationen Vorteile gegenüber CAS bringen:
 - ältere Patienten (>70. Lebensjahr)
 - früh-elektive CEA nach neurologischem/retinalem Indexereignis
 - langstreckige, stark verkalkte, elongierte oder ulzerierte Stenosen
 - erschwelter Zugang für CAS: AO-Bogen Typ III, Kalkläsionen im AO-Bogen (Expertenkonsensus)
- CAS sollte bei symptomatischen Patienten mit hohem chirurgischen OP-Risiko als eine Alternative zur CEA in Betracht gezogen werden (Evidenz-Stärke 2, Empfehlung)
- CAS kann in folgenden Situationen Vorteile gegenüber der Operation bringen, wenn sie in einem erfahrenen Zentrum unter Qualitätskriterien durchgeführt wird:
 - Restenosen nach CEA
 - radiogene Stenosen
 - hochzervikale Stenosen
 - Tandemstenosen mit höhergradiger intrakranieller Stenose
 - Tandemstenosen mit höhergradiger intrathorakaler Stenose
 - kontralaterale Parese des N. laryngeus recurrens (Expertenkonsensus)
- Da ein kontralateraler Verschluss das Behandlungsrisiko erhöhen kann, sollen Indikationsstellung und Verfahrenswahl (CEA oder CAS) anhand klinischer und morphologischer Variablen erfolgen (Expertenkonsensus)

Notfall-CEA und Notfall-CAS

- Patienten mit akutem Schlaganfall und embolischem Verschluss einer großen intrakraniellen Arterie auf dem Boden einer extrakraniellen Karotisstenose oder eines Karotisverschlusses sollen ohne Verzögerung einer endovaskulären Revaskularisierung zugeführt werden (Evidenz-Stärke 1a, starke Empfehlung)
- In selektierten Fällen (z. B. Stroke in evolution, flottierender Thrombus, Crescendo TIA) sollte eine CEA oder CAS auch in den ersten Stunden nach dem Indexereignis in Rücksprache mit den Schlaganfallspezialisten durchgeführt werden (Evidenz-Stärke 2, Empfehlung)

Wie soll beim Vorliegen einer hochgradigen Karotisstenose und einer geplanten koronaren Bypass-OP vorgegangen werden?

- Bei Patienten mit retinaler Ischämie, TIA, Zentralarterienverschluss oder Schlaganfall in den letzten 6 Monaten soll vor einer geplanten koronaren Bypassoperation eine Carotis-DUS oder andere nicht-invasive Carotidiagnostik erfolgen (Evidenz-Stärke 1a, starke Empfehlung)
- Bei Patienten ohne retinale Ischämie, TIA oder Schlaganfall in den letzten 6 Monaten kann vor einer geplanten koronaren Bypassoperation eine Carotis-DUS in folgenden Situationen erwogen werden: Lebensalter über 70 Jahre, koronare Mehrgefäßerkrankung, pAVK oder Strömungsgeräusch (Evidenz-Stärke 2a, Empfehlung offen)
- Die Differenzial-Indikation zur Simultan-OP oder sequenziellen Therapie der Karotisstenose soll im multidisziplinären Team (Kardiologie, Herzchirurgie, Neurologie, Gefäßchirurgie, Neuro-

radiologie) gestellt werden (Expertenkonsensus)

- Bei einer symptomatischen 50–99 %igen Karotisstenose und geplanter koronarer Bypass-Operation soll eine sequenzielle oder simultane CEA der Karotisstenose durchgeführt werden. Die klinisch führende Symptomatik soll dabei besonders gewürdigt werden (Evidenz-Stärke 2a, starke Empfehlung)
- Bei Vorliegen beidseitiger 70–99 %iger asymptomatischer Karotisstenosen oder einer unilateralen 70–99 %igen Stenose und einem kontra-lateralen Karotisverschluss und einer notwendigen koronaren Bypass-Operation kann eine simultane oder sequenzielle Revaskularisierung der Karotisstenose erwogen werden (Evidenz-Stärke 2a, Empfehlung offen)

Zur Operationstechnik

Zur Operationstechnik (CEA)

- Die Wahl des OP-Verfahrens (Eversions-CEA, konventionelle CEA mit Patchplastik) soll in Abhängigkeit von der persönlichen Erfahrung des operierenden Chirurgen erfolgen (Evidenz-Stärke 1a, starke Empfehlung)
- Bei der konventionellen CEA soll immer eine Patchplastik angewandt werden, da eine Direktnaht mit einer höheren Komplikationsrate assoziiert ist. Die Evidenz für oder gegen einzelne Patchmaterialien ist gering (Evidenz-Stärke 1a, starke Empfehlung)
- Die Entscheidung zur temporären Einlage eines Shunts sollte sich an einer evtl. beobachteten Clamping-Ischämie oder an präoperativ nachgewiesenen schlechten zerebralen Kollateralverhältnissen orientieren. Es besteht keine ausreichende Evidenz für die routinemäßige (obligate) Einlage eines Shunts während einer operativen Karotis-Rekonstruktion (Evidenz-Stärke 2a, Empfehlung)
- Bei der CEA in Allgemeinanästhesie sollte ein intraoperatives Neuro-monitoring erwogen werden, um eine ausreichende Kollateralversorgung anzuzeigen und bei pathologischem Befund eine Indikation zum selektiven Shunting oder zur Blutdruckanhebung bei Clamping-Ischämie zu stellen (Evidenz-Stärke 2a, Empfehlung)
- Die Durchführung einer intraoperativen Duplex-Sonographie und/oder Angiographie sollte als intraoperative Qualitätskontrolle erfolgen, um das periprozedurale Schlaganfallrisiko zu minimieren (Evidenz-Stärke 2b, Empfehlung)

Perioperatives medikamentöses Management bei der CEA

- Im Intervall zwischen neurologischem Indexereignis und CEA einer symptomatischen Karotisstenose kann die kombinierte Gabe von Acetylsalicylsäure (100 mg) und Clopidogrel (75 mg) erwogen werden, um das Risiko einer erneuten zerebralen Ischämie zu verringern (Evidenz-Stärke 2b, Empfehlung offen)
- Zur Reduktion des perioperativen Schlaganfallrisikos kann die CEA unter der simultanen Gabe von Acetylsalicylsäure (100 mg) und Clopidogrel (75 mg) erwogen werden (Evidenz-Stärke 1b, Empfehlung offen)
- Vor dem Clamping der A. carotis soll eine i. v. Bolus Heparinisierung verabreicht werden. Eine Heparin-Antagonisierung mit Protamin nach Wiederfreigabe (identische Dosis wie Heparin) kann erwogen werden, um die Anzahl OP-pflichtiger Halshämatome zu verringern (Expertenkonsens)
- Eine präoperative Therapie mit Antikoagulantien (Vorhofflimmern, künstliche Herzklappe, Lungenembolie) soll unter Berücksichtigung des individuellen Blutungs- und Thromboembolie-Risikos überbrückt werden (Expertenkonsens)

- Beta-Blocker und/oder oral eingenommene Antiarrhythmika sollen perioperativ weitergegeben werden (Evidenz-Stärke 2a, starke Empfehlung)
- Bei Patienten mit Diabetes mellitus soll vor einer CEA eine strikte Kontrolle des Blutzuckers (Tagesprofil, Zielwert <180 mg/dl, <10 mmol/L) erfolgen. Perioperativ sollen Hypoglykämien vermieden werden (Evidenz-Stärke 2a, starke Empfehlung)

Zur Operationstechnik (CAS)

- Bei der endovaskulären Behandlung von Karotisstenosen soll eine primäre Stentimplantation angewandt werden (Evidenz-Stärke 2b, starke Empfehlung)
- Für die Karotis-Stentimplantation sollen selbst expandierende, für diese Indikation zugelassene Stents verwendet werden (Evidenz-Stärke 2a, starke Empfehlung)
- Die CAS-Indikationsstellung sollte nach sorgfältiger Nutzen-Risiko-Abwägung erfolgen. Eventuell erhöhte Risiken bei älteren, über 70-jährigen Patienten und in frühen Zeitfenstern nach zerebraler/okulärer Ischämie sollen dabei berücksichtigt werden. Ggf. ist alternativ die CEA zu erwägen (Evidenz-Stärke 2a, Empfehlung)
- Vor einer CAS sollte eine duale Plättchenhemmung mit ASS (100 mg) und Clopidogrel (75 mg) erfolgen (Evidenz-Stärke 3, Empfehlung)
- Die Behandlung mit Clopidogrel sollte wenigstens drei Tage vor dem Eingriff mit 75 mg/Tag oder mit 300 mg am Tag vor dem Eingriff begonnen werden
- (Expertenkonsens)
- Die duale Plättchenhemmung sollte für mindestens einen Monat beibehalten werden (Expertenkonsens)
- Zur Erkennung und medikamentösen Behandlung von Kreislauf-Reaktionen mit Bradykardie und Hypotonie oder Blutdruckanstiegen sollte bei CAS-

Eingriffen ein peri- und postinterventionelles Monitoring erfolgen (Expertenkonsens)

- Folgende Maßnahmen sollten dabei eingesetzt werden:
 - Bradykardie-Prophylaxe mit Atropin-Gaben vor der Freisetzung und
 - Nachdilatation des Stents
 - Gabe Kreislauf-aktiver Medikamente bei Hypotonie
 - Einstellung normotoner Blutdruckwerte zur Prävention von Reperfusionsschäden
- Nach CAS sollte abschließend eine angiographische Darstellung der intrakraniellen Arterien erfolgen (Expertenkonsens)

Management periinterventioneller Komplikationen

- Bei Verdacht auf das Vorliegen einer intraprozeduralen zerebralen Ischämie soll umgehend eine Angiographie der A. carotis und der abhängigen intrakraniellen Arterien erfolgen (Evidenz-Stärke 1, starke Empfehlung)
- Beim Vorliegen eines frühpostinterventionellen neurologischen Defizits sollte umgehend eine zerebrale und vaskuläre Bildgebung erfolgen (Expertenkonsens)
- Bei periinterventionell aufgetretener Thromboembolie mit Verschluss eines funktionell relevanten intrakraniellen Hauptastes sollte umgehend eine kathetergestützte Thrombektomie erfolgen (Evidenz-Stärke 1, starke Empfehlung)
- Bei Verdacht auf das Vorliegen eines postinterventionellen Hyperperfusions-syndroms (HPS) und/oder einer zerebralen Blutung, soll umgehend eine neurologische Untersuchung, eine Computertomographie (CCT) oder alternativ ein MRT des Gehirns erfolgen (Evidenz-Stärke 3, starke Empfehlung)

1.1.2 Leitlinie der European Society for Vascular Surgery (ESVS)

Die Leitlinie führt als neue Empfehlungen unter anderen auf (Naylor et al. 2022):

■ Klasse I:

- Nr. 23: Für Patienten mit symptomatischer Karotisstenose, die nicht für eine CEA oder CAS nach einer TIA oder kleinerem ischämischen Schlaganfall in Betracht gezogen werden, wird kurzfristig Aspirin und Clopidogrel für 21 Tage gefolgt von Clopidogrel Monotherapie oder langfristig Aspirin und Dipyridamol mit modifizierter Freisetzung empfohlen.
- Nr. 24: Für kürzlich symptomatische Karotisstenose-Patienten, die nicht für eine CEA oder CAS in Betracht gezogen werden und die intolerant oder allergisch auf Aspirin und Clopidogrel sind, wird eine Dipyridamol Monotherapie oder Ticagrelor Monotherapie empfohlen.
- Nr. 25: Für kürzlich symptomatische Karotisstenose-Patienten, die für eine CEA in Betracht gezogen werden, wird empfohlen, dass Neurologen/Schlaganfallärzte und Gefäßchirurgen lokale Protokolle entwickeln, um die bevorzugten Regime für Thrombozytenaggregationshemmer zu spezifizieren (Kombinationstherapie vs. Monotherapie), um so nicht die dringliche Chirurgie zu verzögern.
- Nr. 58: Für Patienten, die sich mit kürzlichen territorialen Karotissymptomen und Beleg für einen frei flottierenden Thrombus innerhalb der A. carotis vorstellen, wird eine therapeutische Antikoagulation empfohlen.
- Nr. 63: Bei Patienten mit TIA oder Minor-Schlaganfall wird bei Vorhandensein eines neu diagnostizierten oder bekannten Vorhofflimmerns und ipsilateraler 50–99 % Karotisstenose eine umfassende neurovaskuläre Aufarbeitung

mit multidisziplinärer Beurteilung empfohlen, um festzulegen, ob eine dringliche Karotisrevaskularisation oder eine Antikoagulation allein indiziert ist.

- Nr. 64: Für einen Patienten, bei dem mit der Antikoagulation begonnen wurde (auf der Basis, dass eine kardiale Embolie als die wahrscheinlichste Ursache einer TIA oder Schlaganfall angesehen wurde), der dann aber rezidivierende Ereignisse im ipsilateralen Territorium einer 50–99 % Karotisstenose aufweist, bei therapeutischer Antikoagulation, wird eine CEA oder CAS empfohlen.
 - Nr. 66: Für Patienten, die sich einer CEA unterziehen, wird empfohlen, dass die Operation eher durch trainierte Gefäßchirurgen als durch Chirurgen anderer Spezialitäten vorgenommen wird.
 - Nr. 91: Bei Patienten mit perioperativen Schlaganfall wird empfohlen, zwischen intra – und postoperativem Schlaganfall zu unterscheiden.
 - Nr. 92: Wenn eine CEA unter lokoregionärer Anästhesie vorgenommen wird und der Patient entwickelt ein ipsilaterales neurologisches Defizit nach Flusswiederherstellung nach Freigabe der Karotis-Abklemmung, wird eine sofortige Reexploration der Karotisarterie empfohlen.
 - Nr. 93: Bei Patienten, die einen ipsilateralen oder kontralateralen Schlaganfall zu irgendeinem Zeitpunkt nach CEA entwickeln, wird eine dringliche neurovaskuläre Bildgebung beider Karotisarterien und des Gehirns empfohlen.
- #### ■ Klasse II a:
- Nr. 49: Bei Patienten mit akutem ischämischen Schlaganfall aufgrund einer symptomatischen 50–99 % Karotisstenose, die eine intravenöse Thrombolyse erhalten haben, sollte das Verschieben der CEA oder CAS für 6 Tage nach Komplettierung der Thrombolyse erwogen werden.

- Nr. 54: Bei kürzlich symptomatischen Patienten mit 50–99 % Karotisstenose mit kontralateralem Karotisverschluss oder vorausgegangener zervikaler Strahlentherapie, sollte die Wahl von CEA oder CAS auf individueller Basis erwogen werden.
- Nr. 62: Für Patienten mit bestätigtem okulärem Ischämiesyndrom und einer 50–99 % ipsilateralen Karotisstenose sollten CEA oder CAS in Erwägung gezogen werden, um eine weitere Ischämie-induzierte retinale Neovaskularisation zu verhindern.
- Nr. 77: Bei Patienten, die sich einer CEA unterziehen, sollte eine intraoperative Komplettierungs-Bildgebung mit Angiographie, Duplex-Ultraschall oder Angioskopie in Betracht gezogen werden, um das Risiko eines postoperativen Schlaganfalls zu reduzieren.
- Nr. 79: Bei Patienten, die sich einer CEA unterziehen, sollte eine selektive Wunddrainage in Betracht gezogen werden.
- Nr. 82: Bei Patienten, die für ein CAS vorgesehen sind, sollte eine transradiale oder transcarotidale Revaskularisation in Betracht gezogen werden als Alternative zum transfemorale CAS, speziell, wenn der transfemorale Zugang zu einem höheren Komplikationsrisiko beitragen kann.
- Nr. 83: Bei Patienten mit CAS sollten die Entscheidungen zum Stent-Design (offene Zellen, geschlossene Zellen) nach Ermessen des Operateurs erwogen werden.
- Nr. 85: Wenn bei Patienten mit CAS eine Prädilatation geplant ist, sollten Ballons mit einem Durchmesser <5 mm in Betracht gezogen werden, um peri-prozeduralen Schlaganfall oder TIA zu reduzieren.
- Nr. 88: Bei Patienten mit CAS sollten Entscheidungen bezüglich der Wahl der zerebralen Protektion (Filter, proximale Flussumkehr) nach Ermessen des Operateurs, der das Stenting durchführt, erwogen werden.
- **Klasse II b**
- Nr. 51: Bei einem Patienten mit akutem ischämischen Schlaganfall, bei dem eine intrakranielle mechanische Thrombektomie bei einer Tandem-Karotisstenose 50–99 % und einem kleinen ipsilateralen Infarktgebiet vorgenommen wird, kann ein synchrones CAS erwogen werden bei Vorhandensein eines schlechten antegraden Carotis interna – Flusses oder schlechter Kollateralisation über den Circulus Willisii nach mechanischer Thrombektomie.
- Nr. 57: Für symptomatische Patienten mit Karotis-Beinaheverschluss und distalem Gefäßkollaps mit rezidivierenden territorialen Karotissymptomen (trotz bester medikamentöser Therapie) können CEA oder CAS erwogen werden nach multidisziplinärer Team-Begutachtung.
- Nr. 59: Bei Patienten mit kürzlichen territorialen Karotissymptomen und frei flottierendem Thrombus, die rezidivierende Symptome unter Antikoagulationsbehandlung entwickeln, kann die chirurgische oder endovaskuläre Thrombusentfernung in Betracht gezogen werden.
- Nr. 61: Bei kürzlich symptomatischen Patienten mit einem carotidalen Web (=regalartige Protrusionen von intimalem fibrösem Gewebe entstehend an der Hinterwand des Karotisbulbus)/fokale Intimavariante der fibromuskulären Dysplasie), bei denen keine andere Ursache eines Schlaganfalls identifiziert werden kann, können nach detaillierter neurovaskulärer Aufarbeitung CEA oder CAS in Betracht gezogen werden, um einen rezidivierenden Schlaganfall zu verhindern.
- Nr. 90: Bei Patienten mit transfemoralem CAS können wenigstens 12 Karotisstent-Prozeduren pro Jahr und Operateur als geeigneter Grenzwert für das Operateur-volumen angesehen werden, um optimale Ergebnisse zu erreichen.

- Nr. 101: In ausgewählten „Hochrisikochirurgie“ oder Notfall-Patienten mit Verdacht auf Prothesen-Patch-Infektion kann die Insertion eines gecovernten Stents in Betracht gezogen werden, als Teil der dreistufigen EndoVAC-Technik.
- **Klasse III – Nicht-Empfehlungen**
- Nr. 60: Bei Patienten mit kürzlichen territorialen Karotissymptomen und Evidenz für einen frei flottierenden Thrombus, wird eine intravenöse Thrombolysen *nicht* empfohlen.
- Nr. 86: Bei Patienten mit CAS wird eine Post-Dilatation *nicht* empfohlen, wenn die Residualstenose <30 % ist, um eine hämodynamische Instabilität zu verringern.
- Nr. 128: Für Patienten, die sich mit einer TIA oder Schlaganfall im vertebrobasiliären Gebiet vorstellen bei 50–99 % A. Vertebralisstenose wird ein routinemäßiges Stenting *nicht* empfohlen.

1.2 Ergebnisse

1.2.1 Randomisierte Studien

Definition asymptomatischer Patienten

In dem Carotid Revascularization Endarterectomy vs Stenting Trial (CREST) befanden sich gepoolt (CAS+CEA) 1181 asymptomatische Patienten, von denen 1104 (93 %) immer asymptomatisch waren, sowie 77 Patienten (7 %), die vor mehr als 180 Tagen symptomatisch waren. Eine Analyse von Moore et al. (2019) ergab, dass beide Gruppen ein ähnliches Risiko für Schlaganfall und Tod periprozedural (2,0 vs. 1,3 %) und nach 4 Jahren aufwiesen (3,6 % vs. 3,2 %). Die Botschaft war, dass Patienten mit Karotisstenose und Symptomen, die vor mehr als 180 Tagen aufgetreten

waren, als asymptomatisch angesehen werden sollten.

CEA und CAS bei asymptomatische Karotisstenose

Bei dem ACST-2 Trial (Halliday et al. 2021) handelt es sich um eine randomisierte Multizenterstudie, in der insgesamt 3625 Patienten mit asymptomatischer Karotisstenose entweder CEA (n = 1814) oder CAS (n = 1811) zugeteilt wurden, mit guter medizinischer Therapie und einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 5 Jahren. Insgesamt entwickelten 1 % der Patienten periprozedural einen behindernden Schlaganfall (15 bei CAS und 18 bei CEA) und 2 % einen nicht-behindernden Schlaganfall (48 bei CAS und 29 bei CEA). In jeder Gruppe war die Rate an tödlichem oder behinderndem nichtprozedurbedingtem Schlaganfall Kaplan-Meier geschätzt 2,5 % nach 5 Jahren, und 5,3 % versus 4,5 % bei CAS vs. CEA für Schlaganfall jeglicher Art. Die Folgerung war, dass schwere Komplikationen ähnlich selten sind bei kompetenter CAS und CEA und dass die Langzeitauswirkungen beider Carotisprozeduren hinsichtlich tödlichem oder behinderndem Schlaganfall vergleichbar sind.

Langzeitergebnis nach CEA und CAS

Für einen Vergleich des Langzeitergebnisses nach CEA und CAS bei Patienten mit symptomatischer Karotisstenose poolten Brott et al. (2019) die Daten von 4 randomisierten Studien (EVA-3S, SPACE, ICSS und CREST). 4754 Patienten wurden für ein Maximum von 12,4 Jahre nachbeobachtet. Die mediane Länge der Nachbeobachtungszeit der einzelnen Studien reichte von 2,0 bis 6,9 Jahre. Die gepoolte Analyse ergab, dass die Langzeitergebnisse nach CAS und CEA bemerkenswert ähnlich waren, mit einer jährlichen Rate an ipsilateralem Schlaganfall pro Personenjahr von 0,60 % bei CEA

und 0,64 % bei CAS. Folglich wurden Patienten, die in der periprozeduralen Periode keine unerwünschten Ereignisse erlebten, mit CAS und CEA qualitativ ähnlich versorgt. Nichtsdestoweniger führten die höheren frühen Risiken nach CAS dazu, dass das primäre Outcome für jeglichen Schlaganfall und Tod bis zu 120 Tage und für ipsilaterale Schlaganfall auch danach CEA favorisierte, sogar bis zu 10 Jahre Follow-up (HR 1,45 [95 % CI 1,20–1,75]). Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass zwar das Langzeitergebnis (periprozedurale und postprozedurale Risiken kombiniert) weiterhin CEA favorisiert. Jedoch deutet die Ähnlichkeit der postprozeduralen Ergebnisse darauf hin, dass Verbesserungen in der periprozeduralen Sicherheit von CAS in der Zukunft ähnliche Ergebnisse beider Prozeduren liefern könnten.

1.2.2 Metaanalysen offenes Vorgehen und CAS

Cochrane Reviews – CEA und CAS bei symptomatischen und asymptomatischen Karotisstenosen

Ein Cochrane Review (Rerkasem et al. 2020) kam auf Basis der gepoolten Daten von drei randomisierten Studien mit 6092 Patienten zu folgenden Ergebnissen hinsichtlich der Balance von Nutzen vs. Risiko der CEA im Vergleich zu bestmöglicher medikamentöser Behandlung bei Patienten mit kürzlicher TIA oder nicht-behinderndem Schlaganfall:

- Der chirurgische Eingriff erhöhte das 5-Jahres-Risiko für irgendeinen Schlaganfall oder operativen Tod bei Teilnehmern mit einer Stenose <30 % (Risiko-Ratio 1,25; 1746 Teilnehmer, hohe Qualität der Evidenz).
- Der chirurgische Eingriff senkte das 5-Jahres-Risiko für irgendeinen Schlaganfall oder operativen Tod bei Teilnehmern mit einer Stenose 30 % bis 49 %

(Risiko-Ratio 0,97; 1429 Teilnehmer, hohe Qualität der Evidenz).

- Der chirurgische Eingriff war von Nutzen bei Teilnehmern mit einer Stenose 50 % bis 69 % (Risiko-Ratio 0,77; 1549 Teilnehmer, mäßige Qualität der Evidenz).
- Der chirurgische Eingriff war von hohem Nutzen bei Teilnehmern mit einer Stenose 70 % bis 99 % ohne Beinaheverschluss (Risiko-Ratio 0,53; 1095 Teilnehmer, mäßige Qualität der Evidenz).
- Der chirurgische Eingriff senkte das 5-Jahres-Risiko für irgendeinen Schlaganfall oder operativen Tod bei Teilnehmern mit einem Beinaheverschluss (Risiko-Ratio 0,95; 271 Teilnehmer, mäßige Qualität der Evidenz).

Ein zweiter Cochrane Review (Müller et al. 2020) ging dem Vergleich von CAS und CEA bei asymptomatischen und symptomatischen Patienten mit Karotisstenose auf Basis von 22 Studien (9753 Teilnehmer) nach. In diese Analyse wurden auch Studien eingeschlossen, die CAS mit medikamentöser Therapie allein verglichen. Danach ist das Stenting bei Patienten mit symptomatischer Karotisstenose mit einem höheren Risiko an periprozeduralem Schlaganfall oder Tod assoziiert als die CEA. Das zusätzliche Risiko ist hauptsächlich auf eine Zunahme an kleineren, nicht-behindernden Schlaganfällen bei Patienten älter als 70 Jahre zurückzuführen. Nach der periprozeduralen Periode ist CAS ebenso effektiv wie CEA, einen rezidivierenden Schlaganfall zu verhindern. Die Kombination (Sicherheit der Prozedur und Langzeiteffektivität) favorisiert immer noch die Endarteriektomie. Bei Patienten mit asymptomatischer Karotisstenose könnte bei Stenting im Vergleich zur Endarteriektomie eine geringe Risikozunahme an periprozeduralem Schlaganfall oder Tod bestehen. Jedoch sind die Konfidenzintervalle hinsichtlich der Behandlungseffekte weit

und zusätzliche Daten von randomisierten Studien sind bei Patienten mit asymptomatischer Stenose notwendig.

Wiederholungsstenting oder CEA bei In-Stent-Stenose

Guo et al. (2021) fanden in einer Metaanalyse auf Basis von 11 Studien 1057 Patienten, bei denen eine Revaskularisation wegen einer In-Stent-Stenose vorgenommen wurde, in 894 Fällen ein Wiederholungsstenting (rCAS) und in 163 Patienten CEA. Über alles ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Vorgehensweisen bezüglich kurz- und mittelfristiger Schlaganfallrate, Tod und anderen perioperativen Komplikationen. Bei den meisten Patienten wird aber rCAS bei In-Stent-Stenose als das weniger invasive Verfahren der CEA vorgezogen, abhängig von der Erfahrung des Teams vor Ort.

Tandemläsionen in A. carotis communis und A. carotis interna

Tandemläsionen, definiert als Stenosen in der A. carotis communis kombiniert mit Stenosen in der ipsilateralen A. carotis interna oder Carotisbifurkation, können mit einem Hybridvorgehen behandelt werden (CEA der A. carotis interna/Bifurkation und Ballonangioplastie/Stenting der proximalen Läsion über denselben offenen Zugang). Qi et al. (2021) erstellten hierzu eine Metaanalyse auf Basis von 15 Studien und 275 Patienten. Sie nannten eine technische Erfolgsrate von 99,8 % und gepoolte perioperative Komplikationen von Tod 1,5 %, Schlaganfall 2,6 %, Schlaganfall/Tod 3,3 % und Herzinfarkt 3,2 %. Die primären Offenheitsraten waren 99,2 % und 88,2 % nach 1 bzw. 2 Jahren. Die Reinterventionsrate machte 6,6 % aus, die gepoolten Überlebensraten waren 89,9 %, 83,7 % und 75,9 % nach 1, 3 und 5 Jahren. Eingriffe, bei denen zunächst die CEA erfolgte, hatten ein höheres perioperatives Schlaganfallrisiko verglichen mit solchen, bei denen zunächst die proxi-

male Intervention durchgeführt wurde (5,7 % vs. 0,0 %; $p = 0,01$). Die Autoren bezeichneten das Hybridvorgehen als eine vernünftige Option bei Tandemläsionen, mit hoher technischer Erfolgsrate. Dabei sollte das Stenting vor der CEA erfolgen und perioperativ eine duale Thrombozytenaggregationshemmung vorgenommen werden.

CEA oder CAS bei kontralateralem Karotisverschluss

Der kontralaterale Karotisverschluss gilt als ein Risikofaktor bei CEA. Inwieweit in dieser Situation CAS der CEA gleichwertig ist, untersuchten Sun et al. (2021) in einer Metaanalyse (6 retrospektive Studien/6953 Patienten). Hinsichtlich des perioperativen Schlaganfalls gab es keine signifikanten Unterschiede, jedoch war CEA im Vergleich zu CAS mit einem reduzierten Sterblichkeitsrisiko assoziiert (Odds Ratio: 0,45; 95 % CI: 0,29–0,70; $P < 0,001$). Bezüglich des perioperativen Herzinfarktrisikos und dem Risiko größerer unerwünschter kardiovaskulärer Ereignisse unterschieden sich CEA und CAS nicht. Das verminderte Sterblichkeitsrisiko ergab sich vor allem in den Subgruppen Patienten <70 Jahre, Anteil Männer >70 %, Anteil Koronarerkrankungen <40 %, Anteil Hypertoniker >80 %, Anteil Diabetes mellitus >30 % und Anteil Raucher >40 %. Die Autoren sahen diese Faktoren als einen Hinweis auf schwere Arteriosklerose an, mit möglicherweise Plaquebildung, und in der Folge mit dem Ablösen von Plaques bei CAS.

Synchrone CEA und Koronarer Bypass vs. CAS

Giannopoulos et al. (2020) verglichen in einer Metaanalyse Patienten mit CEA und simultanem Koronarbypass mit Patienten, bei denen CAS und Koronarbypass zeitlich abgestuft vorgenommen wurden. Sie fanden 5 Studien mit 16.712 Patienten. Die Koronarbyässe wurden synchron mit der

CEA durchgeführt (gleicher Operationsaal, gleicher Tag) oder nach dem CAS, entweder während des gleichen Krankenhausaufenthaltes oder bis zu 2 Monate danach vorgenommen. Hinsichtlich perioperativem Schlaganfall, TIA und Herzinfarkt gab es zwischen beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede, jedoch hatten Patienten mit simultaner CEA und Koronarbypass eine signifikant höhere Letalität (4 % vs. 2 %). Inwieweit die unterschiedlichen Ergebnisse auf einer Patientenselektion beruhen, konnte bei dem retrospektiven Charakter der Studie nicht geklärt werden, so dass letztlich die Frage, ob ein abgestuftes Vorgehen unter Bevorzugung von CAS Vorteile hat, ohne weitere Studien offen bleiben muss.

Karotisinterventionen nach Thrombolyse

Ca. 10 % bis 20 % der Patienten, die bei akutem Schlaganfall thrombolysiert werden, haben eine zugrundeliegende 50 % bis 90 % Stenose der ipsilateralen A. carotis interna und können so Kandidaten für eine CEA oder CAS werden. Die Frage ist, wann bei dem zu erwartenden höheren Blutungsrisiko der Eingriff am besten erfolgt. In einer Metaanalyse von Kakkos et al. (2021) untersuchten sich in 25 Studien (n = 147.810 Patienten) 2076 Patienten einer CEA und 481 einem CAS nach Thrombolysetherapie. Die Metaanalyse demonstrierte, dass bei Patienten mit CEA nach Thrombolyse im Vergleich zu CEA ohne vorausgegangene Thrombolyse das Risiko an intrazerebralen Hämatomen und lokalen Hämatomen signifikant höher war. Auch für CAS war das periprozedurale Risiko signifikant höher. In der Metaregressionsanalyse betrug das Risiko für perioperativen Tod/Schlaganfall 13 %, wenn die CEA 3 Tage nach Thrombolyse erfolgte, 10,6 % nach 4 Tagen und bis zu 6 % nach 6 bis 7 Tagen. Die Botschaft war, die CEA nicht vor 6 bis 7 Tage nach Thrombolyse vorzunehmen.

Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) bei CEA

Die Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) ist ein kostengünstiges Verfahren, um kontinuierlich nicht-invasiv die zerebrale Oxygenierung zu erfassen. NIRS quantifiziert den Gehalt an oxygeniertem Hämoglobin basierend auf seiner Absorption von Licht im Infrarot-Spektrum. Khan et al. (2021) gingen in einer systematischen Übersicht (67 Artikel) der Frage nach, inwieweit die NIRS in der Lage ist, bei CEA zerebrale Ischämien zu erkennen. Sie kamen zu dem Schluss, dass NIRS eine niedrige Sensitivität und hohe Spezifität hat, um intraoperative Ischämien zu identifizieren im Vergleich zum Monitoring des wachen Patienten. Das Bias-Risiko der Berichte war unklar. Das NIRS-Signal fiel in den meisten Studien konstant nach Clamping der Arterie ab und erholte sich nach De-Clamping auf die Ausgangswerte, wobei bei ischämischen Ereignissen größere Abfälle beobachtet wurden. Ohne weitere Studien wollten die Autoren den Wert des Verfahrens nicht definitiv beurteilen, auch weil nach Studienlage die A. carotis externa zu 15 % bis ca. 20 % der Signale beiträgt. Sie kamen lediglich zu dem Schluss, dass die Abfälle der Signale nach Carotisabklemmung nützlich sein können, Patienten mit ischämischen Ereignissen zu identifizieren.

Verschlusstechniken bei CEA

In eine Netzwerk Metaanalyse von Lazariades et al. (2021) zum Arterienverschluss nach CEA gingen 23 randomisierte Studien mit 4440 Patienten ein. Überprüft wurden primärer Verschluss, n = 753; Eversionsendarteriektomie, n = 431; Venenpatch n = 973; PTFE-Patch, n = 948; Dacronpatch, n = 828; bovines Perikardium, n = 249; und Polyurethanpatch, n = 258. Die Netzwerkmetaanalyse ergab für die Eversionsendarteriektomie eine verringerte kombinierte Schlaganfall/Tod-Rate nach 30 Tagen gegenüber allen anderen Methoden des Arterienverschlusses,

mit Ausnahme von PTFE- und Rinderperikard-Patch. Zusätzlich war die Eversionsendarterektomie mit der niedrigsten Restenoserate verglichen mit allen anderen Methoden assoziiert. Die Eversionsendarterektomie war den Dacron-Patches hinsichtlich der späten Restenose signifikant überlegen. Seltene katastrophale Komplikationen wie das Aufblähen des Venenpatches oder synthetische Patchinfektion wurden insgesamt in 0,2 % der Fälle beobachtet, so dass keine Vergleiche angestellt werden konnten. Eversionsendarterektomie und Patching mit Rinderperikard oder PTFE scheinen demnach die besten Verfahren beim Karotisverschluss darzustellen.

Kosteneffektivität von CEA und Stenting

Sridharan et al. (2022) verglichen die Kosteneffektivität der CEA mit der von transfemoralem Carotisstenting (TFCAS) und transcarotidaler arterieller Revascularisation (TCAR). Eingeschlossen in die Analyse wurden Daten von CREST (Carotid Revascularization Endarterectomy vs. Stenting Trial), des Vascular Quality Initiative Surveillance Project, und lokale Kostendaten. Entwickelt hierzu wurde ein Markov state-transition Modell, um die lebenslangen Kosten in \$ US und die Effektivität in QALYs (Qualitätsadjustierte Lebensjahre) sowohl für asymptomatische als auch symptomatische Patienten zu ermitteln. Im Basisszenario betragen die Kosten pro gewonnenes Lebensjahr bei TCAR \$160.642 verglichen mit CEA. TFCAS war weniger effektiv als die anderen Strategien und teurer, hauptsächlich wegen dem größeren periprozeduralen Schlaganfallrisiko. Wenn das Schlaganfallrisiko bei TCAR $<0,9\%$ liegt, war TCAR ökonomisch günstiger als CEA bei den gegenwärtigen Prozedurkosten. In einer Sensitivität-Wahrscheinlichkeit-Analyse wurde CEA in 80 % der Modell-Wiederholungsschleifen bei \$ 100.000/QALY favorisiert, TCAR in 19 %. Bei den

gegenwärtigen Kosten und Ergebnissen erreichte TCAR nicht die traditionelle Kosten-Effektivitätsgrenze, um CEA als primäre Behandlungsmodalität der Karotisstenose zu ersetzen. TFCAS ist die am wenigsten kosteneffektive Strategie bei der Karotisrevascularisation.

1.2.3 Registerdaten

Prognose asymptomatischer Patienten

Chang et al. (2022) berichteten über eine retrospektive Kohortenstudie mit 3737 Erwachsenen mit schwerer (70–99 %) asymptomatischer Karotisstenose, die in den Jahren 2008 bis 2012 diagnostiziert wurde. Die Patienten hatten zuvor in den letzten 6 Monaten kein ipsilaterales neurologisches Ereignis oder eine Carotis-Intervention aufgewiesen. Das Follow-up reichte bis 2019. Die mittlere jährliche Schlaganfallrate betrug in diesem Kollektiv 0,9 %, Kaplan-Meier geschätzt war die ipsilaterale Schlaganfallrate nach 5 Jahren 4,7 % (95 % CI 3,9 %–5,7 %). Die nicht-adjustierte Sterblichkeit betrug über alles 51,4 %, bei einer mittleren jährlichen Sterblichkeitsrate von 13,6 %. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass die Zahl der Patienten mit hohem Schlaganfallrisiko bei asymptomatischer Karotisstenose deutlich kleiner sein dürfte als die gegenwärtigen Standards vermuten lassen.

CAS und CEA vs. medikamentöse Therapie

Keyhani et al. (2022) führten eine retrospektive Kohortenstudie auf Basis der Daten von 219.979 Veteranen ≥ 65 Jahre durch, bei denen eine Karotis-Bildgebung bei asymptomatischer Karotisstenose in den Jahren 2005–2009 erfolgt war und die in der US Veterans Health Administration-Datenbank erfasst wurden. Sie konstruierten zwei vergleichbare Gruppen von Patien-

ten, die entweder eine medikamentöse Behandlung bekamen ($n = 2509$) oder gestentet wurden (CAS $n = 551$) und für 5 Jahre nachverfolgt wurden. Die beobachtete Rate an Schlaganfall/Tod (perioperative Komplikationen) betrug nach 30 Tagen in dem CAS-Arm 2,2 %. Das 5-Jahresrisiko für tödlichen und nicht-tödlichen Schlaganfall war für beide Gruppen ähnlich (CAS 6,9 %, medikamentöse Therapie 7,1 %). Die Botschaft war, dass in dieser Untersuchung älterer Männer keine Unterschiede in der Behandlung asymptomatischer Karotisstenosen zwischen medikamentöser Therapie und CAS gefunden wurden.

Dieselbe Arbeitsgruppe ging anhand der US Veterans Health Administration-Datenbank auch der Frage nach, ob eine frühe CEA bei Patienten mit asymptomatischer Karotisstenose einer initialen medikamentösen Behandlung überlegen ist (Keyhani et al. 2020). 2712 Patienten (98,8 % Männer, mittleres Alter 73,6 Jahre) erhielten CEA, und 2509 Patienten (98,8 % Männer, mittleres Alter 73,6 Jahre) eine initiale medikamentöse Therapie innerhalb 1 Jahres nach der Index-Karotis-Bildgebung. Die beobachtete Rate an Schlaganfall/Tod (perioperative Komplikationen) betrug nach 30 Tagen in der CEA-Kohorte 2,5 %. Das 5-Jahresrisiko für tödlichen und nicht-tödlichen Schlaganfall war bei Patienten, die zu CEA randomisiert wurden, niedriger (5,7 %) im Vergleich zu Patienten, die zu initialer medikamentöser Behandlung randomisiert wurden (7,8 %). Wurde in die Analyse das nicht-Schlaganfall-bedingte Sterberisiko zusätzlich inkludiert, gab es keine signifikanten Unterschiede im Sterberisiko zwischen beiden Kohorten. In dieser Studie war die absolute Reduktion des Risikos für tödlichen und nicht-tödlichen Schlaganfall in Verbindung mit früher CEA weniger als halb so hoch als dies noch in den vor 20 Jahren initiierten Studien beschrieben wurde. Die Daten dieser Studie deuten darauf hin, dass in Anbetracht des vorhandenen perioperativen Ausgangsrisiko bei CEA die

initiale medikamentöse Behandlung eine akzeptable Behandlungsstrategie bei asymptomatischer Karotisstenose sein kann.

Ergebnisse CEA und CAS

Krawisz et al. (2021) fanden unter 58.423 Patienten mit Karotisrevaskularisation 4624 (7,9 %) Patienten mit einem kontralateralen Karotisverschluss. Von diesen waren 68,9 % ($n = 3185$) mit CAS und 31,1 % ($n = 1439$) mit CEA behandelt worden. Nichtadjustiert war der Kompositendpunkt (perioperativer Tod/Schlaganfall/Herzinfarkt) nach CAS niedriger als nach CEA (2,1 % vs. 3,6 %). Nach Adjustierung der Daten war der kontralaterale Karotisverschluss mit einer relativen Zunahme der Odds für unerwünschte Ereignisse um 71 % bei CEA assoziiert, verglichen mit keiner Zunahme bei CAS. Dies bedeutet, dass nur bei CEA, nicht aber bei CAS der kontralaterale Karotisverschluss das operative Risiko erhöhte.

Perioperatives Outcome und Wiederaufnahmeraten bei insgesamt 378.354 CEA- und 57.273 CAS-Patienten wurden über eine 6-Jahresperiode (2010 bis 2015) von Cole et al. (2020) anhand der Nationwide Readmissions Database der USA ermittelt. Das Fallvolumen nahm durchschnittlich jährlich um 2669 Eingriffe bei CEA ab ($p = 0,001$), bei CAS blieb es stabil. Nach Matching (CEA $n = 24.411$ /CAS $n = 24.403$) hatten CEA-Patienten eine höhere Rate an periprozeduralem Schlaganfall, hervorgerufen durch ein höheres Schlaganfallrisiko bei symptomatischen Patienten (8,1 % vs. 5,6 %; $p < 0,001$), aber eine niedrigere Krankenhaussterblichkeit über alles (0,8 % vs. 1,4 %; $p < 0,001$) (■ Tab. 1.1). CEA-Patienten wurden innerhalb von 30 Tagen weniger häufig wieder aufgenommen (7,2 % vs. 8,0 %; $p = 0,018$). Dasselbe galt für die Wiederaufnahmerate nach 90 Tagen (12,3 % vs. 14,1 %; $p < 0,001$). Die mittleren Krankenhauskosten waren bei CEA geringer mit \$14.433 vs. \$19,172 bei CAS ($p < 0,001$). Die Autoren betonten, dass sich

■ **Tab. 1.1** Ergebnisse nach CEA und CAS. Daten der Nationwide Readmissions Database. Propensity-Score gematchter Vergleich. (nach Cole et al. 2020)

Parameter	CAS (n = 24.403)	CEA (n = 24.411)	P
Periprozedural			
- Schlaganfall	454 (1,9 %)	635 (2,6 %)	<0,001
- Herzinfarkt	324 (1,3 %)	374 (1,5 %)	0,062
- Periphere vaskuläre Komplikation	114 (0,5 %)	18 (0,07 %)	<0,001
- Respiratorische Komplikation	1013 (4,2 %)	1187 (4,9 %)	<0,001
- Hämatom od. Blutung	1014 (4,2 %)	1553 (6,4 %)	<0,001
Bei Entlassung			
- Tod	342 (1,4 %)	192 (0,8 %)	<0,001
- Kosten (USD)	19.172	14.433	<0,001
- Wiederaufnahme n. 30 Tagen	1946 (8,0 %)	1763 (7,2 %)	0,002
- Wiederaufnahme n. 90 Tagen	3439 (14,1 %)	3009 (12,3 %)	<0,001

seit Erscheinen des CREST-Trials, bei dem noch das Schlaganfallrisiko bei CAS beinahe doppelt so hoch wie bei CEA war, die Ergebnisse des CAS signifikant verbessert haben.

Hammar et al. (2022) identifizierten für die Jahre 2008 bis 2017 im schwedischen Swedvasc-Register 7653 Patienten (mittleres Alter 72 ± 8 Jahre, 68 % Männer), bei denen wegen symptomatischer Karotisstenose eine primäre CEA oder CAS vorgenommen wurden. Perioperativ kam es zu 64 Todesfällen und 211 Schlaganfällen (3,6 %). Die mittlere Nachbeobachtungszeit wurde mit $4,21 \pm 2,55$ Jahre angegeben. In dieser Kohorte betrug die Inzidenz eines Schlaganfalls 1,9 % pro Jahr nach der perioperativen Periode. 1485 (19,6 %) Patienten verstarben, entsprechend einer Sterblichkeitsrate von 4,6 %/Jahr. Patienten, die mit CAS behandelt wurden, hatten im Vergleich zu CEA ein erhöhtes Risiko eines ipsilateralen ischämischen Schlaganfalls (adjustierte HR 3,20, 95 % CI 2,03–5,03). Gleiches galt für Patienten über 80 Jahre im Vergleich zu Patienten im Alter von 65–79 Jahren (erhöhtes

Risiko eines ipsilateralen Schlaganfalls HR 1,94, 95 % CI 1,43–2,65). Schlaganfall jeglicher Art wurde bei 7,7 % der Patienten beobachtet. Die Autoren meinten, dass diese Daten die Dauerhaftigkeit und Effektivität des chirurgischen Eingriffs in realiter bei Patienten mit symptomatischer Karotisstenose belegen.

1.2.4 Transcarotidale arterielle Revaskularisation (TCAR)

Metaanalysen zum Outcome nach TCAR

Eine systematische Übersicht mit Metaanalyse zum Outcome nach transcarotidaler arterieller Revaskularisation (TCAR) erstellten Sagris et al. (2021) auf Basis von 45 Studien mit 14.588 Patienten, publiziert bis Mai 2020 (■ Tab. 1.2). Die Revaskularisation gelang in 99 % der Fälle. Hirnnervenverletzungen waren sehr selten (33 bei 8994 Patienten), Blutungskomplikationen wurden mit 2 % angegeben.