

# Der hohe Zugang zur Arteria carotis interna

Seit Michael E. DeBakey im Jahre 1953 die erste Karotisthrombendarteriektomie (CEA) durchführte, gehört die CEA der extrakraniellen Arteria carotis interna (ACI) zu den am besten evidenzbasierten Operationen in der Chirurgie überhaupt [1, 2, 3, 4]. Eine wichtige Voraussetzung für das Erreichen einer hohen Ergebnisqualität in der konventionellen Karotischirurgie ist die ausreichende, möglichst atraumatische Exposition der ACI. Bei Vorliegen einer hohen Karotisgabel, lang auslaufenden Karotisplaques oder anderen Pathologien wie z. B. Aneurysmen, Dissektionen oder Rezidiveingriffen muss jedoch die Präparation der ACI oft weit nach distal durchgeführt werden. Dies erhöht insbesondere das Risiko für eine Schädigung der Hirnnerven. Die Notwendigkeit für einen hohen Zugang zur ACI wird in der Literatur als gering angegeben. So beschreiben Sandmann et al. in einem Kollektiv von 752 supraaortalen Rekonstruktionen eine Rate von 4% hoher Zugänge zur ACI (n=33). In diesem Beitrag soll die Anatomie und Technik des hohen Zugangs zur extrakraniellen ACI dargestellt werden.

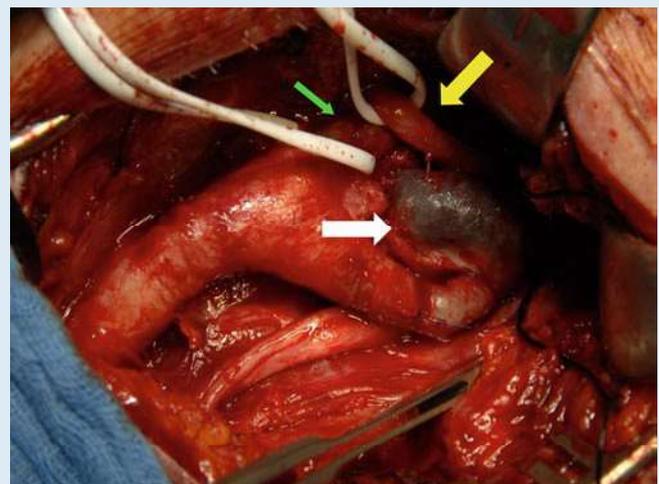
Die Notwendigkeit eines hohen Zugangs zur ACI besteht, wenn die entsprechende Läsion auf Höhe des 2. Wirbelkörpers zu liegen kommt. Klinisch entspricht dies dem Niveau einer gedachten Linie zwischen dem Processus mastoideus und der Spitze des Kieferwinkels [7]. Per definitionem sollte von einem hohen Zugang erst dann gesprochen werden, wenn zur

Ausklemmung der ACI mindestens die Durchtrennung des Venter posterior des M. digastricus notwendig ist. Die Präparation kann dann bis zum Eingang in die Schädelbasis durchgeführt werden. Oft ist es notwendig, den Processus styloideus zu frakturieren und gegebenenfalls die dort ansetzende Muskulatur zu durchtrennen.

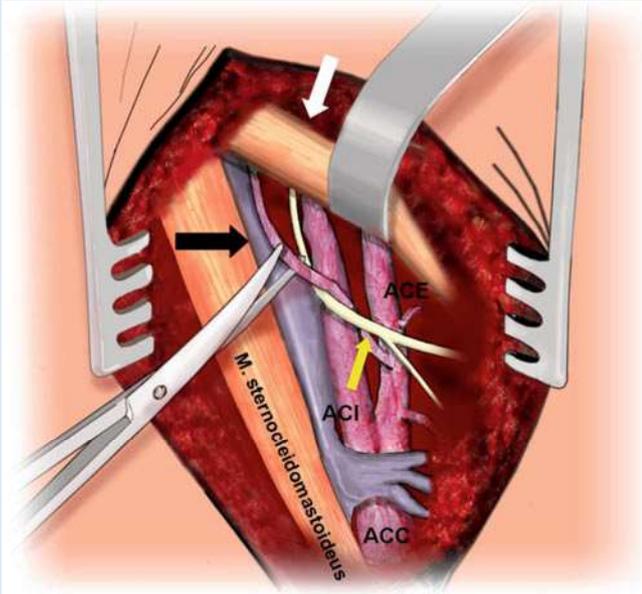
## Operatives Vorgehen

Die Lagerung des Patienten erfolgt in sog. der „Beach-chair-Position“, bei ca. 30° angehobenem Oberkörper und leicht seitlich rotiertem und rekliniertem Kopf. Der Schnitt erfolgt längs an der Vorderseite

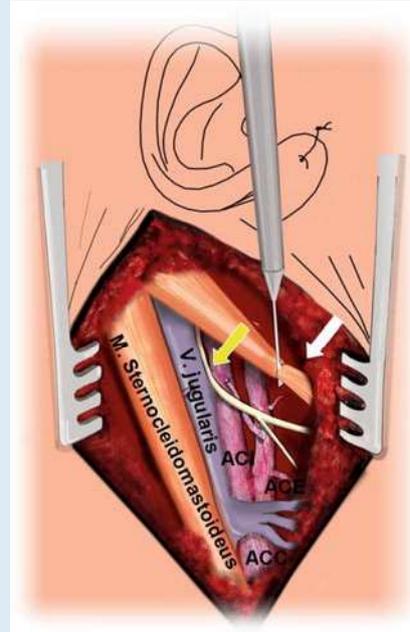
des M. sternocleidomastoideus und kann nach dorsal über eine Strecke von 2–3 cm um das Ohrfläppchen herumgeführt bzw. erweitert werden. Nach Durchtrennung des Platysmas erfolgt die Darstellung der V. jugularis interna und die Durchtrennung der V. facialis. Die V. jugularis dient als Leitstruktur für die spätere Präparation der ACI. Sie wird aus diesem Grund an ihrem Vorderrand bis zum Verschwinden unterhalb des Venter posterior des M. digastricus präpariert. Hierfür ist es notwendig, das individuell unterschiedlich stark ausgeprägte ventrojugular gelegene Lymphbündel zwischen Overholt-Klemmen zu durchtrennen. Alternativ kann dieser Gewebestrang auch



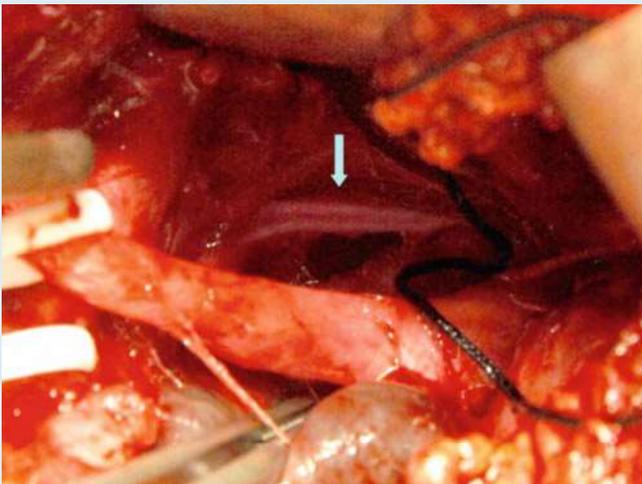
**Abb. 1** ▲ Situs eines 49-jährigen Patienten mit einem stark gecoilten thrombosierenden symptomatischen Aneurysma der linksseitigen A. carotis interna (ACI, weißer Pfeil). Nach Durchtrennung des Venter posterior des M. digastricus stellt sich der N. hypoglossus langstreckig dar (gelber Pfeil). Er überkreuzt die ACI und A. carotis externa (grüner Pfeil). Der N. vagus wurde ebenfalls langstreckig dargestellt (schwarzer Pfeil)



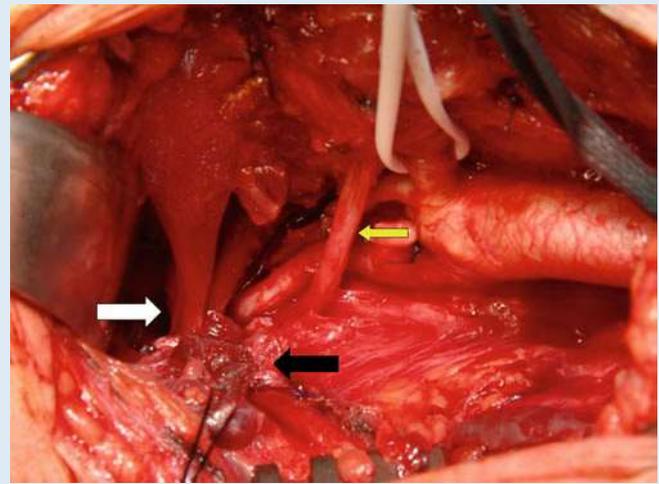
**Abb. 2** ▲ Schematische Darstellung der Präparation des N. hypoglossus (gelber Pfeil). Oft wird der N. hypoglossus schlingenartig durch die A. occipitalis (schwarzer Pfeil) oder die A. sternocleidomastoidea angezügelt. Ist dies der Fall sollten diese Arterien durchtrennt werden. Wenn möglich sollte auf ein Anzügeln des Nervs verzichtet werden. ACI A. carotis interna, ACE A. carotis externa, ACC A. carotis communis



**Abb. 3** ◀ Zur Exposition der distalen ACI wird der Venter posterior des M. digastricus (weißer Pfeil) mit der Diathermie durchtrennt. ACI A. carotis interna, ACE A. carotis externa, ACC A. carotis communis



**Abb. 4** ▲ Der N. glossopharyngeus stellt sich in der Tiefe dar (Pfeil), der N. hypoglossus ist weiter kaudal angezügelt



**Abb. 5** ▲ Im Situs erkennt man den Bauch des Venter posterior des M. digastricus (schwarzer Pfeil), und den N. hypoglossus (gelber Pfeil), die am Processus styloideus ansetzenden Muskeln (M. stylohyoideus und M. stylopharyngeus) sind freipräpariert (weißer Pfeil)

durch sukzessive Kauterisierung mit der Diathermiepinzette abgesetzt werden. Erfahrungsgemäß besteht bei diesem Schritt die erste größere Gefahr, den N. hypoglossus zu verletzen. Es ist deshalb bei diesem Schritt unbedingt notwendig darauf zu achten, dass die Durchtrennung des Lymphbündels exakt auf dem Vorderrand der V. jugularis durchgeführt wird, ein unbewusstes Verlagern nach medial kann

hier bereits das Miterfassen des N. hypoglossus bedeuten.

Danach erfolgt erst die schrittweise ventrojuguläre Präparation der Karotisgabel. Nach eindeutiger Identifikation des N. vagus und des N. hypoglossus kann die Ansa cervicalis durchtrennt werden, falls dies einer besseren Exposition dient (▣ Abb. 1). Der Venter posterior des M. digastricus ist die erste Struktur, die

zur distalen Darstellung der ACI durchtrennt werden muss. Der Muskel sollte zur Vermeidung von Blutungen entweder mit Diathermie kauterisiert werden oder zwischen Ligaturen durchtrennt werden. Die A. occipitalis oder eine ihrer Hauptäste läuft in der Regel direkt hinter dem M. digastricus und sollte ebenfalls ligiert werden (▣ Abb. 2, 3). Nach Durchtrennung des M. digastricus erfolgt die Darstellung

des N. glossopharyngeus und der Rami pharyngei (■ **Abb. 4**). Der N. glossopharyngeus verläuft nach Austritt aus der Schädelbasis vor der ACI und unterhalb des Processus styloideus, macht dann jedoch einen Bogen auf die Vorderseite des M. stylopharyngeus. Der Nerv sollte aus diesem Grunde vor der Durchtrennung des M. stylopharyngeus und des M. stylohyoideus komplett dargestellt werden. Nachfolgend kann dann die ACI bis zum Übergang ins petriöse C<sub>2</sub>-Segment dargestellt werden, zur breiteren Exposition wird der Processus styloideus an seiner Basis mit der oszillierenden Säge oder einer Luer-Zange abgesetzt. Alternativ ist es auch oft ausreichend, den Processus styloideus mit dem Finger abzubrechen und dann mitsamt den ansetzenden Muskelsträngen unter einen kleinen Langenbeck-Haken zu nehmen (■ **Abb. 5, 6, 7**).

### Häufigkeit und Risiko einer Hirnnervenschädigung

In unserem Patientengut wurden zwischen 1980 und 2004 64 Karotisrekonstruktionen bei Vorliegen eines Karotisaneurysmas evaluiert. Hierbei zeigte sich, dass in 10 (15,6%) Fällen eine hoher Zugang zur ACI notwendig war, wobei es in 2 Fällen zu einer Hirnnervenläsion kam. Darunter fand sich eine permanente Parese des N. facialis. Das Risiko einer peripheren Parese des N. facialis besteht in erster Linie dann, wenn der Hautschnitt hoch an das Ohrläppchen heranführt und deutlich ventral der Vorderkante des M. sternocleidomastoideus verläuft. Hierbei kann es leicht zur Verletzung des oralen Astes des N. facialis kommen, die durch einen hängenden Mundwinkel imponiert bei noch vorhandener Fähigkeit, die Stirn zu runzeln. Dies muss jedoch sicher von der zentralen fazialen Parese getrennt werden, bei der es dem Patienten auch möglich ist, die Stirn zu runzeln. Des Weiteren kam es zu einer Glossopharyngeusparese aufgrund einer absichtlichen Durchtrennung des N. glossopharyngeus und einer Läsion des N. hypoglossus.

Bei arteriosklerotischen Stenosen der ACI ist die Häufigkeit einer Präparation der distalen ACI deutlich geringer. So wurden im Rahmen einer prospektiven Dokumentation von Patienten, die sich

N. Attigah · A. Hyhlik-Dürr · M. Hakimi · J.-R. Allenberg · D. Böckler  
**Der hohe Zugang zur Arteria carotis interna**

#### Zusammenfassung

Der hohe Zugang zur Arteria carotis interna (ACI) stellt auch für den erfahrenen Chirurgen durch die enge räumliche Beziehung vom Processus mastoideus, dem Kieferwinkel und den 10. bis 12. Hirnnerven eine präparatorische Herausforderung dar. Wir stellen in unserer Arbeit eine Möglichkeit des hohen Zugangs zur ACI dar, bei der die distale ACI unter Durchtrennung des Venter posterior des M. digastricus und Absetzen des Processus styloideus bis zur Schädelbasis exponiert werden kann. Der Vorteil dieser Methode besteht darin, dass sie über dieselbe Inzi-

sion durchgeführt werden kann und keiner weiteren präoperativen Vorbereitung bedarf. Die Häufigkeit des hohen Zugangs hängt ab von der zugrunde liegenden Pathologie. So betrug beim Karotisaneurysma die Häufigkeit 15,6% im eigenen Patientengut, während eine Freilegung der schädelbasisnahen ACI bei arteriosklerotischen Stenosen hingegen nur in 4,4% benötigt wird.

#### Schlüsselwörter

Zugang · Arteria carotis · Karotisthrombendarterektomie · Hirnnervenläsion

### High exposure of the distal internal carotid artery

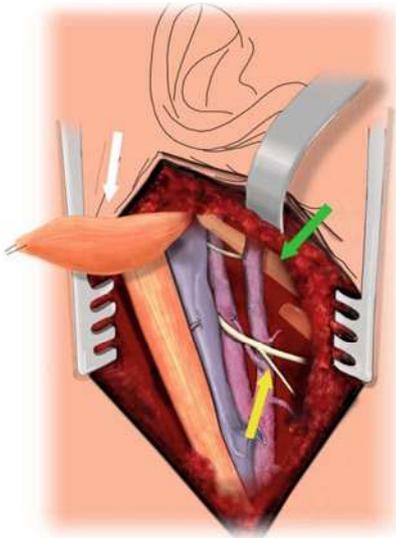
#### Abstract

High exposure of the internal carotid artery is a challenging procedure even for experienced surgeons. Access to the distal internal carotid artery is impeded by progressive encroachment of the mastoid process and the angle of the mandible and furthermore at this level the artery is intimately associated with the hypoglossal and glossopharyngeal nerves. If high exposure is needed we prefer preparation of the distal internal carotid artery by dissection of the venter posterior of the digastric muscle and the styloid process including the stylohyoid and stylopha-

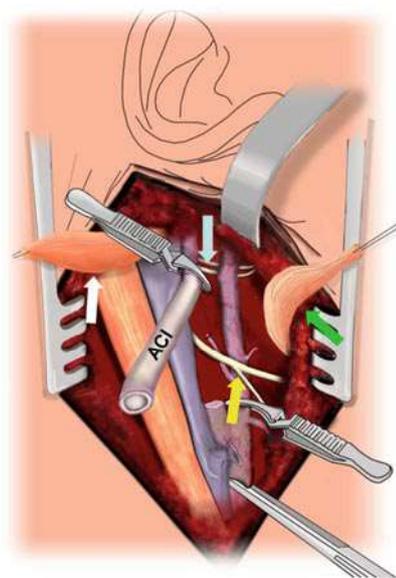
ryngeus muscles. This procedure can be advantageously carried out without additional preoperative requirements. The need for high access to the internal carotid artery depends strongly on the underlying pathology: in atherosclerotic disease the rate of high access in our patients is approximately 4.4%, whereas in carotid aneurysms the rate is considerably higher and averages about 15%.

#### Keywords

Exposure · Carotid artery · Carotid thrombendarterectomy · Cranial nerve injury



**Abb. 6** ▲ Nach Durchtrennung des Venter posterior des M. digastricus (weißer Pfeil) erscheint weiter kranial der Processus stylohyoideus mit der daran ansetzenden Muskulatur (grüner Pfeil)



**Abb. 7** ▲ Nach Durchtrennung des Venter posterior des M. digastricus (weißer Pfeil) und der am Processus styloideus ansetzenden Muskulatur (grüner Pfeil) kann die ACI unter Darstellung der Rami pharyngei des N. glossopharyngeus bis knapp unter die Schädelbasis dargestellt werden. ACI A. carotis interna

einer operativen Behandlungen aufgrund einer Stenose der extrakraniellen Karotis unterzogen, von Januar 1999 bis Juni 2006 1290 Patienten dokumentiert; hierbei betrug der Anteil an hohen Zugängen zur ACI 4,4%.

## Diskussion

Der hohe Zugang zur distalen ACI ist in der Karotischirurgie selten notwendig, stellt aber bei hohen Läsionen, Rezidivstenosen oder Karotisaneurysmen oft eine erforderliche Maßnahme dar.

Die Präparationsschritte, die anatomischen Besonderheiten und die potenziellen Gefahren sind nicht allen Chirurgen bekannt und werden in dieser Arbeit im Sinne des technischen Tipps diskutiert.

Hierbei erfolgt neben der Durchtrennung des Venter posterior des M. digastricus die Absetzung des Processus styloideus sowie die Dissektion des M. stylohyoideus und des M. stylopharyngeus. Der Vorteil der Methode besteht darin, dass sie ohne weitere präoperative Maßnahmen wie z. B. eine nasotracheale Intubation durchgeführt werden kann.

Zur erweiterten Exposition der ACI werden in der Literatur verschiedene Möglichkeiten beschrieben. So beschreiben Frim et al. in einer Serie von 115 Patienten eine Mandibulasubluxation als komplikationsarme Möglichkeit, um die Exposition der ACI um 1–2 cm zu erweitern [8]. Die Ergebnisse wurden später in einer kleineren Serie mit allerdings nur 10 Patienten bestätigt, insbesondere wurden keine Hirnnervenverletzungen beschrieben [9, 10]. Der Nachteil der mandibulären Subluxation besteht darin, dass die Notwendigkeit zur hohen Präparation schon präoperativ erkannt werden muss. Die Patienten benötigen bei dieser Methode eine Vollnarkose mit einer nasotrachealen fiberoptischen Intubation, ebenso muss die Subluxationsstellung durch eine zirkumdentale Drahtcerklage temporär fixiert werden. Bei zahnlosen Patienten oder Patienten mit schlechtem Zahnstatus muss sogar eine transossäre Fixation erfolgen.

Eine andere Möglichkeit der Darstellung der schädelbasisnahen ACI besteht in der vertikalen Osteotomie des Ramus mandibulae. Hierbei wird der Ramus mandibulae in der Schicht zwischen dem M. masseter und der Glandula parotidea unter Schonung des mandibulären Astes des N. facialis dargestellt, anschließend wird mit der oszillierenden Säge der Ramus mandibularis von der Tuberosi-

tas masseterica bis zur Incisura mandibula senkrecht durchtrennt, der gelenkartikulierende Anteil kann dann in anterior-superiore Richtung luxiert werden, womit der Zugang zur schädelbasisnahen ACI erweitert wird. Nach Fertigstellung der Rekonstruktion muss die Osteotomie durch Minititanplatten fixiert werden. Der Vorteil dieser Methode besteht darin, dass dieses Manöver ohne weitere präoperative Vorkehrungen auch noch nach schon begonnener Präparation der ACI durchgeführt werden kann. Darüber hinaus ist nach Ansicht der Autoren die gewonnene Strecke zur Präparation konstanter als bei der mandibulären Subluxation, da bei der mandibulären Subluxation die Kiefergeometrie einen großen Einfluss auf den zu erwartenden Gewinn an Expositionsstrecke aufweist. So führt zum Beispiel eine tiefe Fossa mandibulae in Verbindung mit einer steilen Gelenkfläche eher zu einer inferioren als anterioren Subluxationsstellung, was die Präparation der distalen ACI potenziell auch erschweren kann [11, 12]. Ebenso wurde der posterolaterale Zugang beschrieben, bei dem der M. sternocleidomastoideus ähnlich wie bei einer radikalen Neck-Dissektion am Mastoid abgesetzt wird. Unter gleichzeitiger Durchtrennung des Venter posterior des M. digastricus und Absetzen des Processus styloideus wird dann die ACI von distal nach proximal dargestellt [13].

Sandmann et al. beschreiben als Ultima Ratio die partielle Resektion des Mastoid bei bis intrakranial reichenden Läsionen der ACI, wodurch es gelingt, die distale Anastomose bis in den petrosen Anteil der ACI nach kranial zu verlagern [14].

Wir bevorzugen den ventrojugulären Zugang zur ACI. Hierbei wird die V. jugularis am Vorderrand des M. sternocleidomastoideus dargestellt, die V. jugularis dient somit als Leitstruktur zur Präparation der ACI und wird unter Durchtrennung der parajugulären Lymphknoten bis an den Unterrand des Venter posterior des M. digastricus komplett dargestellt, erst danach erfolgt die Darstellung der A. carotis communis (ACC), A. carotis externa (ACE) und ACI. In einer prospektiv randomisierten Studie an 101 Patienten, die den ventrojugulären mit dem retrojugulären Zugang bei der Eversionsthorombendarteriektomie untersuchte, zeigte

sich in der Gruppe, bei der ein ventrojugulärer Zugang gewählt wurde, eine signifikant niedrigere Rate an temporären Stimmbanddysfunktionen [15]. In einer Serie von 64 Aneurysmen der extrakraniellen Karotis war bei 10 Patienten (15,6%) ein hoher Zugang zur distalen ACI notwendig [16, 17]. Bei Operationen an der extrakraniellen ACI aufgrund einer Stenose betrug die Häufigkeit eines hohen Zugangs nur 4,4%.

## Fazit für die Praxis

**Die Notwendigkeit für einen hohen Zugang zur ACI besteht selten. Muss jedoch die Präparation der ACI aufgrund der gegebenen anatomischen Verhältnisse weit nach distal fortgeführt werden, so besteht in der Durchtrennung des Venter posterior des M. digastricus und dem Absetzen des Processus styloideus ein einfacher Präparationsschritt, um die Exposition bis zur Schädelbasis zu erweitern. Das Risiko einer Hirnnervenverletzung ist hierbei jedoch um das 2fache erhöht.**

## Korrespondenzadresse

### Dr. N. Attigah

Klinik für Gefäßchirurgie, vasculäre und endovasculäre Chirurgie, Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 110, 69120 Heidelberg  
nicolas.attigah@med.uni-heidelberg.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- DeBakey ME (1975) Successful carotid endarterectomy for cerebrovascular insufficiency. Nineteen-year follow-up. *JAMA* 233(10):1083–1085
- North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators (1991) Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med* 325(7):445–453
- MRC European Carotid Surgery Trial (1998) Randomised trial of endarterectomy for recently symptomatic carotid stenosis: final results of the MRC European Carotid Surgery Trial (ECST). *Lancet* 351(9113):1379–1387
- MRC Asymptomatic Carotid Surgery Trial (ACST) Collaborative Group (2004). Prevention of disabling or fatal strokes by successful carotid endarterectomy in patients without recent neurological symptoms: randomised controlled trial. *Lancet* 363:1491–1502
- Eckstein HH, Ringleb P, Allenberg JR et al (2008) Results of the Stent-Protected Angioplasty versus Carotid Endarterectomy (SPACE) study to treat symptomatic stenoses at 2 years: a multinational, prospective, randomised trial. *Lancet Neurol* 7(10):893–902
- Ringleb PA, Hacke W (2007) Stent and surgery for symptomatic carotid stenosis. SPACE study results. *Nervenarzt* 78(10):1130–1137
- Blaisdell WF, Clauss RH, Galbraith JG et al (1969) Joint study of extracranial arterial occlusion. IV. A review of surgical considerations. *JAMA* 209(12):1889–1895
- Frim DM, Padwa B, Buckley D et al (1995) Mandibular subluxation as an adjunct to exposure of the distal internal carotid artery in endarterectomy surgery. Technical note. *J Neurosurg* 83(5):926–928
- Simonian GT, Pappas PJ, Padberg FT Jr et al (1999) Mandibular subluxation for distal internal carotid exposure: technical considerations. *J Vasc Surg* 30(6):1116–1120
- Mock CN, Lilly MP, McRae RG, Carney WI Jr (1991) Selection of the approach to the distal internal carotid artery from the second cervical vertebra to the base of the skull. *J Vasc Surg* 13(6):846–853
- Kumins NH, Tober JC, Larsen PE, Smead WL (2001) Vertical ramus osteotomy allows exposure of the distal internal carotid artery to the base of the skull. *Ann Vasc Surg* 15(1):25–31
- Nelson SR, Schow SR, Stein SM et al (1992) Enhanced surgical exposure for the high extracranial internal carotid artery. *Ann Vasc Surg* 6(5):467–472
- Shaha A, Phillips T, Scalea T et al (1988) Exposure of the internal carotid artery near the skull base: the posterolateral anatomic approach. *J Vasc Surg* 8(5):618–622
- Sandmann W, Hennerici M, Aulich A et al (1984) Progress in carotid artery surgery at the base of the skull. *J Vasc Surg* 1(6):734–743
- Stehr A, Scodacek D, Wustrack H et al (2008) Retrojugular versus ventrojugular approach to carotid bifurcation for eversion endarterectomy: a prospective randomized trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 35(2):190–197
- Eckstein HH (1998) Extracranial carotid aneurysm – results in a 16-year period. *Gefäßchirurgie* 3:72–81
- Attigah N, Kulkens S, Zausig N et al (2009) Surgical therapy of extracranial carotid artery aneurysms: long-term results over a 24-year period. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 37(2):127–133