

Surgical access to the distal cervical segment of the internal carotid artery and to a high carotid bifurcation – integrative literature review and protocol proposal

Acesso cirúrgico ao segmento cervical distal da artéria carótida interna e à bifurcação carotídea alta – revisão integrativa da literatura e proposta de protocolo

Nicolau Conte Neto¹ , Thais Tapajós Gonçalves², Clarina Louis², Jonas Ikikame², Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior¹ 

Abstract

Several different maneuvers have been described for obtaining access to the distal cervical segment of the internal carotid artery or to a high carotid bifurcation. However there are different approaches to systematization of these techniques. The objective of this study is to review the techniques described and propose a practical protocol to support selection of the most appropriate technique for each case. The review is based on the results of database searches on PubMed Central, the Virtual Health Library (BVSalud), and SciELO for articles on the subject published in English or Portuguese from 1980 to 2021. Among the different maneuvers described, it appears reasonable that the first two steps should be to obtain access at the sternocleidomastoid muscle, followed by section or retraction of the digastric muscle posterior belly. If needed, temporary unilateral mandibular subluxation is an additional resource that is preferable to division of the styloid apparatus process, because of its lesser potential for morbidity. Even wider exposure can be obtained using mandibular osteotomies.

Keywords: internal carotid artery; carotid artery diseases; mandibular osteotomy; temporomandibular joint.

Resumo

Diversas manobras já foram descritas para o acesso ao segmento distal cervical da artéria carótida interna ou à bifurcação carotídea alta; entretanto, há divergências na sistematização dessas técnicas. O objetivo deste estudo é revisar as técnicas descritas e propor um protocolo prático que auxilie na seleção da técnica mais adequada para cada caso. Para isso, foi realizada uma busca nas bases de dados PubMed Central, Biblioteca Virtual em Saúde e SciELO por artigos sobre o tema, em língua inglesa ou portuguesa, publicados entre os anos de 1980 e 2021. Entre as manobras descritas, parece razoável que as duas etapas iniciais sejam a abordagem ao músculo esternocleidomastóideo, seguida pela secção/retração do ventre posterior do músculo digástrico. Caso necessário, a subluxação mandibular temporária unilateral é um recurso adicional e preferível à divisão do aparato estiloide, devido ao menor potencial de morbidade. Exposições ainda mais amplas podem ser obtidas com as osteotomias mandibulares. Por favor, envie-nos o Resumo estruturado.

Palavras-chave: artéria carótida interna; doenças das artérias carótidas; osteotomia mandibular; articulação temporomandibular.

How to cite: Conte Neto N, Gonçalves TT, Louis C, Ikikame J, Góes Junior AMO. Surgical access to the distal cervical segment of the internal carotid artery and to a high carotid bifurcation – integrative literature review and protocol proposal. *J Vasc Bras.* 2022;21:e20210193. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.202101932>

¹ Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA, Belém, PA, Brasil.

² Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, PA, Brasil.

Financial support: None.

Conflicts of interest: No conflicts of interest declared concerning the publication of this article.

Submitted: November 07, 2021. Accepted: February 22, 2022.

The study was carried out at Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA), Belém, PA, Brazil.



■ INTRODUCTION

Surgical exposure of a high carotid bifurcation (HCB) or the distal cervical segment of the internal carotid artery (DCSICA) is challenging because of the anatomic limitations to access and the increased risk of vascular and neurological injuries. The difficulties can be even greater after traumatism, because of profuse hemorrhage and/or pulsating/expanding hematoma, in which cases rapid access is relevant to prognosis.^{1,2}

Interventions involving the DCSICA or HCB can be performed using endovascular techniques and/or by open surgery. Occasionally, the procedure is not conducted on the DCSICA, but it is nevertheless necessary to expose it. The most common indications include aneurysms, tumors, atherosclerotic stenosis, and traumatisms to zone III of the neck.³ Regardless of the indication, maintenance of internal carotid artery (ICA) patency is always to be preferred, because it reduces the risk of neurological deficits. However, the limitations to access to the DCSICA or an HCB considerably increase the number of ICA ligations.^{1,2}

Several different maneuvers for exposure of the DCSICA or an HCB have been described with the objective of reducing the difficulties and risks involved. Anterolateral approaches are most frequent, encompassing section/retraction of the sternocleidomastoid (SCM) muscle and the digastric muscle posterior belly (DMPB), division of the styloid apparatus (DSA), mandibular subluxation, and osteotomies.^{3,4} In turn, posterolateral approaches, such as mastoidectomy, are less common and are normally reserved for when there is involvement of the petrous portion of the ICA.⁵

Although some clinical^{3,6} and experimental studies⁶⁻¹⁴ have proposed using a progressive sequence of these techniques according to the need for additional exposure of the DCSICA or an HCB, there are disagreements with regard to the sequence of the procedures. Moreover, these studies do not highlight relevant practical issues, such as decision-making time, the hospital resources needed, and surgeon expertise.

Unfortunately, none of the maneuvers described for surgical exposure of the DCSICA or HCB is free from the potential for complications and a lack of knowledge on the part of the professionals who execute them increase the morbidity of these procedures. The objective of this study is to review the techniques that have been described to date, collecting them in a single article and proposing a practical protocol to support the choice of the most appropriate technique for each case.

■ METHODS

An integrative literature review was conducted of published studies indexed on the PubMed Central,

SciELO, and Virtual Health Library (BVSaúde) databases. The following keywords were used: internal carotid artery, distal, cervical, extracranial, carotid bifurcation, high, open surgery, open approach, exposure, access, subluxation, luxation, osteotomy, mandibular, styloid, and digastric. These terms were adapted to suit the language of the databases being queried and combined using Boolean operators to refine the searches.

Studies were selected according to the following inclusion criteria: 1) clinical and experimental studies that describe techniques used to expose the carotid; 2) injuries involving the DCSICA or HCB; 3) published from January 1980 to September 2021; and 4) written in English or Portuguese. Publications were excluded that 1) employed endovascular or hybrid approaches; 2) required exposure of the petrous portion of the ICA; 3) described exclusively posterolateral approaches; or 4) for which the full text was unavailable.

Articles not selected for data tabulation were nevertheless used as references for the discussion. Additionally, Brazilian and international specialists were contacted to request images from real cases, previously presented/published material, and authorization to use them for illustration in this study.

■ RESULTS

The initial searches using the keywords chosen returned 3,162 articles (Figure 1). All duplicate articles were removed and then the inclusion and exclusion criteria were applied in all of the analytical stages. The first stage comprised reading of titles and abstracts, which resulted in selection of 80 articles and the second stage comprised reading of the full texts of articles for which they were available, resulting in inclusion of 57 articles in the review. Nine of these were experimental,⁷⁻¹⁴ 47 were clinical studies (case reports and series),^{3,15-57} and one⁶ was a clinical and experimental study. The total sample included 101 specimens (cadaveric carotid arteries dissected) and 480 patients (see Tables S1 and S2, available online as a supplementary file), and the most frequent indications for exposure of DCSICA or HCB were stenosis due to atheromatosis and aneurysms (see Table S2, available online as a supplementary file).

■ DISCUSSION

Surgical anatomy and anatomic variations

The cervical segment of the ICA starts at the level of the bifurcation of the common carotid artery (CCA) and ends at the level of the carotid foramen. The bifurcation normally occurs at the level of C3/C4, posterior to the superior margin of the thyroid

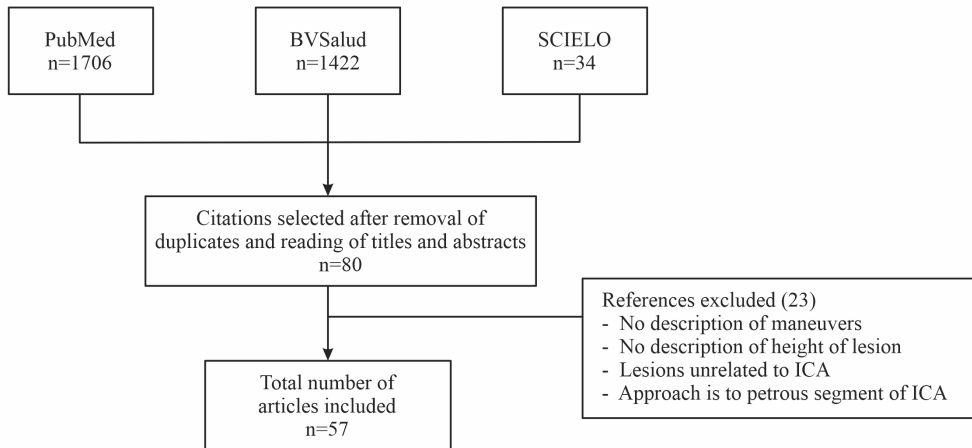


Figure 1. Flow diagram illustrating selection of articles. ICA: internal carotid artery.

cartilage.⁵⁸ However, significant anatomic variations have been described, including bifurcation at the levels of T4 and C1.⁵⁹ By convention, the carotid bifurcation is defined as “high” if it occurs cranial of C3/C4, above the hyoid bone/thyroid cartilage^{58,60} or above the Blaisdell line (a line traced between the tip of the mastoid process and the angle of the mandible)²⁷ and “low” if it occurs below these anatomic references.^{58,60}

After the CCA bifurcation, the ICA follows an ascending path within the carotid sheath, posteromedial of the internal jugular vein and the vagus nerve, to the carotid canal in the temporal bone.^{61,62} There are variations in the course the vessel takes along this path, which can be classified into four categories: straight (type 1), curved (type 2), kinking (type 3), or loop (type 4).⁶⁰

For the purposes of surgical planning, it is relevant to divide the cervical portion of the ICA into proximal and distal segments. Several different anatomic landmarks have been described as references for this division, including the level at which the hypoglossal nerve crosses the ICA, the Blaisdell line, and the DMPB.^{3,5,9} The proximal segment extends from the CCA bifurcation to one of these landmarks and the distal segment comprises the portion of the ICA from these structures to the base of the skull.^{61,62} Anatomic structures related to approaches to the ICA are listed in Table 1.

Preoperative assessment

In traumatism cases, decisions of relevance to approaches to the ICA must take hemodynamic stability and concomitant injuries into consideration.³² In patients who need immediate interventions, the surgeon can anticipate a need to enlarge exposure on the basis of certain criteria, such as gunshot wounds and/or

injuries between the angle of the mandible and the base of the skull (cervical zone III). In contrast, in stable patients with no signs of ischemia, assessment with angiotomography is relevant and helpful for planning surgery.^{31,32}

Considerations relating to airways and patient positioning

After establishment of the airway (AW), the patient is placed in a supine position, arms along the body, and with hyperextension and contralateral rotation of the neck, facilitating more distal dissection of the ICA.^{21,34,63} However, excessive movements can cause compression of the vertebral arteries or the contralateral carotid,⁶⁴ in addition to making SCM muscle retraction difficult because of increased muscle tension and restricting the mobility of the CCA and the carotid bifurcation.⁶⁵

Surgical AW and nasotracheal intubation (NTI) increase the number of possible techniques for exposure of the DCSICA or an HCB, making temporary mandibular subluxation (TMS) a viable option. If oral endotracheal intubation (OEI) is needed, TMS is only possible if the patient is edentulous or has lost several teeth. An alternative option is submental conversion of the oral endotracheal tube (OET) (Figure 2); but this maneuver increases total operating time by about 15 minutes.

It should be noted that simply maintaining the oral cavity closed after NTI does not increase the exposure afforded by the ICA access.⁶⁶ However, combining NTI with superior traction of the maxilomandibular complex (the chin-up position), using adhesive tape or other devices, is one strategy that has been described to increase exposure of the ICA,^{67,68} although it is unnecessary if TMS is performed.

Table 1. Principal structures found in the topography of access to the internal carotid artery.^{61,62}

Structure	Anatomic landmarks	Repercussions of injury
Nerve V ₃ (trigeminal/mandibular ramus)	Emerges from the skull through the foramen ovale. Its downward path accompanies the inferior alveolar artery, medial to the mandibular ramus. It continues deep to the lateral pterygoid muscle and then between the sphenomandibular ligament and the ramus of the mandible to the mandibular foramen.	Paresthesia of the teeth of the mandible, the region of the mentum, and the lower lip.
Nerve VII (facial)	Emerges from the base of the skull at the stylomastoid foramen. It runs at the same depth or slightly deeper than the superior margin of the digastric muscle posterior belly. It is accompanied by the stylomastoid artery. It has a relationship with the tympanomastoid fissure, which is from 7 to 15 mm lateral to the exit of the VII cranial nerve at the stylomastoid foramen.	Facial paralysis.
Nerve IX (glossopharyngeal)	It emerges from the skull at the jugular foramen. It runs medial of the styloid process and lateral of the stylopharyngeus muscle and the internal carotid artery. It continues caudally posterior to the stylopharyngeus muscle. Anteriorly, it is located between the pharyngeal constrictor muscles (superior and middle).	Loss of sensitivity in the posterior third of the tongue; reduced parotid gland secretion; Vernet syndrome; Collet Sicard syndrome.
Nerve X (vagus)	Emerges from the skull at the jugular foramen. The superior portion runs posterior and medial to the internal carotid artery. The inferior portion runs between the common carotid and internal jugular arteries. Internal branch of superior laryngeal nerve: descends to the thyrohyoid membrane, base of the tongue, epiglottic region, and mucous membrane of the larynx. External branch of superior laryngeal nerve: runs alongside the inferior pharyngeal constrictor to the cricothyroid muscle.	Paralysis of vocal cords and dysphagia (paralysis of soft palate levator muscle and pharyngeal constrictor muscles); Vernet syndrome; Collet Sicard syndrome.
Nerve XI (accessory)	Emerges from the skull at the jugular foramen. Runs between the insertion of the digastric muscle posterior belly into the mastoid process and the sternocleidomastoid muscle.	Scapular winging and shoulder droop (paralysis of the trapezius and sternocleidomastoid muscles); Vernet syndrome; Collet Sicard syndrome.
Nerve XII (hypoglossal)	Emerges from the skull at the hypoglossal foramen, running along the inferior margin of the digastric muscle posterior belly.	Unilateral paralysis and atrophy of the tongue.
Common carotid artery	Right: branch of the brachiocephalic trunk. Left: branch of the aortic arch. Runs superior and posterior to the sternoclavicular joint. Normally bifurcates at the height of the superior margin of the thyroid cartilage (C3/C4).	-
External carotid artery	Runs in an anterosuperior direction, posterior to the mandible and deep to the digastric muscle posterior belly and stylohyoid muscle.	-
Internal carotid artery	Runs cranially within the carotid sheath. Anterior of the transverse processes of the superior cervical vertebrae.	-
Internal jugular vein	Located posterior of the internal carotid artery and the glossopharyngeal, vagus, and accessory nerves until it enters the carotid sheath. Located internal of the sternocleidomastoid muscle.	-
External jugular vein	Formed in the interior of the parotid gland. Follows a descending path deep to the platysma muscle and superficial to the sternocleidomastoid.	-



Figure 2. Submental conversion of oral endotracheal intubation (OEI). **(A)** Patient on OEI; **(B)** Submental access; **(C)** Dissection of the floor of the mouth; **(D)** Submental conversion of OEI.

Accesses and maneuvers used to approach the ICA or an HCB

Access to the DCSICA or an HCB is the subject of debates in the literature regarding the best sequence of maneuvers to achieve progressively distal exposure of the ICA. These maneuvers are summarized in Tables S1 and S2 (available online as a supplementary file).

First stage (conventional access): retraction of the SCM muscle (for lesions up to the level of C2)

The first step to access the ICA/carotid bifurcation consists of making skin incisions of varying dimensions and extension, depending on the subsequent stages of exposure that are planned. The majority of authors describe a vertical incision starting at the mastoid process and running parallel to the SCM muscle,^{1,3,9-12,15,17,21,30,31,33,36,40,48,52,53} enabling exposure of the great auricular nerve, the mastoid process, and the retromandibular fossa.¹¹ Pre-auricular extensions are also described,^{4,9,37} offering the advantage of facilitating identification of the facial nerve. When mandibular

osteotomies (MDO) are planned, incisions can be extended along the submandibular and submental regions and the lower lip.^{12,14,30,34,37,39,43}

In addition to these structures, cutaneous branches of the cervical plexus, such as the great auricular nerve and the transverse cervical nerve, which run deep until the fascia of the SCM muscle, may also be injured during this access, causing paresthesia of the earlobe and the anterior aspect of the neck.⁵

Next, the majority of authors recommend dissection along the anterior (medial) margin of the SCM muscle for lateral retraction.^{3,5-17,21,23,25-28,32-38,40,44-50,52-57} The facial vein should be ligated and the hypoglossal loop can be sectioned, exposing the entire cervical portion of the CCA and a mean of 26.95 mm (varying from 15 to 45 mm)⁵ of the proximal segment of the ICA, equivalent to the level of the upper third of C2.^{8,30} However, dissections via posterior routes are also described, such as the retrojugular access³⁰ and via the retromandibular fossa.¹⁰

It should be noted that it is possible to enlarge exposure of the ICA with some variations of the conventional technique, such as section/deinsertion

of the SCM muscle at the level of the mastoid process,^{7,8,18} followed by retraction^{30,31,51} or use of a Thompson retractor,⁵⁴ that enables vascular control 1 cm from the base of the skull.

Second stage: approach to the DMPB (for additional exposure that does not pass the superior margin of the C2)

After retraction/section/deinsertion of the SCM muscle, it is recommended that the posterior aspect of the parotid gland should be dissected in the region of the stylomastoid, where the temporoparietal fascia is sectioned after identification and careful dissection of the VII cranial nerve. This retroparotid dissection does not yield additional exposure of the ICA, but does provide a surgical field for access to the DMPB, which is an important restriction to access to the distal ICA.⁵

After exposure of these structure, there are differences between the recommendations contained in published studies. While some authors recommend only retracting the DMPB, the majority recommend sectioning the DMPB (Tables S1 and S2, available online as a supplementary file, and Figure 3), yielding a mean increase of 12 to 14 mm additional distal exposure of the ICA (compared to the conventional access offered by retraction of the SCM muscle).^{5,6}

It should be mentioned that it is possible to avoid the DMPB by using the posterior cervical triangle proposed by Sasaki et al.³¹ This process is executed

via an incision along the posterior margin of the SCM muscle, followed by longitudinal division and retraction of the muscle to both sides, making it possible to expose the region corresponding to the C1 vertebral body.

During these stages, several neurovascular structures are observed within the surgical field, including the common facial vein; the XII cranial nerve, which runs along the inferior margin of the DMPB; the XI cranial nerve, which run between the insertion of the DMPB into the mastoid process and the SCM muscle, injury to which causes scapular winging and shoulder droop; and the occipital artery, which is normally ligated to increase exposure of the ICA and facilitate dislocation of the XII cranial nerve.⁵ An important anatomic landmark for the accessory nerve (XI pair) is its lateral point, located around 3 to 15 mm below and to the side of the anterior border of the transverse process of the atlas.⁷ Additionally, medial dissection of the ICA at this level can injure the superior laryngeal nerve, causing dysphagia and dysphonia.

Third stage: TMS or DSA (for lesions up to the level of the C2)

The next anatomic limitations to access to the ICA or HCB involve the posterior mandibular region and the styloid apparatus. From this point onwards, the literature does not offer consensus on the sequence of procedures for increasing distal exposure of the ICA or HCB. It should be mentioned that the experimental

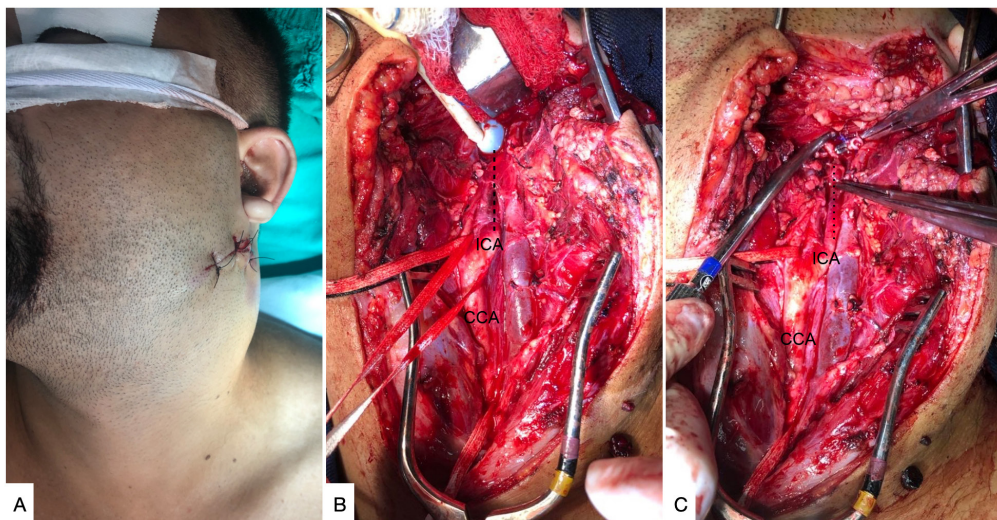


Figure 3. Surgical approach to a traumatic cold weapon injury in left cervical zone III. **(A)** Cervical hematoma, cutaneous plane already sutured; **(B)** Access by sternocleidomastoid muscle retraction and division of the digastric muscle posterior belly, revealing the common carotid artery (CCA) and proximal segment of the internal carotid artery (ICA). The distal segment of the ICA is not exposed (broken line). Foley catheter controlling bleeding at the base of the skull; **(C)** Exposure of the distal segment of the ICA (dotted line), distal ICA stump is clamped.

studies were conducted with cadavers, exclusively evaluating the degree of exposure achieved by each maneuver and ignoring relevant factors such as the type of AW provision, the time taken for decision-making, the hospital resources available, and the expertise of the surgeon.

Some experimental studies recommend performing DSA as the next stage,^{5,7,9,10} yielding additional exposure of 10 to 15 mm;^{5,9} performing TMS only if necessary and yielding additional exposure of approximately 8 mm.⁹ However, in another cadaveric study, Mock et al.⁶ described performing TMS before DSA, yielding approximately 20 mm of additional exposure of the ICA after division of the DMPB. If necessary, DSA should be performed afterwards, yielding a further 3 mm of exposure.

Analyzing aspects inherent to TMS and DSA critically, we conclude that if TMS is possible, it should be the chosen option because of the speed and relative technical simplicity, in addition to the lower morbidity (Tables 2 and 3). Moreover, if the surgeon has the necessary expertise, TMS does not require an oral and maxillofacial surgeon.

Temporary mandibular subluxation combined with retraction of the SCM and division of the DMPB provides access to lesions of the DCSICA (above the Blaisdell line)^{6,23,25-28} from 3 to 4 cm below the base of the skull^{23,28} and when combined with retraction of the styloid muscles, reaches a point 1 cm proximal

of the base of the skull.¹⁵ If it is still necessary to achieve additional ICA exposure after the TMS, we suggest performing DSA, thereby avoiding exposing the patient to the surgical risks inherent to this technique when the DCSICA and HCB can be adequately exposed by TMS.

TMS

This is the technique described by the majority of studies for elective procedures in patients with HCB or cases in which it is necessary to access the distal ICA for treatment of atherosclerotic disease, tumors, fibromuscular dysplasia, pseudoaneurysms, aneurysms, or arteriovenous fistulas, although there are also reports of its use in acute trauma cases (Table S2, available online as a supplementary file). Temporary mandibular subluxation is a safe, rapid (10-15 minutes), and relatively easy procedure,^{3,9} in which anterior subluxation of the condyle (10 to 15 mm) at the articular eminence results in anterior displacement of the mandibular ramus by 20 to 30 mm, increasing distal ICA exposure by transforming a triangular operating field into a rectangle.³ With the exception of the study by Mock et al.,⁶ in which TMS was performed bilaterally, all other studies (clinical and cadaveric) employed the unilateral technique, without restricting carotid exposure.

To enable TMS, it is necessary to employ NTI or OEI with submental conversion. Ideally, TMS should

Table 2. Aspects related to temporary mandibular subluxation.

Advantages	Disadvantages	Complications	Time
Low morbidity. Easy to perform. Expands the surgical field (from triangular to rectangular). Unaffected by variables such as sex, age, and length of neck.	Need for nasotracheal intubation or submental conversion of intubation. Anatomic distortion of the surgical field, with a theoretical increase in risk of hypoglossal nerve injury. Enlargement of the surgical field is limited in patients with a very steep articular eminence and a deep articular fossa.	Risk of pathological luxation of the mandible; temporomandibular dysfunction.	10-15 min

Table 3. Aspects inherent to division of the styloid apparatus.

Advantages	Disadvantages	Complications	Time
Permits exposure of the portion of the internal carotid artery covered by the styloid apparatus. The decision to perform this maneuver can be made intra-operatively. Can be combined with temporary mandibular subluxation to increase exposure.	Potential risk of injury to IX cranial nerve and the pharyngeal branches of the vagus nerve.	Dysphagia	-

be performed soon after the AW is established (when the need for TMS can be predicted), although it can be performed after the initial surgical accesses described above. On this point, it is worth mentioning that TMS causes a slight anatomical distortion, displacing the DMPB and hypoglossal nerve forwards and upwards, in addition to provoking medial rotation of the carotid bifurcation. Dissection must therefore be conducted more cautiously to avoid injury to the hypoglossal nerve.⁹

A range of different techniques can be used to achieve TMS, including interdental steel wiring (1.0 mm) around the canine and/or premolar teeth (Figures 4 and 5); placement of Erich bars, Steinmann pins, or titanium miniscrews (2.0 x 10 mm), which are inserted directly into the mandible and maxilla through the oral mucosa in the vicinity of the premolars and contralateral canines and used to anchor steel wires (Figure 6); or even circummandibular wiring, in which a perforating instrument such as a Reverdin needle is inserted through the skin to loop steel wires around the mandibular body, adjacent to the periosteum and through the oral mucosa.^{3,17,21} However, with the adoption of titanium miniscrews, the last of these techniques now has fewer applications because it is more complex to perform.

The least complicated of the many different techniques is interdental steel wiring, in which the

steel wires are twisted together, resulting in unilateral subluxation of the mandible (Figures 4 and 5). During these manipulations, care should be taken to avoid provoking iatrogenic displacement of the condyle to the infratemporal fossa. The correct position after subluxation of the condyle can be easily confirmed by inspection and palpation of the lateral aspect of the condyle immediately below the articular eminence.³

With regard to complications, from clinical studies published on SMT (investigating 217 patients), 12 reported absence of symptomatic temporomandibular dysfunction during the postoperative period;^{3,15,16,19,20,22-28} one did not report information on complications;¹⁸ and just two studies^{17,21} described patients with painful symptoms involving the temporomandibular joint (TMJ) during the postoperative period, all cases of which exhibited complete clinical resolution in a few weeks with analgesia alone. Tables S2 (available online as a supplementary file) and 4 list these studies and practical aspects related to TMS.

With the objective of protecting the TMJ from undesired luxation, Yoshino et al.²⁵ described a technique for unilateral TMS employing a resin splint rapidly inserted and fixed preoperatively to guide the patient to the subluxation position. Although this technique is less invasive, it could be of limited application since it requires a specialist and advance planning, making it unlikely to be useful in emergencies.



Figure 4. Technique for mandibular subluxation with steel wires. **(A)** Positioning steel wire in mandibular interdental spaces; **(B)** Positioning steel wire in maxillary interdental spaces; **(C)** Twisting steel wires individually; **(D)** Twisting crossed steel wires to achieve mandibular subluxation; **(E)** Luxated mandibular condyle in lateral view; **(F)** Luxated mandibular condyle in axial view.

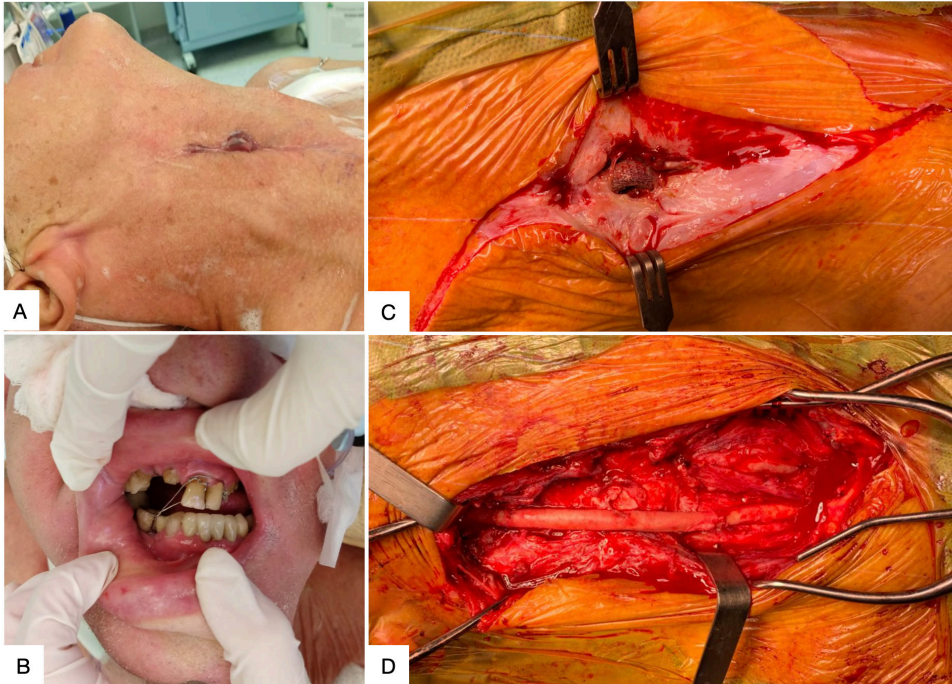


Figure 5. Application of TMS to obtain access to a contaminated stent in the internal carotid artery. **(A)** Infection fistularizing at the level of the surgical scar; **(B)** Mandibular subluxation with interdental wires; **(C)** Access via sternocleidomastoid muscle retraction and division of the digastric muscle posterior belly; **(D)** Internal carotid artery reconstructed with an autologous graft (femoral artery).

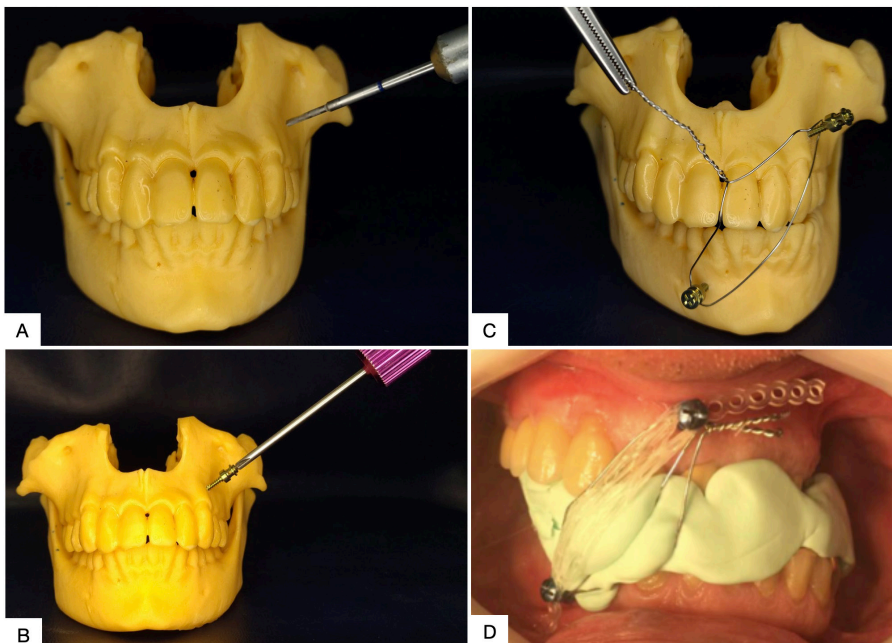


Figure 6. Technique for temporary mandibular subluxation (TMS) employing titanium screws. **(A)** Perforation of bone with a 1.6 mm burr; **(B)** Installation of the screws; **(C)** TMS with twisted crossed steel wires; **(D)** Application of TMS to obtain access to carotid atherosclerotic disease, employing intermaxillary molding material for additional stabilization.

DSA

After section or retraction of the DMPB, a further anatomic limitation is imposed by the styloid apparatus, which is made up of the styloid process, the stylohyoid, stylopharyngeus and styloglossus muscles, and the stylohyoid and stylomandibular ligaments.⁵ This region can be accessed via the infratemporal fossa or the retromandibular fossa.^{5,10} The literature recommends either that the muscles be sectioned and the styloid process resected (Figure 7) or that a styloidectomy be performed, preserving the muscle insertion points (Table S2, available online as a supplementary file).

The critical aspects of this access include the risk of neurological lesions, especially to the IX cranial nerve, which can be found medial of the styloid process and lateral of the stylopharyngeus muscle, running medially to innervate the muscles of the pharynx.^{5,61,62} In order to minimize this risk, Beretta et al.⁵ propose careful dissection of the ICA more posterior to the stylopharyngeus muscle. Additionally, the styloid process should be sectioned in the direction of the temporal bone to avoid injuries to the VII cranial nerve. Practical aspects related to DSA are shown in Table 3.

Fourth stage: MDO (for injuries above C1)

Mandibular osteotomies constitute another option for overcoming the mechanical limitations imposed by the mandibular angle and ramus. They can be performed in isolation or with rotation or temporary removal of a portion of the mandible, increasing surgical exposure. The additional exposure varies from 10 to 26 mm.^{5,6} Since MDO increase the operating time (by around 30 minutes),⁴⁰ they are normally employed in elective surgery, such as extensive tumor resection, although there are reports of their use in trauma cases.^{35,36}

The literature describes several different MDO techniques, the most widely used of which are horizontal or vertical ramus osteotomy, subcondylar osteotomy, and osteotomies of the mandibular body, symphysis, or parasymphysis (Figure 8), or combinations of these (Tables S1 and S2, available online as a supplementary file). Irrespective of the technique employed, NTI/OEI with submental (SM) conversion/surgical AW is necessary.

Before conducting an MDO, it is recommended that titanium miniplates should be premolded and fixed and then removed afterwards. The MDO is performed and the distal segment is retracted laterally and rotated superiorly and anteriorly. During synthesis, the bone segments are fixed in their original positions. Practical aspects related to MDO are shown in Table 4.

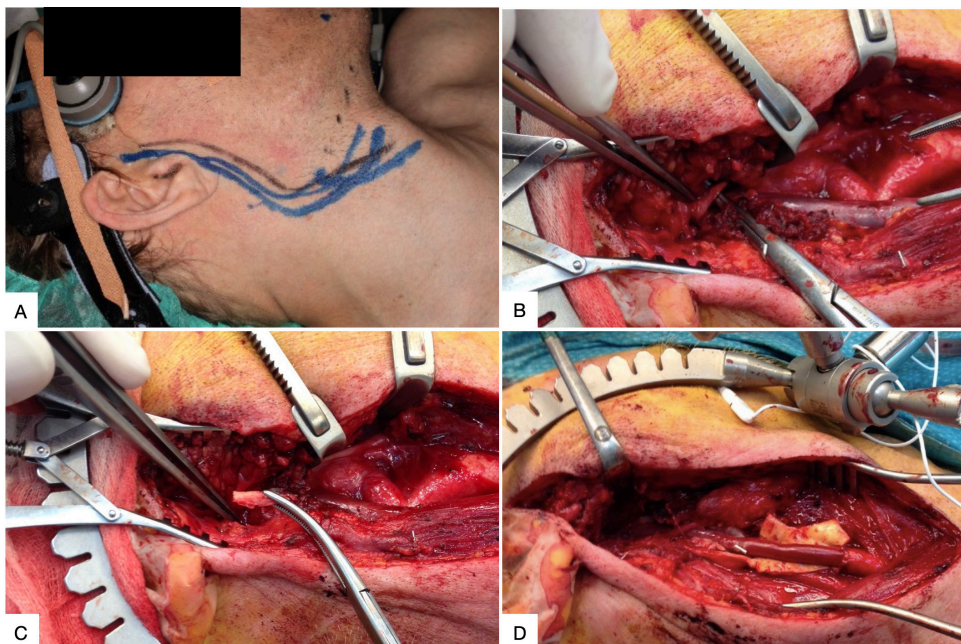


Figure 7. Application of sternocleidomastoid muscle retraction (SCMR), division of the digastric muscle posterior belly (DDMPB), and division of the styloid apparatus (DSA) to obtain access to a pseudoaneurysm after dissection of the internal carotid artery secondary to fibromuscular dysplasia. **(A)** Planning the cervical incision with pre-auricular extension; **(B)** Surgical access with SCMR + DDMPB and exposure of the styloid process; **(C)** Resection of the styloid process; **(D)** Reconstruction of the internal carotid artery with a venous graft.

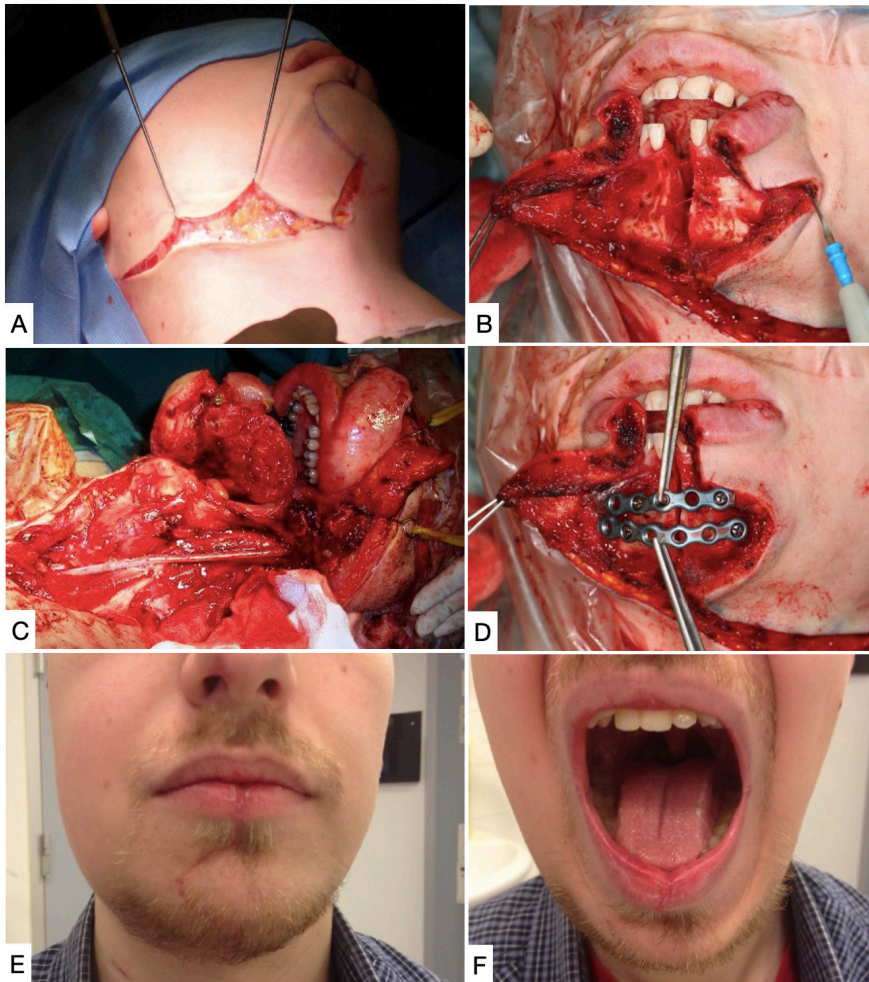


Figure 8. Application of the mandibular osteotomy technique for exeresis of carotid body tumor. **(A)** Cervical incision with mental extension; **(B)** Osteotomy of the mandibular symphysis; **(C)** Carotid reconstruction with a venous graft; **(D)** Fixation of the osteotomy with 2.0 mm titanium miniplates; **(E)** and **(F)** Patient in second postoperative month.

Table 4. Most used mandibular osteotomy variants for access to the distal segment of the internal carotid artery or a high carotid bifurcation.

Osteotomy	Advantages	Disadvantages	Complications	Time
Ramus	Access can be obtained via the same incision made to expose the carotid. Exposure and sectioning are planned to avoid injuries to the facial and mandibular nerves.	Increased operating time.	Postoperative infection and malocclusion.	-
Subcondylar	Preserves the inferior and lingual alveolar nerves. Avoids toothed areas of the mandible.	Increased operating time.	Postoperative infection and malocclusion.	-
Anterolateral	Larger access.	Increased operating time.	Postoperative infection and malocclusion; more visible scarring of chin and lip; prior extraction of the tooth related to the osteotomy line; high risk of damage to inferior alveolar nerve.	-

Proposed protocol for approach to ICA or HCB lesions

Having reviewed the principal maneuvers described for approach to lesions of the DCSICA or an HCB, illustrated in Figure 9, it can be concluded that there is a lack of clarity with regard to the best sequence for obtaining exposure in each case. There are several factors that can help the surgeon to select the sequence of techniques, including professional expertise, especially in the case of TMS and MDO techniques, which require more specific knowledge, time available for decision-making, and hospital resources. These factors primarily affect MDO techniques, which increase the operating time considerably and require titanium miniplates and screws, in addition to the surgeon's own subjectivity when weighing up the advantages and disadvantages of each technique. Thus, to facilitate professionals' decision-making, we propose the following protocol (Figure 10).

Initially, the level of the lesion should be determined objectively using angiotomography in stable patients or presumptively by application of anatomic criteria in unstable patients. Once determined, the following sequence is suggested:

1. High lesions (for which the need for expanded access has been identified preoperatively):

AW is recommended via NTI or OEI + SM conversion or surgical AW.

- 1.1. Lesions at the level of C2: obtain access at the SCM + retraction or division of the DDMPB (R/DDMPB) and if there is a need for additional exposure, proceed with TMS (preferable) or DSA;
- 1.2. Lesions at the level of C1: perform TMS + access to the SCM + R/DDMPB and, if there is a need for additional exposure, proceed with DSA, followed by MDO if necessary;
- 1.3. Lesions above C1: perform TMS + access to the SCM + R/DDMPB + DSA and, if there is a need for additional exposure, perform MDO. If TMS is not an option, obtain access at the SCM + R/DDMPB + DSA + MDO.
2. Lesions for which the need for expanded access is identified intraoperatively: analyze the AW.
 - 2.1. OEI: obtain access at the SCM + R/DDMPB and, if there is a need for additional exposure, assess the a possibility of SM conversion of OEI or whether there is sufficient interdental

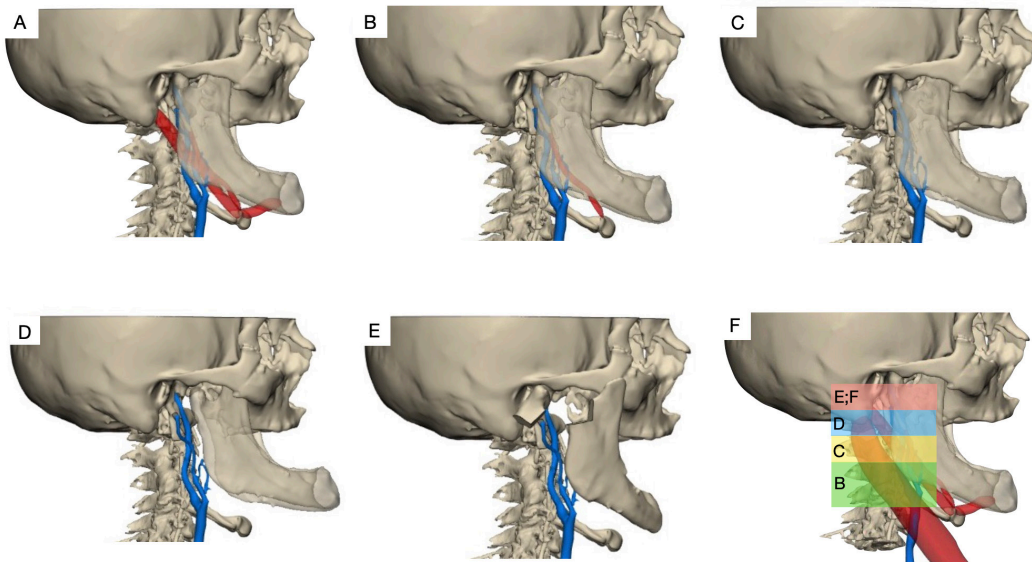


Figure 9. Images illustrating techniques for access to the distal segment of the internal carotid artery (ICA); planned using computed tomography images processed with Mimics® 24.0 software (Materialise, Leuven, Belgium). **(A)** Access by retraction of the sternocleidomastoid muscle (SCMR); **(B)** Access by SCMR and division of the digastric muscle posterior belly (DDMPB); **(C)** Access by SCMR + DDMPB and division of the styloid apparatus (DSA); **(D)** Access by SCMR + DDMPB + DSA and temporary mandibular subluxation (TMS); **(E)** Access by SCMR + DDMPB + DSA and mandibular osteotomy; **(F)** Illustration of levels of exposure of the ICA according to the technique employed.

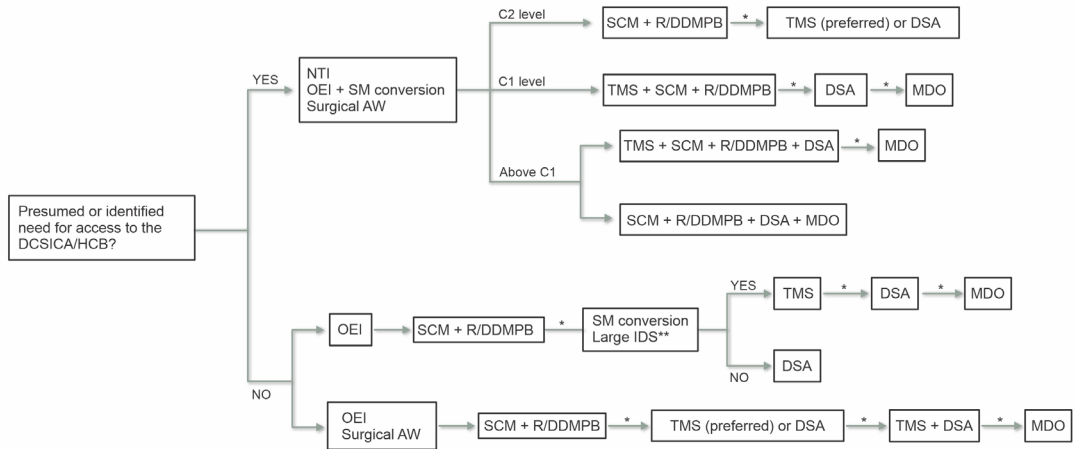


Figure 10. Proposed algorithm for obtaining access to lesions of the distal segment of the internal carotid artery (DCSICA) and high carotid bifurcation (HCB). DSA: division of the styloid apparatus; SCM: sternocleidomastoid; IDS: interdermal spaces; NTI: nasotracheal intubation; OEI: oral endotracheal intubation; MDO: mandibular osteotomies; R/DDMPB: retraction or division of the digastric muscle posterior belly; SM: submental; TMS: temporary mandibular subluxation; AW: airway. * Need for additional exposure of the ICA identified. ** If there is sufficient space to accommodate the oral endotracheal tube.

space to accommodate the OET. If there is, proceed with TMS, followed by DSA, or a combination of these maneuvers and MDO. If not, the only maneuver feasible is DSA;

2.2. NTI or surgical AW: obtain access at the SCM + R/DDMPB and, if there is a need for additional exposure, proceed with TMS (preferable) or DSA, followed by a combination of these maneuvers and MDO.

It is worth noting that in some situations, after sufficient surgical exposure of the lesion has been obtained, ICA reflux can be controlled by inflation of balloons and catheters or with shunts which, in addition to providing hemostasis, also maintain continuous flow through the ICA.

■ **CONCLUSIONS**

Surgical access to the distal region of the ICA or an HCB is challenging, especially in scenarios in which anatomy is distorted (hematoma, bleeding, aneurysm, tumors), increasing the difficulty and potential morbidity of the maneuvers needed. Among all of the maneuvers described, it appears reasonable that the first two steps should be to obtain access at the SCM muscle, followed by section/retraction of the DMPB. Temporary mandibular subluxation is an additional option and is preferable to DSA because of its lesser potential for morbidity. Even larger exposures can be obtained using MDO.

■ **ACKNOWLEDGMENTS**

The authors of this article thank Drs. Pirkka Vikatmaa, Ronald Fidelis, Arno Von Ristow, José Manoel Silvestre, and Walter Joaquim Ferreira Von Sohsten for providing clinical cases that illustrated this work.

■ **REFERENCES**

1. Reva VA, Pronchenko AA, Samokhvalov IM. Operative management of penetrating carotid artery injuries. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011;42(1):16-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2011.01.025>. PMID:21388840.
2. Lee TS, Ducic Y, Gordin E, Stroman D. Management of carotid artery trauma. *Craniofac Trauma Reconstr.* 2014;7(3):175-89. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1372521>. PMID:25136406.
3. Fisher DF Jr, Clagett GP, Parker JJ, et al. Mandibular subluxation for high carotid exposure. *J Vasc Surg.* 1984;1(6):727-33. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(84\)90002-8](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(84)90002-8). PMID:6492304.
4. Awasthi D, Smith R. Distal cervical internal carotid artery stenosis. *Skull Base Surg.* 1994;4(2):110-5. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2008-1058980>. PMID:17170937.
5. Beretta F, Hemida SA, Andaluz N, Zuccarello M, Keller JT. Exposure of the cervical internal carotid artery: surgical steps to the cranial base and morphometric study. *Neurosurgery.* 2006;59(1, Suppl 1):ONS25-34, discussion ONS25-34. PMID:16888548.
6. Mock CN, Lilly MP, McRae RG, Carney WI Jr. Selection of the approach to the distal internal carotid artery from the second cervical vertebra to the base of the skull. *J Vasc Surg.* 1991;13(6):846-53. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(91\)90050-5](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(91)90050-5). PMID:2038106.
7. Kiya N, Sawamura Y, Dureza C, Fukushima T. Minimally invasive surgical exposure of the extreme high cervical internal carotid artery: anatomical study. *J Clin Neurosci.* 2000;7(5):438-44. <http://dx.doi.org/10.1054/jocn.1999.0241>. PMID:10942667.

8. Devlin M, Hoffmann K, Johnson, W. Comparison of mandibular surgical techniques for accessing cranial base vascular lesions. *Skull Base*. 2003;13(2):65-72. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2003-40595>.
9. Fortes FSG, da Silva ES, Sennes LU. Mandibular subluxation for distal cervical exposure of the internal carotid artery. *Laryngoscope*. 2007;117(5):890-3. <http://dx.doi.org/10.1097/MLG.0b013e318038161c>. PMID:17473690.
10. Izci Y, Moftakhar R, Pyle M, Başkaya MK. Retromandibular fossa approach to the high cervical internal carotid artery: an anatomic study. *Neurosurgery*. 2008;62(5, Suppl 2):ONS363-9, discussion 369-70. <http://dx.doi.org/10.1227/01.neu.0000326020.07187.6b>. PMID:18596516.
11. Batzdorf U, Gregorius FK. Surgical exposure of the high cervical carotid artery: experimental study and review. *Neurosurgery*. 1983;13(6):657-61. <http://dx.doi.org/10.1227/00006123-198312000-00007>. PMID:6657019.
12. Tanjararak K, Upadhyay S, Thiensri T, et al. Potential surgical exposure of the parapharyngeal internal carotid artery by endonasal, transoral, and transcervical approaches. *J Neuro Surg B Skull Base*. 2018;79(3):241-9. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0037-1607289>. PMID:29765821.
13. Denli Yalvac ES, Baran O, Aydin AE, Balak N, Tanriover N. Surgical pitfalls in carotid endarterectomy: a new step-by-step approach. *J Craniofac Surg*. 2018;29(8):2337-43. <http://dx.doi.org/10.1097/SCS.0000000000004749>. PMID:30052612.
14. Ammirati M, Ma J, Cheatham ML, Mei ZT, Bloch J, Becker DP. The mandibular swing-transcervical approach to the skull base: anatomical study. Technical note. *J Neurosurg*. 1993;78(4):673-81. <http://dx.doi.org/10.3171/jns.1993.78.4.0673>. PMID:8450345.
15. Goldsmith MM 3rd, Postma DS, Jones FD. The surgical exposure of penetrating injuries to the carotid artery at the skull base. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1986;95(3 Pt 1):278-84. <http://dx.doi.org/10.1177/01945998860953P103>. PMID:3108774.
16. Cantore GP, Delfini R, Mariottini A, Santoro A, Cascone P. Anterior displacement of the mandible for better exposure of the distal segment of the extracranial carotid artery. *Acta Neurochir (Wien)*. 1987;86(1-2):56-60. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01419505>. PMID:3618307.
17. Dossa C, Shepard AD, Wolford DG, Reddy DJ, Ernst CB. Distal internal carotid exposure: a simplified technique for temporary mandibular subluxation. *J Vasc Surg*. 1990;12(3):319-25. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(90\)90155-4](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(90)90155-4). PMID:2398590.
18. Moreau P, Albat B, Thévenet A. Surgical treatment of extracranial internal carotid artery aneurysms. *Ann Vasc Surg*. 1994;8(5):409-16. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02133059>. PMID:7811577.
19. Frim DM, Padwa B, Buckley D, Crowell RM, Ogilvy CS. Mandibular subluxation as an adjunct to exposure of the distal internal carotid artery in endarterectomy surgery. Technical note. *J Neurosurg*. 1995;83(5):926-8. <http://dx.doi.org/10.3171/jns.1995.83.5.0926>. PMID:7472568.
20. Cartier R, Cartier P, Hudan G, Rousseau M. Combined endarterectomy of the internal carotid artery and persistent hypoglossal artery: an unusual case of carotid revascularization. *Can J Surg*. 1996;39(2):159-62. PMID:8769929.
21. Simonian GT, Pappas PJ, Padberg FT Jr, et al. Mandibular subluxation for distal internal carotid exposure: technical considerations. *J Vasc Surg*. 1999;30(6):1116-20. [http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214\(99\)70052-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214(99)70052-2). PMID:10587398.
22. McCabe JC, St-Hilaire H, Samouhi P, Eisen L. Mandibular subluxation and stabilization for access in distal carotid endarterectomy. *J Oral Maxillofac Surg*. 2003;61(3):406-8. <http://dx.doi.org/10.1053/joms.2003.50068>. PMID:12618986.
23. Puggioni A, Delis KT, Fields CE, Viozzi CF, Kallmes DF, Gloviczki P. Large symptomatic carotid body tumor resection aided by preoperative embolization and mandibular subluxation. *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther*. 2005;17(1):21-8. <http://dx.doi.org/10.1177/153100350501700106>. PMID:15952693.
24. Jaspers GW, Witjes MJ, Van den Dungen JJ, Reintsema H, Zeebregts CJ. Mandibular subluxation for distal internal carotid artery exposure in edentulous patients. *J Vasc Surg*. 2009;50(6):1519-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2009.07.068>. PMID:19782520.
25. Yoshino M, Fukumoto H, Mizutani T, Yuyama R, Hara T. Mandibular subluxation stabilized by mouthpiece for distal internal carotid artery exposure in carotid endarterectomy. *J Vasc Surg*. 2010;52(5):1401-4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2010.04.058>. PMID:20655685.
26. Capoccia L, Montelione N, Menna D, et al. Mandibular subluxation as an adjunct in very distal carotid arterial reconstruction: Incidence of peripheral and cerebral neurologic sequelae in a single-center experience. *Ann Vasc Surg*. 2014;28(2):358-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2013.01.024>. PMID:24090828.
27. Dos Santos RB, Queiroz AB, Fidelis RJR, Lopes CF, de Araújo JS. Subluxação da mandíbula para abordagem de bifurcação carotídea alta em paciente com parotidite por contraste iodado: relato de caso e revisão de literatura. *J Vasc Bras*. 2017;16(4):329-34. <http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.001117>. PMID:29930669.
28. Iflé IG, van Lammeren GW, van Prooijen WE, de Smet AAEA. Open repair of two ipsilateral extracranial internal carotid artery aneurysms. *EJVES Vasc Forum*. 2020;48:8-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvsf.2020.06.001>.
29. Rhee RY, Gloviczki P, Cherry KJ Jr, Edwards WD. Two unusual variants of internal carotid artery aneurysms due to fibromuscular dysplasia. *Ann Vasc Surg*. 1996;10(5):481-5. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02000597>. PMID:8905069.
30. Shaha A, Phillips T, Scalea T, et al. Exposure of the internal carotid artery near the skull base: the posterolateral anatomic approach. *J Vasc Surg*. 1988;8(5):618-22. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(88\)90314-X](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(88)90314-X). PMID:3184316.
31. Sasaki T, Nakamura Y, Yomo S, et al. The posterior cervical triangle approach for high carotid artery exposure in carotid endarterectomy. *J Neurosurg*. 2012;116(3):680-4. <http://dx.doi.org/10.3171/2011.11.JNS11563>. PMID:22196095.
32. Hans SS, Shah S, Hans B. Carotid endarterectomy for high plaques. *Am J Surg*. 1989;157(4):431-4, discussion 434-5. [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9610\(89\)90593-X](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9610(89)90593-X). PMID:2929868.
33. Malikov S, Thomassin JM, Magnan PE, Keshelava G, Bartoli M, Branchereau A. Open surgical reconstruction of the internal carotid artery aneurysm at the base of the skull. *J Vasc Surg*. 2010;51(2):323-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2009.08.084>. PMID:20141956.
34. Smith GI, Brennan PA, Webb AA, Ilankovan V. Vertical ramus osteotomy combined with a parasymphyseal mandibulotomy for improved access to the parapharyngeal space. *Head Neck*. 2003;25(12):1000-3. <http://dx.doi.org/10.1002/hed.10321>. PMID:14648858.
35. Dichtel WJ, Washington, Miller RH, Feliciano D, Woodson G, Hurt J. Lateral mandibulotomy: a technique of exposure for penetrating injuries of the internal carotid artery at the base of the skull. *Laryngoscope*. 1984;94(9):1140-4. <http://dx.doi.org/10.1288/00005537-198409000-00002>. PMID:6472009.
36. Larsen PE, Smead WL. Vertical ramus osteotomy for improved exposure of the distal internal carotid artery: A new technique. *J Vasc Surg*. 1992;15(1):226-31. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(92\)70033-H](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(92)70033-H). PMID:1728681.

37. Ktenidis K, Lioupis A, Megalopoulos A, Antoniadis K, Kiskinis D. New exposure technique for management of giant internal carotid artery aneurysm. *J Vasc Surg.* 2011;54(2):522-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2010.12.060>. PMID:21377825.
38. Balagura S, Carter JB, Gossett DL. Surgical approach to the high subcranial internal carotid artery. *Neurosurgery.* 1985;16(3):402-5. <http://dx.doi.org/10.1227/00006123-198503000-00022>. PMID:3982623.
39. Buckley M, Carlson E, Heidel E, et al. Double mandibular osteotomy for access to high-carotid pathology. *Ann Vasc Surg.* 2021;70:202-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2020.08.093>. PMID:32866578.
40. Kumins NH, Tober JC, Larsen PE, Smead WL. Vertical ramus osteotomy allows exposure of the distal internal carotid artery to the base of the skull. *Ann Vasc Surg.* 2001;15(1):25-31. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02693796>. PMID:11221940.
41. Nelson SR, Schow SR, Stein SM, Read LA, Talkington CM. Enhanced surgical exposure for the high extracranial internal carotid artery. *Ann Vasc Surg.* 1992;6(5):467-72. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02007006>. PMID:1467190.
42. Schlieve T, Carlson ER, Freeman M, Buckley R, Arnold J. The double mandibular osteotomy for vascular and tumor surgery of the parapharyngeal space. *J Oral Maxillofac Surg.* 2017;75(5):1046-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2016.11.003>. PMID:27923112.
43. Vikatmaa P, Mäkitie AA, Railo M, Törnwall J, Albäck A, Lepäntalo M. Midline mandibulotomy and interposition grafting for lesions involving the internal carotid artery below the skull base. *J Vasc Surg.* 2009;49(1):86-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2008.08.047>. PMID:18951752.
44. Hafner L, Almeida JA, Moreno JB, et al. Aneurisma da artéria carótida interna. *J Vasc Bras.* 2013;12(1):40-4. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-54492013000100008>.
45. Valentini V, Fabiani F, Nicolai G, et al. Surgical approach to the third area of the internal carotid artery through vertical osteotomy of the mandibular ramus: case report. *J Craniofac Surg.* 2002;13(6):816-20. <http://dx.doi.org/10.1097/00001665-200211000-00019>. PMID:12457099.
46. Davis L, Zeitouni A, Makhoul N, Steinmetz OK. Surgical Exposure to Control the Distal Internal Carotid Artery at the Base of the Skull during Carotid Aneurysm Repair. *Ann Vasc Surg.* 2016;34:268.e5-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2015.11.016>. PMID:26902936.
47. Kawanishi M, Nagasawa S, Sugie A, et al. Surgical treatment of distal cervical internal carotid artery aneurysm. *Neurol Res.* 1998;20(5):449-51. <http://dx.doi.org/10.1080/01616412.1998.11740547>. PMID:9664594.
48. Farhat-Sabet A, Aicher BO, Tolaymat B, et al. An Alternative Approach to Carotid Endarterectomy in the High Carotid Bifurcation. *Ann Vasc Surg.* 2020;65:240-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2019.10.100>. PMID:31726200.
49. Ben Jmaà H, Lagha A, Diope A, et al. Surgical management of internal carotid artery aneurysm near the skull base. *J Med Vasc.* 2018;43(4):262-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmdmv.2018.04.003>. PMID:29981735.
50. Bakoyiannis CN, Georgopoulos SE, Tsekouras NS, et al. Surgical management of extracranial internal carotid aneurysms by cervical approach. *ANZ J Surg.* 2006;76(7):612-7. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1445-2197.2006.03787.x>. PMID:16813628.
51. Pennell C, Westfall S. Multidisciplinary approach to the management of an extracranial internal carotid artery aneurysm approaching the base of the skull in a young patient. *Ann Vasc Surg.* 2011;25(5):699.e5-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2010.12.032>. PMID:21514103.
52. Sundt TM Jr, Pearson BW, Piepgras DG, Houser OW, Mokri B. Surgical management of aneurysms of the distal extracranial internal carotid artery. *J Neurosurg.* 1986;64(2):169-82. <http://dx.doi.org/10.3171/jns.1986.64.2.0169>. PMID:3944626.
53. Sandmann W, Hennerici M, Aulich A, Kniemeyer H, Kremer KW. Progress in carotid artery surgery at the base of the skull. *J Vasc Surg.* 1984;1(6):734-43. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(84\)90003-X](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(84)90003-X). PMID:6548533.
54. Mendez-Sosa MA, Contreras-Jimenez E, Anaya-Ayala JE, et al. Surgical management of a Type II extracranial internal carotid aneurysm near to the skull base. *Vasc Specialist Int.* 2021;37:27. <http://dx.doi.org/10.5758/vsi.210030>. PMID:34349047.
55. Vang S, Hans SS. Carotid endarterectomy in patients with high plaque. *Surgery.* 2019;166(4):601-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.surg.2019.06.017>. PMID:31405580.
56. Kondo T, Ota N, Göhre F, et al. High cervical carotid endarterectomy-outcome analysis. *World Neurosurg.* 2020;136:e108-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2019.12.002>. PMID:31830599.
57. Coll DP, Ilerardi R, Mermer RW, Matsumoto T, Kerstein MD. Exposure of the distal internal carotid artery: a simplified approach. *J Am Coll Surg.* 1998;186(1):92-5. [http://dx.doi.org/10.1016/S1072-7515\(97\)00132-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1072-7515(97)00132-4). PMID:9449603.
58. Michalinos A, Chatzimarkos M, Arkadopoulos N, Safioleas M, Troupis T. Anatomical considerations on surgical anatomy of the carotid bifurcation. *Anat Res Int.* 2016;2016:6907472. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/6907472>. PMID:27047690.
59. Wongsuriyanan S, Sriamornrattanukul K. Preoperative Localization of the carotid bifurcation for cervical carotid exposure using the mastoid-hyoid line. *Asian J Neurosurg.* 2020;15(4):913-8. http://dx.doi.org/10.4103/ajns.AJNS_285_20. PMID:33708662.
60. Arumugam S, Subbiah NK. A cadaveric study on the course of the cervical segment of the internal carotid artery and its variations. *Cureus.* 2020;12(4):e7663.
61. Netter FH. Atlas de anatomia humana. Rio de Janeiro: Elsevier; 2019. p. 602.
62. Castelnovo P, Dallan I, Tschabitscher M. Surgical anatomy of the internal carotid artery: an atlas for skull base surgeons. Berlin and Heidelberg: Springer-Verlag; 2013. p. 1-57. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-29664-2>.
63. Uno M, Takai H, Yagi K, Matsubara S. Surgical technique for carotid endarterectomy: current methods and problems. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2020;60(9):419-28. <http://dx.doi.org/10.2176/nmc.ra.2020-0111>. PMID:32801277.
64. Minter RM, Doherty GM. Current procedures surgery. New York: McGraw-Hill Education; 2010. p. 1147-70.
65. Markovic JN, Shortell CK, Rowe VL. Eversion carotid endarterectomy periprocedural care: patient preparation, monitoring & follow-up [citado 2021 set 10]. *Medscape*; 2020. <https://emedicine.medscape.com/article/1895401-periprocedure>
66. Foreman PM, Harrigan MR, Griessenauer CJ, Loukas M, Tubbs RS. Access to the carotid artery bifurcation: cadaveric study with application to nasotracheal intubation as a technique to improve access to a high carotid artery bifurcation. *Br J Neurosurg.* 2015;29(6):865-7. <http://dx.doi.org/10.3109/02688697.2015.1071331>. PMID:26312946.
67. Weiss RM, Smith HP, Smith HP, Patterson KA, Weiss RM. Patient positioning and nasal intubation for carotid endarterectomy. *Neurosurgery.* 1986;19(2):256-7. <http://dx.doi.org/10.1227/00006123-198608000-00013>. PMID:3748355.
68. Takigawa T, Yanaka K, Yasuda M, Asakawa H, Matsumaru Y, Nose T. Head and neck extension-fixation with a head frame for exposure of the distal internal carotid artery in carotid endarterectomy-technical note. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2003;43(5):271-3, discussion 273. <http://dx.doi.org/10.2176/nmc.43.271>. PMID:12790290.

Correspondence

Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior
Rua Domingos Marreiros, 307/802
CEP 66055-210 - Belém (PA), Brasil
Tel.: +55 (91) 98127-9656
E-mail: adenauerjunior@gmail.com

Author information

NCN - Postdoctoral fellow in Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).
TTG - Board certified in Cirurgia do Aparelho Digestivo, Universidade Federal do Pará (UFPA).
CL - Dental surgeon, Universidade Federal do Pará (UFPA).
JI - Oral and maxillofacial surgeon, Universidade Federal do Pará (UFPA).
AMOGJ - Postdoctoral fellow in Ciência Cirúrgica Interdisciplinar, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); Full member and coordinator at Departamento Científico de Trauma, Sociedade Brasileira de Angiologia e de Cirurgia Vasculiar (SBACV).

Author contributions

Conception and design: AMOGJ, NCN
Analysis and interpretation: AMOGJ, NCN, TTG
Data collection: CL, JI, TTG
Writing the article: AMOGJ, NCN, TTG
Critical revision of the article: AMOGJ, NCN
Final approval of the article*: NCN, TTG, CL, JI, AMOGJ
Statistical analysis: AMOGJ
Overall responsibility: AMOGJ

*All authors have read and approved of the final version of the article submitted to J Vasc Bras. Supplementary Material

■ **SUPPLEMENTARY MATERIAL ACCOMPANIES THIS PAPER.**

Table S1. Experimental studies that describe protocols for surgical access to the DSICA or a HCB.

Table S2. Clinical studies that describe protocols for surgical access to the DSICA or an HCB.

This material is available as part of the online article from <https://www.scielo.br/j/vb>

Acesso cirúrgico ao segmento cervical distal da artéria carótida interna e à bifurcação carotídea alta – revisão integrativa da literatura e proposta de protocolo

Surgical access to the distal cervical segment of the internal carotid artery and to a high carotid bifurcation – integrative literature review and protocol proposal

Nicolau Conte Neto¹ , Thais Tapajós Gonçalves², Clarina Louis², Jonas Ikikame², Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior¹ 

Resumo

Diversas manobras já foram descritas para o acesso ao segmento distal cervical da artéria carótida interna ou à bifurcação carotídea alta; entretanto, há divergências na sistematização dessas técnicas. O objetivo deste estudo é revisar as técnicas descritas e propor um protocolo prático que auxilie na seleção da técnica mais adequada para cada caso. Para isso, foi realizada uma busca nas bases de dados PubMed Central, Biblioteca Virtual em Saúde e SciELO por artigos sobre o tema, em língua inglesa ou portuguesa, publicados entre os anos de 1980 e 2021. Entre as manobras descritas, parece razoável que as duas etapas iniciais sejam a abordagem ao músculo esternocleidomastóideo, seguida pela secção/retração do ventre posterior do músculo digástrico. Caso necessário, a subluxação mandibular temporária unilateral é um recurso adicional e preferível à divisão do aparato estiloide, devido ao menor potencial de morbidade. Exposições ainda mais amplas podem ser obtidas com as osteotomias mandibulares.

Palavras-chave: artéria carótida interna; doenças das artérias carótidas; osteotomia mandibular; articulação temporomandibular.

Abstract

Several different maneuvers have been described for obtaining access to the distal cervical segment of the internal carotid artery or to a high carotid bifurcation. However there are different approaches to systematization of these techniques. The objective of this study is to review the techniques described and propose a practical protocol to support selection of the most appropriate technique for each case. The review is based on the results of database searches on PubMed Central, the Virtual Health Library (BVSalud), and SciELO for articles on the subject published in English or Portuguese from 1980 to 2021. Among the different maneuvers described, it appears reasonable that the first two steps should be to obtain access at the sternocleidomastoid muscle, followed by section or retraction of the digastric muscle posterior belly. If needed, temporary unilateral mandibular subluxation is an additional resource that is preferable to division of the styloid apparatus process, because of its lesser potential for morbidity. Even wider exposure can be obtained using mandibular osteotomies.

Keywords: internal carotid artery; carotid artery diseases; mandibular osteotomy; temporomandibular joint.

Como citar: Conte Neto N, Gonçalves TT, Louis C, Ikikame J, Góes Junior AMO. Acesso cirúrgico ao segmento cervical distal da artéria carótida interna e à bifurcação carotídea alta – revisão integrativa da literatura e proposta. J Vasc Bras. 2022;21:e20210193. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.202101931>

¹ Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA, Belém, PA, Brasil.

² Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém, PA, Brasil.

Fonte de financiamento: Nenhuma.

Conflito de interesse: Os autores declararam não haver conflitos de interesse que precisam ser informados.

Submetido em: Novembro 07, 2021. Aceito em: Fevereiro 22, 2022.

O estudo foi realizado no Centro Universitário do Estado do Pará (CESUPA), Belém, PA, Brasil.



■ INTRODUÇÃO

Em virtude das limitações anatômicas de acesso e do risco aumentado de lesões vasculares e neurológicas, a exposição cirúrgica da bifurcação carotídea alta (BCA) ou do segmento distal da artéria carótida interna (SDACI) cervical é desafiadora. A dificuldade pode ser ainda maior após traumatismos, devido a hemorragia profusa e/ou hematoma pulsátil/expansivo, nos quais o acesso rápido é relevante para o prognóstico^{1,2}.

Intervenções no SDACI ou na BCA podem ser realizadas por via endovascular e/ou cirurgia aberta. Ocasionalmente, o procedimento não é realizado sobre o SDACI, mas a exposição dele é necessária. As indicações mais frequentes incluem aneurismas, neoplasias, estenose aterosclerótica e traumatismos na zona III do pescoço³. Independentemente da indicação, a manutenção da perviedade da artéria carótida interna (ACI) é sempre preferível, pois reduz o risco de défices neurológicos. No entanto, as limitações de acesso ao SDACI ou à BCA aumentam substancialmente o número de ligaduras da ACI^{1,2}.

Para reduzir as dificuldades e os riscos envolvidos, várias manobras para a exposição do SDACI ou da BCA foram descritas. As abordagens ântero-laterais são as mais frequentes, sendo representadas pela secção/retração do músculo esternocleidomastóideo (ECM) e do ventre posterior do músculo digástrico (VPD), pela divisão do aparato estilóide (DAE), pela subluxação mandibular e por osteotomias^{3,4}. Já as abordagens pósterio-laterais, como a mastoidectomia, são menos comuns e normalmente reservadas para quando há envolvimento da porção petrosa da ACI⁵.

Embora alguns estudos clínicos^{3,6} e experimentais⁶⁻¹⁴ tenham proposto a utilização de uma sequência progressiva dessas técnicas de acordo com a necessidade de exposição adicional do SDACI ou da BCA, há divergências na sequência desses procedimentos. Além disso, esses estudos não enfatizam aspectos práticos relevantes, como o tempo para a tomada de decisão, recursos hospitalares necessários e a *expertise* do cirurgião.

Infelizmente, nenhuma das manobras previamente descritas para exposição cirúrgica do SDACI ou da BCA é isenta de potenciais complicações, e a falta de conhecimento por parte dos profissionais que as executam aumenta a morbidade dos procedimentos. O objetivo deste estudo é revisar as técnicas previamente descritas, reunindo-as em um único artigo e propondo um protocolo prático que auxilie na escolha da técnica mais adequada para cada caso.

■ MÉTODOS

Realizou-se uma revisão integrativa da literatura a partir de estudos publicados nas bases de dados

PubMed Central, SciELO e Biblioteca Virtual em Saúde. Foram selecionados os seguintes descritores: *internal carotid artery, distal, cervical, extracranial, carotid bifurcation, high, open surgery, open approach, exposure, access, subluxation, luxation, osteotomy, mandibular, styloid and digastric*. Esses termos foram adaptados ao idioma da base de dados consultada e combinados entre si utilizando operadores booleanos para o refinamento da pesquisa.

A seleção dos estudos foi realizada de acordo com os seguintes critérios de inclusão: 1) estudos clínicos e experimentais que descrevessem a(s) técnica(s) utilizada(s) para exposição carotídea; 2) lesões localizadas no SDACI ou na BCA; 3) publicações no período de janeiro de 1980 a setembro de 2021; 4) trabalhos em língua inglesa ou portuguesa. Foram excluídas publicações que 1) utilizassem abordagem endovascular ou híbrida; 2) necessitassem de exposição da porção petrosa da ACI; 3) descrevessem abordagens exclusivamente pela via pósterio-lateral; ou 4) não estivessem disponíveis na íntegra.

Os artigos não selecionados para tabulação dos dados foram utilizados como referência para discussão. Além disso, foi estabelecido contato com especialistas nacionais e internacionais, solicitando o envio de imagens de casos reais, materiais previamente apresentados/publicados e a autorização para ilustração neste estudo.

■ RESULTADOS

A busca inicial utilizando os descritores selecionados gerou 3.162 artigos (Figura 1). Em seguida, foram retirados os artigos duplicados e, posteriormente, aplicados os critérios de inclusão e exclusão em todas as etapas analíticas. O primeiro momento consistiu na leitura dos títulos e resumos, resultando em 80 artigos; o segundo momento consistiu na leitura dos artigos que estavam disponíveis na íntegra, resultando na inclusão de 57 artigos neste estudo. Desses, nove eram experimentais⁷⁻¹⁴, 47 eram estudos clínicos (relato e série de casos)^{3,15-57} e um⁶ era estudo clínico e experimental. A amostra total incluiu 101 espécimes (artérias carótidas dissecadas em cadáver) e 480 pacientes (Tabelas S1 e S2, disponíveis como arquivo *on-line* suplementar), sendo as principais indicações de exposição do SDACI ou da BCA representadas por estenoses por aterosclerose e aneurismas (Tabela S2, disponível como arquivo *on-line* suplementar).

■ DISCUSSÃO

Anatomia cirúrgica e variações anatômicas

O segmento cervical da ACI inicia ao nível da bifurcação da artéria carótida comum (ACC) e

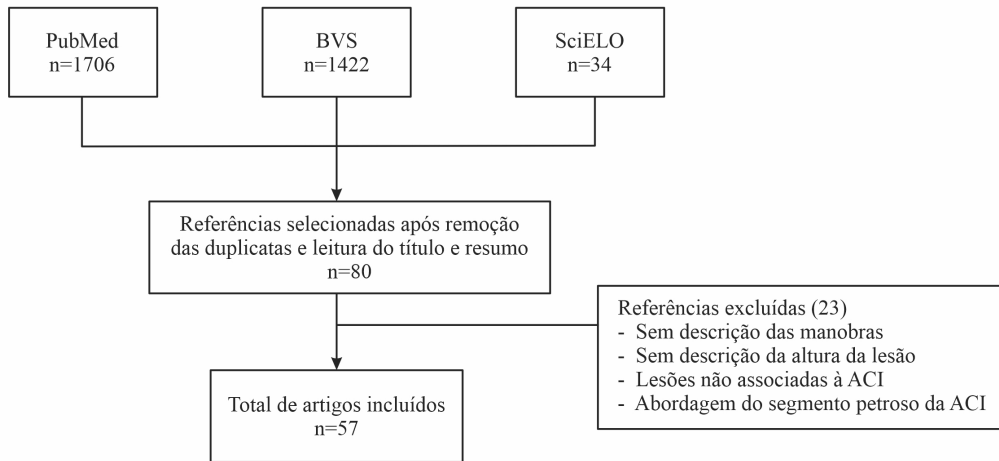


Figura 1. Fluxograma de seleção dos artigos. ACI: artéria carótida interna.

termina ao nível do forame carotídeo. Essa bifurcação normalmente ocorre ao nível de C3/C4, posteriormente ao bordo superior da cartilagem tireoide⁵⁸. Entretanto, variações anatômicas significativas foram descritas, incluindo os níveis de T4 e CI⁵⁹. Por convenção, a bifurcação carotídea é considerada “alta” quando ocorre cranialmente à C3/C4, acima do osso hioide/cartilagem tireoide^{58,60} ou acima da linha de Blaisdell (linha projetada entre o ápice do processo mastoide e o ângulo da mandíbula)²⁷ e “baixa” quando ocorre inferiormente a essas referências anatômicas^{58,60}.

Após a bifurcação da ACC, a ACI tem curso ascendente dentro da bainha carotídea, posteromedial à veia jugular interna e ao nervo vago, até o canal carotídeo no osso temporal^{61,62}. Ao longo desse trajeto, existem variações no curso do vaso, permitindo a divisão em quatro categorias: *straight* (tipo 1), *curved* (tipo 2), *kinking* (tipo 3) e *loop* (tipo 4)⁶⁰.

Para o planejamento cirúrgico, é relevante a divisão da porção cervical da ACI em segmentos proximal e distal. Para isso, diversos marcos anatômicos foram descritos, como a altura do cruzamento do nervo hipoglosso sobre a ACI, a linha de Blaisdell e o VPD^{3,5,9}. O segmento proximal estende-se da bifurcação da ACC até esses marcos, e o segmento distal compreende a porção da ACI entre essas estruturas e a base do crânio^{61,62}. As estruturas anatômicas relacionadas à abordagem da ACI encontram-se na Tabela 1.

Avaliação pré-operatória

No caso de traumatismos, as decisões relevantes quanto à abordagem da ACI devem considerar a estabilidade hemodinâmica e lesões concomitantes³². Em pacientes que necessitam de intervenções imediatas, o cirurgião pode antever a necessidade de acessos mais amplos com base em alguns critérios,

tais como ferimentos por arma de fogo e/ou lesões entre o ângulo da mandíbula e a base do crânio (zona cervical III). Por outro lado, em pacientes estáveis e sem sinais isquêmicos, a avaliação por angiotomografia é relevante e auxilia no planejamento cirúrgico^{31,32}.

Considerações sobre via aérea e posição do paciente

Após o estabelecimento da via aérea (VA), o paciente é colocado em posição supina, com os braços ao longo do corpo, hiperextensão e rotação contralateral do pescoço, facilitando a dissecação mais distal da ACI^{21,34,63}. Entretanto, movimentos excessivos podem resultar em compressão das artérias vertebrais ou da carótida contralateral⁶⁴, além de dificultar a retração do ECM por aumentar a tensão do músculo e restringir a mobilidade da ACC e da bifurcação carotídea⁶⁵.

A VA cirúrgica e a intubação nasotraqueal (INT) aumentam o número de técnicas alternativas possíveis para a exposição do SDACI ou da BCA, tornando a subluxação mandibular temporária (SMT) uma opção viável. Na vigência de uma intubação orotraqueal (IOT), a SMT só é possível caso o paciente seja edêntulo ou tenha grandes perdas dentárias. Outra alternativa é realizar a conversão submental do tubo orotraqueal (TOT) (Figura 2); no entanto, essa manobra acrescenta cerca de 15 minutos ao tempo operatório.

Deve-se ressaltar que a simples manutenção da cavidade oral fechada após a INT não oferece aumento de exposição no acesso à ACI⁶⁶. Entretanto, a associação da INT com a tração superior do complexo maxilomandibular (*chin-up position*), utilizando fitas adesivas ou outros dispositivos, é uma estratégia já descrita para o aumento da exposição da ACI^{67,68}, porém torna-se desnecessária quando se executa a SMT.

Tabela 1. Principais estruturas encontradas na topografia do acesso à artéria carótida interna^{61,62}.

Estrutura	Marcos anatômicos	Repercussões após lesão
Nervo V ₃ (trigêmeo/ramo mandibular)	<p>Emerge do crânio a partir do forame oval.</p> <p>Trajeta inferior associado à artéria alveolar inferior e medial ao ramo mandibular.</p> <p>Segue profundo ao músculo pterigoideo lateral e depois segue entre o ligamento esfenomandibular e o ramo da mandíbula até o forame mandibular.</p>	Parestesia dos elementos dentários da mandíbula, da região do mento e do lábio inferior.
Nervo VII (facial)	<p>Emerge da base do crânio a partir do forame estilomastóideo.</p> <p>Percorre na mesma profundidade ou ligeiramente mais profundo do que a borda superior do ventre posterior do músculo digástrico.</p> <p>É acompanhado pela artéria estilomastóidea.</p> <p>Relação com a fissura timpanomastóidea, que fica de 7 a 15 mm lateral à saída do VII nervo craniano no forame estilomastóideo.</p>	Paralisia facial.
Nervo IX (glossofaríngeo)	<p>Emerge do crânio a partir do forame jugular.</p> <p>Segue medialmente ao processo estiloide e lateralmente ao músculo estilofaríngeo e à artéria carótida interna.</p> <p>Segue inferiormente posterior ao músculo estilofaríngeo.</p> <p>Anteriormente, localiza-se entre os músculos constritores da faringe (superior e médio).</p>	Perda da sensibilidade 1/3 posterior da língua; diminuição da secreção da glândula parótida; síndrome de Vernet; síndrome de Collet-Sicard.
Nervo X (vago)	<p>Emerge do crânio a partir do forame jugular.</p> <p>Cursa posteriormente e medialmente à artéria carótida interna na porção superior.</p> <p>Cursa entre as artérias carótidas comum e jugular interna na porção inferior.</p> <p>Ramo laríngeo superior interno: inferior até a membrana tireo-hióidea, raiz da língua, região epiglótica e túnica mucosa da laringe.</p> <p>Ramo laríngeo superior externo: segue junto ao músculo constritor inferior da faringe até o músculo cricotireóideo.</p>	Paralisia das cordas vocais e disfagia (paralisia dos músculos levantador do palato mole e constritor da faringe); síndrome de Vernet; síndrome de Collet-Sicard.
Nervo XI (acessório)	<p>Emerge do crânio a partir do forame jugular.</p> <p>Cursa entre a inserção do ventre posterior do músculo digástrico no processo mastoide e o músculo esternocleidomastóideo.</p>	Escápula alada e queda do ombro (paralisação dos músculos trapézio e esternocleidomastóideo); síndrome de Vernet; síndrome de Collet-Sicard.
Nervo XII (hipoglosso)	<p>Emerge do crânio a partir do forame hipoglosso, com trajeto ao longo da borda inferior do ventre posterior do músculo digástrico.</p>	Paralisia e atrofia unilateral da língua.
Artéria carótida comum	<p>Direita: ramo do tronco braquiocefálico.</p> <p>Esquerda: ramo do arco da aorta.</p> <p>Segue superiormente e posteriormente à articulação esternoclavicular.</p> <p>Normalmente bifurca na altura da borda superior da cartilagem tireoide (C3/C4).</p>	-
Artéria carótida externa	<p>Segue em sentido ântero-superior posteriormente à mandíbula e profundamente ao ventre posterior do músculo digástrico e estilo-hióideo.</p>	-
Artéria carótida interna	<p>Segue superiormente dentro da bainha carotídea.</p> <p>Anterior aos processos transversos das vértebras cervicais superiores.</p>	-
Veia jugular interna	<p>Localiza-se posterior à artéria carótida interna e aos nervos glossofaríngeo, vago e acessório até entrar na bainha carotídea,</p> <p>Localizada internamente ao músculo esternocleidomastóideo.</p>	-
Veia jugular externa	<p>Formada no interior da glândula parótida.</p> <p>Trajeto descendente profundo ao músculo platísmo e superficial ao esternocleidomastóideo.</p>	-



Figura 2. Conversão submental da intubação orotraqueal (IOT). **(A)** Paciente submetido a IOT; **(B)** Acesso submental; **(C)** Dissecção do soalho bucal; **(D)** Conversão submental da IOT.

Acessos e manobras utilizados para abordagem da ACI ou BCA

A abordagem do SDACI ou da BCA é alvo de debates na literatura em relação à elaboração da melhor sequência de manobras para promoção progressivamente distal da ACI. As manobras descritas estão resumidas nas Tabelas S1 e S2 (disponíveis como arquivo *on-line* suplementar).

Primeira etapa (acesso convencional): retração do músculo ECM (para lesões até nível de C2)

O primeiro passo para o acesso da ACI/bifurcação carotídea consiste em incisões cutâneas que variam quanto às dimensões e extensões, dependendo do planejamento das etapas subsequentes de exposição. A maioria dos autores descreve uma incisão vertical, iniciando no processo mastoide e seguindo paralelamente ao músculo ECM^{1,3,9-12,15,17,21,30,31,33,36,40,48,52,53}, o que permite a exposição

do nervo auricular maior, do processo mastoide e da fossa retromandibular¹¹. Por outro lado, extensões pré-auriculares também foram descritas^{4,9,37}, com a vantagem de facilitar a identificação do nervo facial. Quando há o planejamento de osteotomias mandibulares (OMD), as extensões podem ser realizadas ao longo das regiões submandibular, submental e lábio inferior^{12,14,30,34,37,39,43}.

Além dessas estruturas, ramos cutâneos do plexo cervical, como o nervo auricular magno e o nervo cervical transverso, que cursam profundamente até a fáscia do músculo ECM, também podem ser lesados durante esse acesso, resultando em parestesia do lóbulo da orelha e da face anterior do pescoço⁵.

Em seguida, a maior parte dos autores orienta a dissecação ao longo da borda anterior (medial) do ECM para retração lateral^{3,5-17,21,23,25-28,32-38,40,44-50,52-57}. A veia facial deve ser ligada, e a alça do hipoglossos pode ser seccionada, expondo toda a porção cervical da ACC e uma média de 26,95 mm (variação de 15 a 45 mm)⁵ do

segmento proximal da ACI, equivalente ao nível do terço superior de C2^{8,30}. Por outro lado, disseções por vias posteriores também foram descritas, como o acesso retrojugular³⁰ e pela fossa retromandibular¹⁰.

Deve-se salientar que é possível aumentar a exposição da ACI com algumas variações da técnica convencional, como a secção/desinserção do ECM ao nível do processo mastoide^{7,8,18}, a secção seguida de retração^{30,31,51} ou a utilização do retrator de Thompson⁵⁴, que permite o controle vascular a 1 cm da base craniana.

Segunda etapa: abordagem do VPD (para exposição adicional que não ultrapassa o bordo superior da C2)

Após a retração/secção/desinserção do ECM, orienta-se a dissecação da face posterior da glândula parótida na região do estilomastóideo, onde a fâscia temporoparietal é seccionada após a identificação e dissecação cuidadosa do VII nervo craniano. Essa dissecação retroparotídea não gera exposição adicional da ACI, mas proporciona campo cirúrgico para a abordagem do VPD, que representa uma importante restrição ao acesso distal da ACI⁵. A partir da exposição dessa estrutura, há uma divergência entre os estudos publicados. Embora alguns autores orientem apenas a retração do VPD, a maioria orienta a secção do VPD (Tabelas S1 e S2, disponíveis como arquivo *on-line* suplementar) (Figura 3), permitindo um ganho médio de 12 a 14 mm na exposição distal da ACI (a partir

do acesso convencional oferecido pela retração do músculo ECM)^{5,6}.

Convém mencionar que é possível evitar o VPD utilizando o acesso ao triângulo cervical posterior proposto por Sasaki et al.³¹ Esse processo é executado por meio de uma incisão ao longo da borda posterior do músculo ECM, seguida de divulsão longitudinal e retração do músculo para ambos os lados, possibilitando expor a região correspondente ao corpo vertebral da C1.

Durante a realização dessas etapas, diversas estruturas neurovasculares são observadas no campo cirúrgico, incluindo a veia facial comum; o XII nervo craniano, que cursa ao longo da borda inferior do VPD; o XI nervo craniano, que percorre entre a inserção do VPD no processo mastoide e o músculo ECM e cuja lesão resulta em asa escapular e queda do ombro; e a artéria occipital, que normalmente é ligada para aumentar a exposição da ACI e facilitar a mobilização do XII nervo craniano⁵. Um marco anatômico importante do nervo acessório (XI par) é o seu ponto lateral, localizado cerca de 3 a 15 mm abaixo e lateralmente à margem anterior do processo transversal do atlas⁷. Além disso, a dissecação medial da ACI nesse nível pode lesar o nervo laríngeo superior, causando disfagia e disфония.

Terceira etapa: SMT ou DAE (para lesões até o nível de C2)

Os próximos limitadores anatômicos para o acesso da ACI ou BCA envolvem a região mandibular

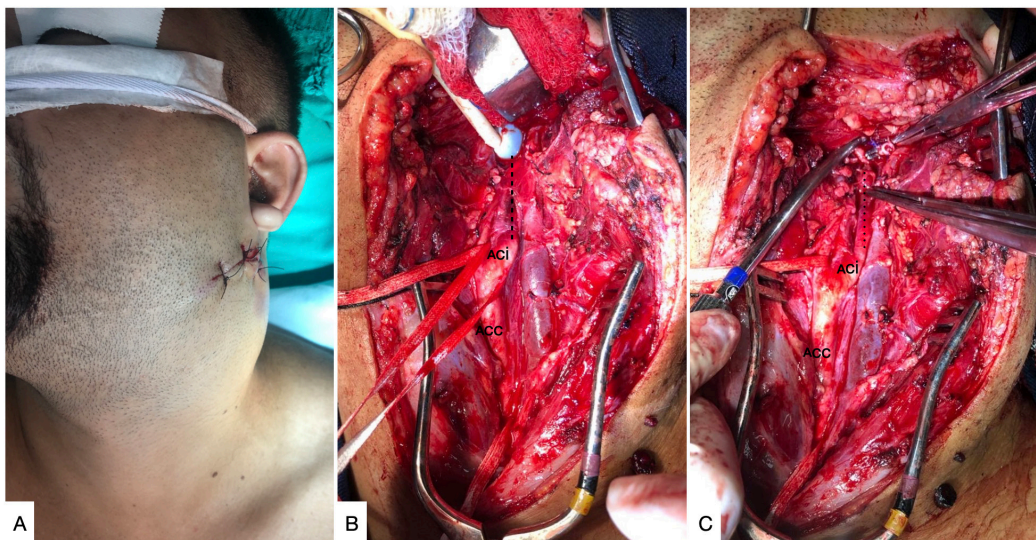


Figura 3. Abordagem cirúrgica de lesão traumática por arma branca em zona III cervical esquerda. **(A)** Hematoma cervical, plano cutâneo já suturado; **(B)** Acesso por retração do músculo esternocleidomastóideo e divisão do ventre posterior do músculo digástrico, evidenciando a artéria carótida comum (ACC) e o segmento proximal da artéria carótida interna (ACI). O segmento distal da ACI não está exposto (linha tracejada). Sonda de Foley tamponando o sangramento na base do crânio; **(C)** Exposição do segmento distal da ACI (linha pontilhada), coto distal da ACI clampeado.

posterior e o aparato estilóide. A partir desse ponto, não há um consenso na literatura quanto à sequência de procedimentos para aumentar a exposição distal da ACI ou BCA. Convém mencionar que os estudos experimentais foram realizados em cadáveres, avaliando-se unicamente o grau de exposição alcançado com as manobras, desconsiderando fatores relevantes como tipo de VA, tempo para a tomada de decisão, recursos hospitalares disponíveis e *expertise* do cirurgião.

Alguns estudos experimentais orientam a realização da DAE como etapa sequencial^{5,7,9,10}, gerando uma exposição adicional de 10 a 15 mm^{5,9}; a SMT seria realizada apenas se necessária, aumentando a exposição em aproximadamente 8 mm⁹. Por outro lado, Mock et al.⁶, também em cadáver, descreveram a realização da SMT antes da DAE, proporcionando aproximadamente 20 mm de exposição adicional da ACI após a divisão do VPD. Caso necessário, a DAE deveria ser realizada em seguida, aumentando a exposição em 3 mm.

Ao analisar criticamente os aspectos inerentes à SMT e à DAE, entendemos que, caso a SMT seja possível, deve ser realizada como alternativa devido a sua rapidez e maior simplicidade técnica, bem como baixa morbidade (Tabelas 2 e 3). Além disso, caso o cirurgião tenha a *expertise* adequada, a SMT não necessita de um cirurgião bucomaxilofacial para sua realização.

A SMT, combinada à retratação do ECM e à divisão da VPD, promove acesso a lesões no SDACI

(acima de linha de Blaisdell)^{6,23,25-28} entre 3 e 4 cm da base craniana^{23,28} e, quando associada à retração dos músculos estilóides, alcança 1 cm proximal à base do crânio¹⁵. Caso ainda seja necessária exposição adicional da ACI após a SMT, sugerimos a DAE, evitando, assim, exposição aos riscos cirúrgicos inerentes a essa técnica quando o SDACI e a BCA poderiam ser adequadamente expostos pela SMT.

SMT

É a técnica descrita na maioria dos estudos para procedimentos eletivos em pacientes com BCA ou necessidade de acesso à região distal da ACI para tratamento de doença aterosclerótica, tumores, displasia fibromuscular, pseudoaneurisma, aneurisma e fistula arteriovenosa, embora também haja relatos de sua utilização no trauma agudo (Tabela S2, disponível como arquivo *on-line* suplementar).

A SMT é um procedimento seguro, rápido (10-15 minutos) e relativamente fácil^{3,9}, em que a subluxação anterior do côndilo (10 a 15 mm) na eminência articular resulta em deslocamento anterior de 20 a 30 mm do ramo mandibular, aumentando a exposição distal da ACI pela transformação de um campo operatório triangular em retangular³. Com exceção do estudo de Mock et al.⁶, no qual a SMT foi bilateral, os demais estudos (clínicos e em cadáver) utilizaram a técnica unilateral, sem restrições de exposição carotídea.

Tabela 2. Aspectos relacionados à subluxação mandibular temporária.

Vantagens	Desvantagens	Complicações	Tempo
Baixa morbidade. Fácil execução. Ampliação do campo cirúrgico (triangular em retangular). Independente de variáveis como sexo, idade e comprimento do pescoço.	Necessidade de intubação nasotraqueal ou conversão submental da intubação. Distorção anatômica do campo cirúrgico, com aumento teórico do risco de lesão do nervo hipoglosso. Limitação de ampliação do campo cirúrgico em pacientes com eminência articular muito íngreme e fossa articular profunda.	Risco de luxação patológica da mandíbula; disfunção temporomandibular.	10-15 min

Tabela 3. Aspectos inerentes à divisão do aparato estilóide.

Vantagens	Desvantagens	Complicações	Tempo
Permite exposição da região da artéria carótida interna recoberta pelo aparelho estilóide. A decisão de realização da manobra pode ser feita no intraoperatório. Pode ser realizada junto à técnica de subluxação mandibular temporária para aumento da exposição.	Potencial risco de lesão do IX nervo craniano e dos ramos faríngeos do nervo vago.	Disfagia	-

Para realizar a SMT, há necessidade de INT ou IOT com conversão submental. Idealmente, a SMT deve ser realizada logo após o estabelecimento da VA (quando sua necessidade for prevista), embora possa ser executada após os acessos cirúrgico iniciais previamente descritos. Nesse ponto, é válido ressaltar que a SMT produz uma leve distorção da anatomia, fazendo com que o VPD e o nervo hipoglosso se desloquem anteriormente e superiormente, além da rotação medial da bifurcação carotídea. Portanto, a dissecação deve ser mais cautelosa para evitar lesão do nervo hipoglosso⁹.

Há variações técnicas para promover a SMT, incluindo amarrias interdentes com fios de aço (1,0 mm) nos dentes caninos e/ou pré-molares (Figuras 4 e 5); instalação de barra de Erich, pinos de Steinmann ou miniparafusos de titânio (2,0 x 10 mm), que são inseridos diretamente na mandíbula e maxila através da mucosa oral nas regiões de pré-molares e caninos contralaterais, associados aos fios de aço (Figura 6); ou, ainda, amarrias circum-mandibulares, em que um instrumento perfurador é inserido através da pele, como a agulha de Reverdin, para passar os fios de aço ao redor do corpo mandibular, adjacente ao periósteo e atravessando a mucosa bucal^{3,17,21}. No entanto, com o advento dos miniparafusos de titânio, esta última técnica tem menor aplicabilidade devido a sua maior complexidade de execução. Entre as variações técnicas, a menos complexa é a que utiliza amarrias de fios de

aço; nesse caso, realiza-se a torção dos fios de aço, resultando em subluxação unilateral da mandíbula (Figuras 4 e 5). Nessa manipulação, deve-se ter cuidado para não provocar o deslocamento iatrogênico do côndilo para a fossa infratemporal. A posição correta de subluxação condilar pode ser facilmente verificada pela inspeção e palpação do aspecto lateral do côndilo imediatamente abaixo da eminência articular³.

No que se refere às complicações, dos estudos clínicos publicados sobre SMT (abrangendo 217 pacientes), 12 relataram ausência de disfunção temporomandibular sintomática no pós-operatório^{3,15,16,19,20,22-28}; um não apresentou informações¹⁸; e apenas dois^{17,21} descreveram pacientes com sintomas dolorosos na articulação temporomandibular (ATM) no pós-operatório, sendo que todos os casos apresentaram resolução clínica completa em algumas semanas apenas com analgesia. As Tabelas S2 (disponível como arquivo *on-line* suplementar) e 4 apresentam os estudos e os aspectos práticos relacionados à SMT.

Com o intuito de proteger a ATM de luxações indesejadas, Yoshino et al.²⁵ descreveram uma técnica de SMT unilateral com auxílio de um *splint* de resina inserido e fixado em posição durante o pré-operatório, guiando o paciente para a posição subluxada. Apesar de a técnica ser menos invasiva, pode ser de difícil aplicação, necessitando de um especialista e planejamento prévio, o que dificulta sua utilização em emergências.



Figura 4. Técnica de subluxação mandibular com fios de aço. **(A)** Posicionamento do fio de aço no espaço interdental mandibular; **(B)** Posicionamento do fio de aço no espaço interdental maxilar; **(C)** Torção dos fios de aço individualmente; **(D)** Torção dos fios de aço cruzados para subluxação mandibular; **(E)** Côndilo mandibular luxado em vista lateral; **(F)** Côndilo mandibular luxado em vista axial.

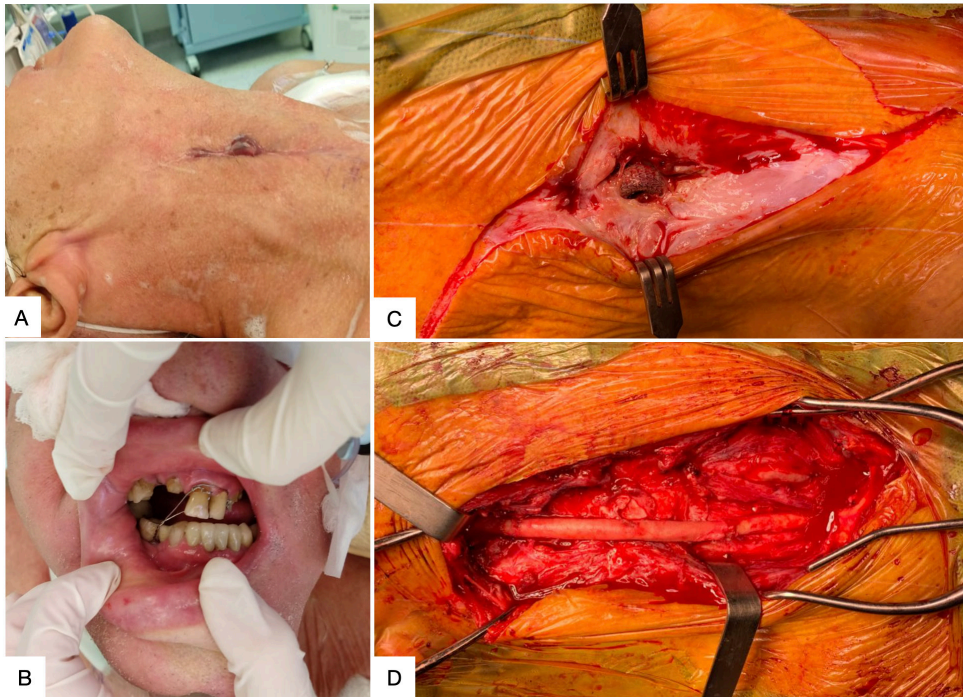


Figura 5. Aplicação da SMT para abordagem de stent contaminado na artéria carótida interna. **(A)** Infecção fistulizando ao nível da cicatriz cirúrgica; **(B)** Subluxação mandibular com amarras interdentais; **(C)** Acesso por retração do músculo esternocleidomastóideo e divisão do ventre posterior do músculo digástrico; **(D)** Artéria carótida interna reconstruída com enxerto autólogo (artéria femoral).

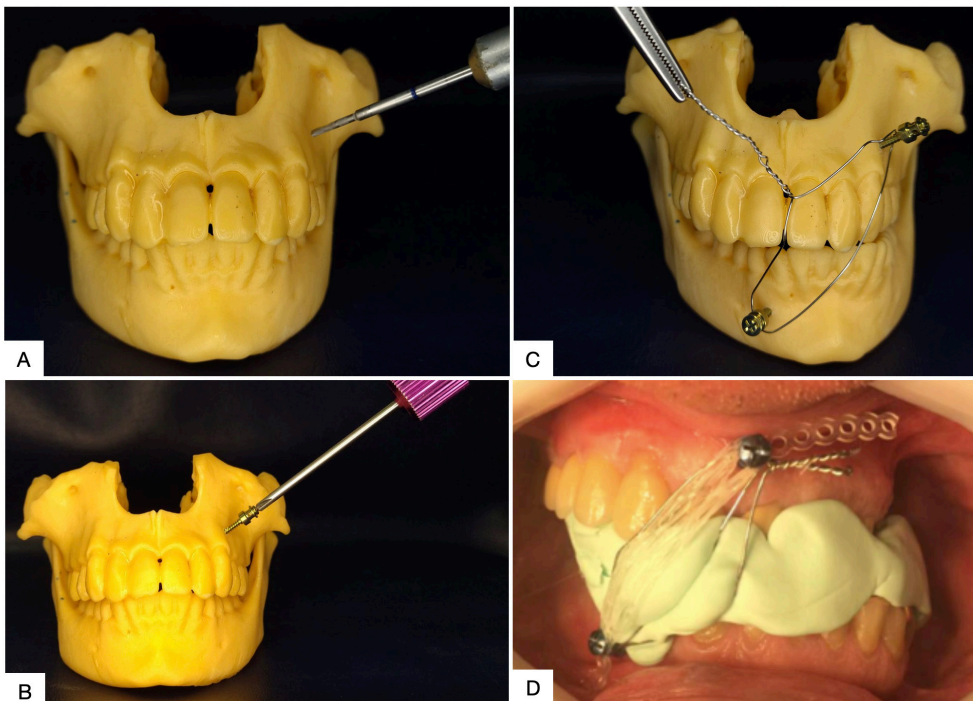


Figura 6. Técnica de subluxação mandibular temporária (SMT) utilizando parafusos de titânio. **(A)** Perfuração óssea com fresa 1,6 mm; **(B)** Instalação dos parafusos; **(C)** SMT com torção dos fios de aço cruzados; **(D)** Aplicação da SMT para abordagem de doença carotídea aterosclerótica, com auxílio de material de moldagem intermaxilar para estabilização adicional.

DAE

Após a secção ou retração do VPD, outra limitação anatômica consiste no aparato estiloide, que é formado pelo processo estiloide, pelos músculos estilo-hióideo, estilofaríngeo e estiloglosso e pelos ligamentos estilo-hióideo e estilomandibular⁵. Essa região pode ser acessada pela fossa infratemporal ou retromandibular^{5,10}. A literatura orienta secção dos músculos e ressecção do processo estiloide (Figura 7) ou estiloidectomia, mantendo as inserções musculares (Tabela S2, disponível como arquivo *on-line* suplementar).

Os pontos críticos desse acesso incluem o risco de lesões neurológicas, especialmente do IX nervo craniano, que pode ser encontrado medialmente ao processo estiloide e lateralmente ao músculo estilofaríngeo, cursando medialmente para inervar os músculos da faringe^{5,61,62}. Para minimizar esse risco, Beretta et al.⁵ propuseram uma dissecação cautelosa da ACI mais posterior ao músculo estilofaríngeo. Além disso, a secção do processo estiloide deve ser realizada em direção ao osso temporal para evitar lesões no VII nervo craniano. Os aspectos práticos relacionados à DAE encontram-se na Tabela 3.

Quarta etapa: OMD (para lesões acima da C1)

Outra alternativa para vencer a limitação mecânica causada pelo ângulo e ramo mandibular consiste nas OMD, que podem ser realizadas isoladamente ou junto com a rotação ou remoção temporária de um segmento mandibular, ampliando a exposição cirúrgica. A quantidade de exposição adicional varia de 10 a 26 mm^{5,6}. Por aumentarem o tempo cirúrgico (cerca de 30 minutos)⁴⁰, as OMD normalmente são realizadas em cirurgias eletivas, como nas extensas ressecções de neoplasias, embora haja relatos da sua utilização no trauma^{35,36}.

A literatura descreve diversas técnicas de OMD, sendo as mais utilizadas a osteotomia horizontal ou vertical do ramo, a osteotomia subcondilar, as osteotomias em corpo, parassínfise ou sínfise mandibular (Figura 8) ou uma combinação delas (Tabelas S1 e S2, disponíveis como arquivo *on-line* suplementar). Independentemente da técnica, são necessárias INT/IOT com conversão submental/VA cirúrgicas.

Antes de realizar as OMD, recomenda-se que miniplacas de titânio sejam pré-moldadas, fixadas e, depois, removidas. A OMD é realizada, e o segmento distal é retraído lateralmente e rodado superiormente e anteriormente. Durante a síntese, os segmentos ósseos são fixados na posição original. Os aspectos práticos relacionados às OMD encontram-se na Tabela 4.

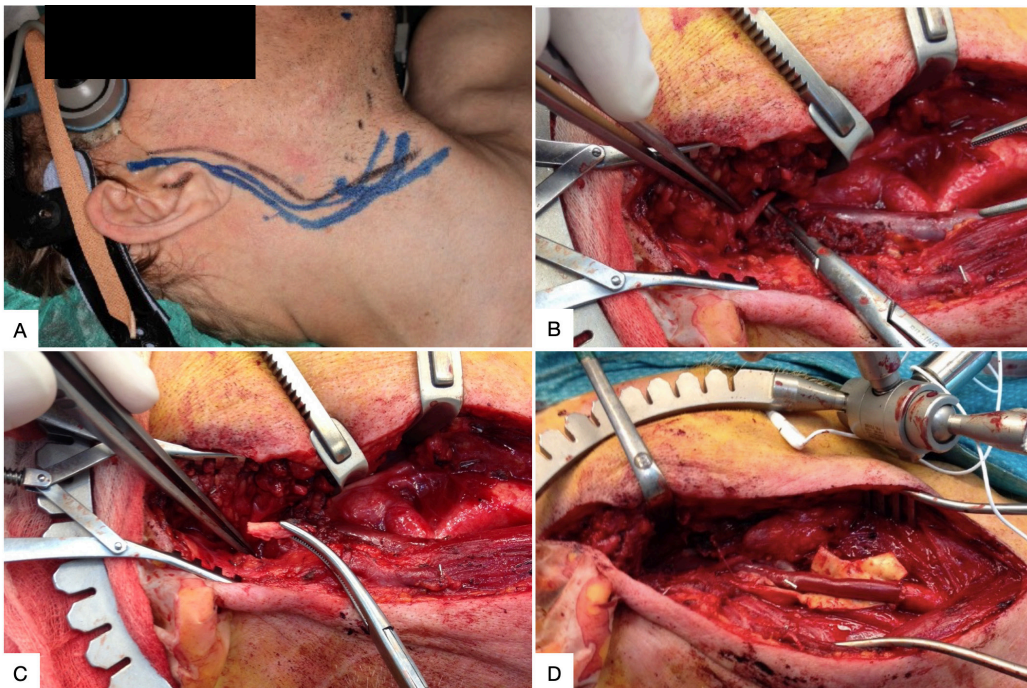


Figura 7. Aplicação das técnicas de retração do músculo esternocleidomastóideo (RECM), divisão do ventre posterior do músculo digástrico (DVDP) e divisão do aparato estiloide (DAE) para abordagem de pseudoaneurisma após dissecação de artéria carótida interna por displasia fibromuscular. **(A)** Planejamento da incisão cervical com extensão pré-auricular; **(B)** Acesso cirúrgico RECM + DVDP e exposição do processo estiloide; **(C)** Ressecção do processo estiloide; **(D)** Reconstrução da artéria CI com enxerto venoso.

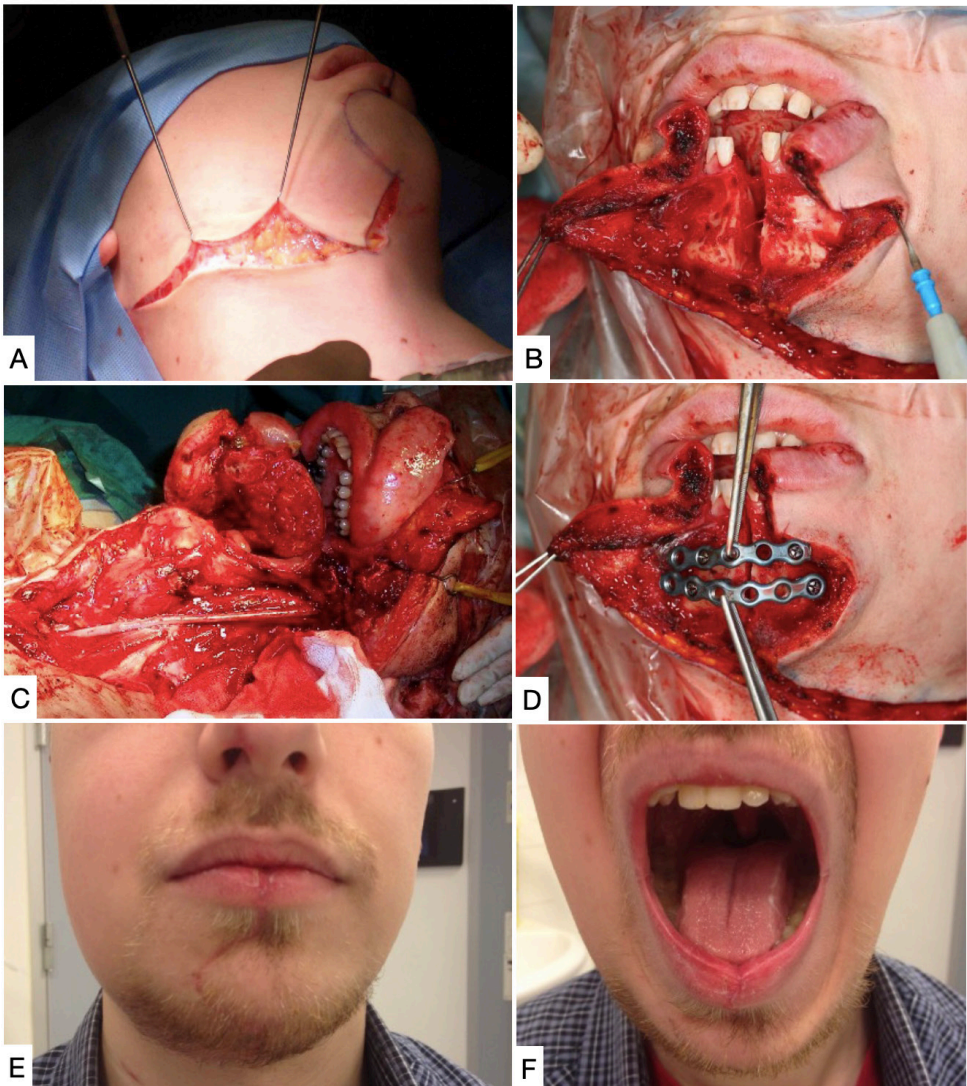


Figura 8. Aplicação da técnica de osteotomia mandibular para exérese de tumor de corpo carotídeo. **(A)** Incisão cervical com extensão mental; **(B)** Osteotomia realizada na sínfise mandibular; **(C)** Reconstrução carotídea com enxerto venoso; **(D)** Fixação da osteotomia com miniplacas de titânio de 2,0 mm. **(E)** e **(F)** Paciente no segundo mês de pós-operatório.

Tabela 4. Variações nas osteotomias mandibulares mais utilizadas para acesso ao segmento distal da artéria carótida interna ou à bifurcação carotídea alta.

Osteotomia	Vantagens	Desvantagens	Complicações	Tempo
Ramo	O acesso pode ser feito na mesma incisão do acesso para exposição carotídea. Exposição e secção são projetadas para evitar lesões nos nervos facial e mandibular.	Maior tempo cirúrgico.	Infecção pós-operatória e má-oclusão.	-
Subcondilar	Preserva os nervos alveolares inferior e lingual. Evita áreas dentadas da mandíbula.	Maior tempo cirúrgico.	Infecção pós-operatória e má-oclusão.	-
Anterolaterais	Acesso mais amplo.	Maior tempo cirúrgico.	Infecção pós-operatória e má-oclusão; cicatriz mais visível no mento e lábio; exodontia prévia do dente relacionada à linha da osteotomia; alto risco de lesão do nervo alveolar inferior.	-

Proposta de protocolo para abordagem das lesões de ACI ou BCA

Após a revisão das principais manobras descritas para abordagem das lesões do SDACI ou da BCA, demonstradas na Figura 9, constata-se falta de clareza quanto à melhor sequência para exposição em cada caso. Há diversos fatores que auxiliam o cirurgião na seleção ordenada das técnicas, incluindo a *expertise* profissional, especialmente para as técnicas de SMT e OMD, que necessitam de conhecimentos mais específicos, tempo disponível para a tomada de decisão e recursos hospitalares. Esses fatores impactam principalmente a técnica de OMD, que aumenta substancialmente o tempo cirúrgico e requer miniplacas e parafusos de titânio, além da subjetividade do próprio cirurgião ao ponderar as vantagens e desvantagens de cada técnica. Dessa forma, para facilitar a decisão do profissional, propomos o seguinte protocolo (Figura 10).

Inicialmente, deve-se determinar o nível da lesão de forma objetiva por meio de angiotomografia em pacientes estáveis ou de forma presumida através de critérios anatômicos em paciente instáveis. A partir de então, sugere-se a seguinte sequência:

1. Lesões altas (cuja necessidade de acesso ampliado foi identificada no pré-operatório): VA recomendada por INT ou IOT + conversão

SM ou VA cirúrgica

- 1.1. Lesões ao nível de C2: realizar o acesso ao ECM + retração ou divisão do VPD (R/DVPD) e, se houver necessidade de exposição adicional, proceder com SMT (preferencialmente) ou DAE;
- 1.2. Lesões ao nível da C1: realizar SMT + acesso ao ECM + R/DVPD e, se houver necessidade de exposição adicional, proceder com DAE, seguida por OMD se necessário;
- 1.3. Lesões acima da C1: realizar SMT + acesso ao ECM + R/DVPD + DAE e, se houver necessidade de exposição adicional, realizar OMD. Caso a SMT não seja uma opção, realizar acesso ao ECM + R/DCPD + DAE + OMD;
2. Lesões cuja necessidade de acesso ampliado foi identificada no intraoperatório: analisar a VA
 - 2.1. IOT: realizar acesso ao ECM + R/DVPD e, se houver necessidade de exposição adicional, avaliar a possibilidade de conversão SM da IOT ou se há espaços interdentes amplos para a acomodação do TOT. Caso positivo, proceder com SMT, seguida por DAE, combinação

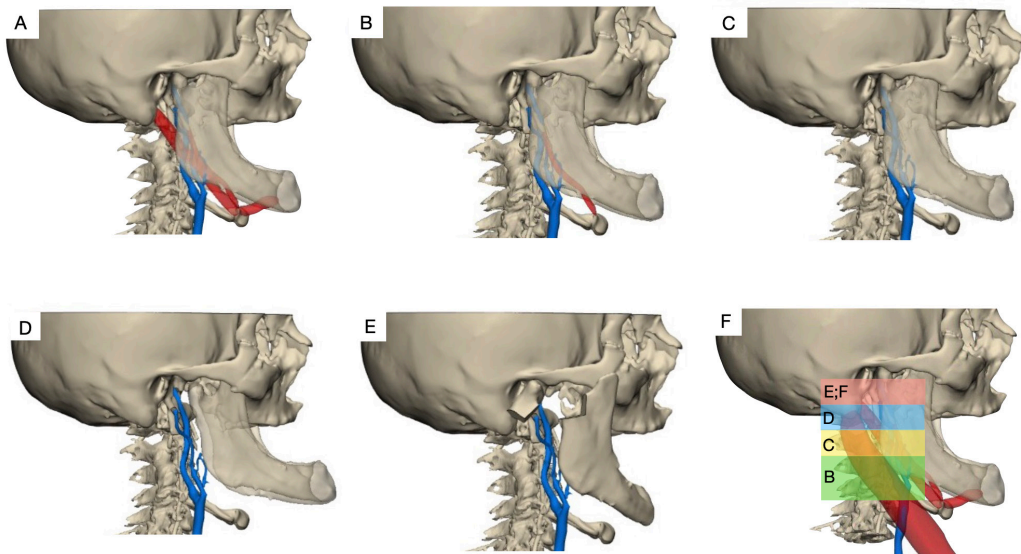


Figura 9. Representação das técnicas de acesso ao segmento distal da artéria carótida interna (ACI); planejamento por imagens de tomografia computadorizada processadas no *software* Mimics® 24.0 (Materialise, Leuven, Belgium). **(A)** Acesso por retração do músculo esternocleidomastóideo (RECM); **(B)** Acesso por RECM e divisão do ventre posterior do músculo digástrico (DVPD); **(C)** Acesso por RECM + DVPD e divisão do aparato estilóide (DAE); **(D)** Acesso por RECM + DVPD + DAE e subluxação mandibular temporária (SMT); **(E)** Acesso RECM + DVPD + DAE e osteotomia mandibular; **(F)** Demonstração do nível de exposição da ACI de acordo com a técnica.

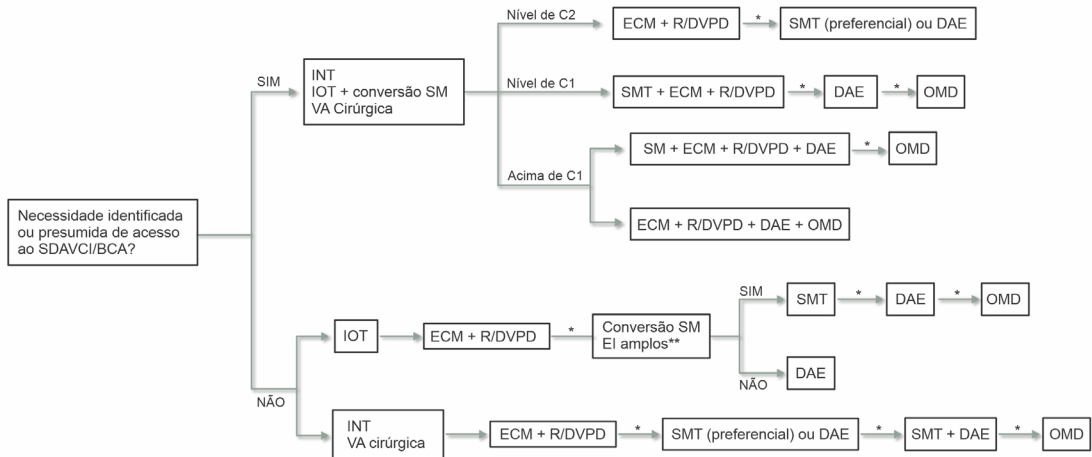


Figura 10. Algoritmo proposto para abordagem das lesões em segmento distal da artéria carótida interna (SDACI) e bifurcação carótida alta (BCA). DAE: divisão do aparato estiloide; ECM: esternocleidomastóideo; El: espaços interdentais; INT: intubação nasotraqueal; IOT: intubação orotraqueal; OMD: osteotomias mandibulares; R/DVPD: retração ou divisão do ventre posterior do músculo digástrico; SM: submentual; SMT: subluxação mandibular temporária; VA: via aérea. * Identificou necessidade de exposição adicional da ACI. ** Quando houver espaço suficiente para acomodar o tubo orotraqueal.

dessas manobras e OMD. Caso negativo, a única manobra acessível é a DAE;

2.2. INT ou VA cirúrgica: realizar o acesso ao ECM + R/DVPD e, se houver necessidade de exposição adicional, proceder com SMT (preferencialmente) ou DAE, seguida pela combinação dessas manobras e OMD.

Vale ressaltar que, em algumas situações, após a exposição cirúrgica adequada da lesão, pode ser realizado o controle do refluxo da ACI por meio da insuflação de balonetes e cateteres ou *shunts* que, além de permitirem a hemostasia, mantêm o fluxo contínuo na ACI.

CONCLUSÃO

O acesso cirúrgico à região distal da ACI ou BCA é desafiador, especialmente nos cenários em que a anatomia é distorcida (hematoma, sangramento, aneurisma, tumores), aumentando as dificuldades e potenciais morbidades das manobras necessárias. Entre as manobras descritas, parece razoável que as duas etapas iniciais sejam a abordagem ao músculo EMC, seguida pela secção/retração do VPD. A SMT torna-se um recurso adicional e preferível à DAE pelo seu menor potencial de morbidade. Exposições ainda mais amplas podem ser obtidas com as OMD.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste artigo agradecem aos Drs. Pirkka Vikatmaa, Ronald Fidelis, Arno Von Ristow, José

Manoel Silvestre e Walter Joaquim Ferreira Von Sohsten pela disponibilização de casos clínicos que ilustraram este trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Reva VA, Pronchenko AA, Samokhvalov IM. Operative management of penetrating carotid artery injuries. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011;42(1):16-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvs.2011.01.025>. PMID:21388840.
2. Lee TS, Ducic Y, Gordin E, Stroman D. Management of carotid artery trauma. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr.* 2014;7(3):175-89. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1372521>. PMID:25136406.
3. Fisher DF Jr, Clagett GP, Parker JL, et al. Mandibular subluxation for high carotid exposure. *J Vasc Surg.* 1984;1(6):727-33. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(84\)90002-8](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(84)90002-8). PMID:6492304.
4. Awasthi D, Smith R. Distal cervical internal carotid artery stenosis. *Skull Base Surg.* 1994;4(2):110-5. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2008-1058980>. PMID:17170937.
5. Beretta F, Hemida SA, Andaluz N, Zuccarello M, Keller JT. Exposure of the cervical internal carotid artery: surgical steps to the cranial base and morphometric study. *Neurosurgery.* 2006;59(1, Suppl 1):ONS25-34, discussion ONS25-34. PMID:16888548.
6. Mock CN, Lilly MP, McRae RG, Carney WI Jr. Selection of the approach to the distal internal carotid artery from the second cervical vertebra to the base of the skull. *J Vasc Surg.* 1991;13(6):846-53. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(91\)90050-5](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(91)90050-5). PMID:2038106.
7. Kiya N, Sawamura Y, Dureza C, Fukushima T. Minimally invasive surgical exposure of the extreme high cervical internal carotid artery: anatomical study. *J Clin Neurosci.* 2000;7(5):438-44. <http://dx.doi.org/10.1054/jocn.1999.0241>. PMID:10942667.
8. Devlin M, Hoffmann K, Johnson, W. Comparison of mandibular surgical techniques for accessing cranial base vascular lesions. *Skull Base.* 2003;13(2):65-72. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2003-40595>.
9. Fortes FSG, da Silva ES, Sennes LU. Mandibular subluxation for distal cervical exposure of the internal carotid artery. *Laryngoscope.*

- 2007;117(5):890-3. <http://dx.doi.org/10.1097/MLG.0b013e318038161c>. PMID:17473690.
10. Izci Y, Moftakhar R, Pyle M, Başkaya MK. Retromandibular fossa approach to the high cervical internal carotid artery: an anatomic study. *Neurosurgery*. 2008;62(5, Suppl 2):ONS363-9, discussion 369-70. <http://dx.doi.org/10.1227/01.neu.0000326020.07187.6b>. PMID:18596516.
 11. Batzdorf U, Gregorius FK. Surgical exposure of the high cervical carotid artery: experimental study and review. *Neurosurgery*. 1983;13(6):657-61. <http://dx.doi.org/10.1227/00006123-198312000-00007>. PMID:6657019.
 12. Tanjararak K, Upadhyay S, Thiensri T, et al. Potential surgical exposure of the parapharyngeal internal carotid artery by endonasal, transoral, and transcervical approaches. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2018;79(3):241-9. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0037-1607289>. PMID:29765821.
 13. Denli Yalvac ES, Baran O, Aydin AE, Balak N, Tanriover N. Surgical pitfalls in carotid endarterectomy: a new step-by-step approach. *J Craniofac Surg*. 2018;29(8):2337-43. <http://dx.doi.org/10.1097/SCS.0000000000004749>. PMID:30052612.
 14. Ammirati M, Ma J, Cheatham ML, Mei ZT, Bloch J, Becker DP. The mandibular swing-transcervical approach to the skull base: anatomical study. Technical note. *J Neurosurg*. 1993;78(4):673-81. <http://dx.doi.org/10.3171/jns.1993.78.4.0673>. PMID:8450345.
 15. Goldsmith MM 3rd, Postma DS, Jones FD. The surgical exposure of penetrating injuries to the carotid artery at the skull base. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1986;95(3 Pt 1):278-84. <http://dx.doi.org/10.1177/01945998860953P103>. PMID:3108774.
 16. Cantore GP, Delfini R, Mariottini A, Santoro A, Cascone P. Anterior displacement of the mandible for better exposure of the distal segment of the extracranial carotid artery. *Acta Neurochir (Wien)*. 1987;86(1-2):56-60. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01419505>. PMID:3618307.
 17. Dossa C, Shepard AD, Wolford DG, Reddy DJ, Ernst CB. Distal internal carotid exposure: a simplified technique for temporary mandibular subluxation. *J Vasc Surg*. 1990;12(3):319-25. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(90\)90155-4](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(90)90155-4). PMID:2398590.
 18. Moreau P, Albat B, Thévenet A. Surgical treatment of extracranial internal carotid artery aneurysm. *Ann Vasc Surg*. 1994;8(5):409-16. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02133059>. PMID:7811577.
 19. Frim DM, Padwa B, Buckley D, Crowell RM, Ogilvy CS. Mandibular subluxation as an adjunct to exposure of the distal internal carotid artery in endarterectomy surgery. Technical note. *J Neurosurg*. 1995;83(5):926-8. <http://dx.doi.org/10.3171/jns.1995.83.5.0926>. PMID:7472568.
 20. Cartier R, Cartier P, Hudan G, Rousseau M. Combined endarterectomy of the internal carotid artery and persistent hypoglossal artery: an unusual case of carotid revascularization. *Can J Surg*. 1996;39(2):159-62. PMID:8769929.
 21. Simonian GT, Pappas PJ, Padberg FT Jr, et al. Mandibular subluxation for distal internal carotid exposure: technical considerations. *J Vasc Surg*. 1999;30(6):1116-20. [http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214\(99\)70052-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0741-5214(99)70052-2). PMID:10587398.
 22. McCabe JC, St-Hilaire H, Samouhi P, Eisen L. Mandibular subluxation and stabilization for access in distal carotid endarterectomy. *J Oral Maxillofac Surg*. 2003;61(3):406-8. <http://dx.doi.org/10.1053/joms.2003.50068>. PMID:12618986.
 23. Puggioni A, Delis KT, Fields CE, Viozzi CF, Kallmes DF, Glocviczi P. Large symptomatic carotid body tumor resection aided by preoperative embolization and mandibular subluxation. *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther*. 2005;17(1):21-8. <http://dx.doi.org/10.1177/153100350501700106>. PMID:15952693.
 24. Jaspers GW, Witjes MJ, Van den Dungen JJ, Reintsema H, Zeebregts CJ. Mandibular subluxation for distal internal carotid artery exposure in edentulous patients. *J Vasc Surg*. 2009;50(6):1519-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2009.07.068>. PMID:19782520.
 25. Yoshino M, Fukumoto H, Mizutani T, Yuyama R, Hara T. Mandibular subluxation stabilized by mouthpiece for distal internal carotid artery exposure in carotid endarterectomy. *J Vasc Surg*. 2010;52(5):1401-4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2010.04.058>. PMID:20655685.
 26. Capoccia L, Montelione N, Menna D, et al. Mandibular subluxation as an adjunct in very distal carotid arterial reconstruction: Incidence of peripheral and cerebral neurologic sequelae in a single-center experience. *Ann Vasc Surg*. 2014;28(2):358-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2013.01.024>. PMID:24090828.
 27. Dos Santos RB, Queiroz AB, Fidelis RJR, Lopes CF, de Araújo JS. Subluxação da mandíbula para abordagem de bifurcação carotídea alta em paciente com parotidite por contraste iodado: relato de caso e revisão de literatura. *J Vasc Bras*. 2017;16(4):329-34. <http://dx.doi.org/10.1590/1677-5449.001117>. PMID:29930669.
 28. Iflé IG, van Lammeren GW, van Prooijen WE, de Smet AAEA. Open repair of two ipsilateral extracranial internal carotid artery aneurysms. *EJVES Vasc Forum*. 2020;48:8-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejvsf.2020.06.001>.
 29. Rhee RY, Glocviczi P, Cherry KJ Jr, Edwards WD. Two unusual variants of internal carotid artery aneurysms due to fibromuscular dysplasia. *Ann Vasc Surg*. 1996;10(5):481-5. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02000597>. PMID:8905069.
 30. Shaha A, Phillips T, Scalea T, et al. Exposure of the internal carotid artery near the skull base: the posterolateral anatomic approach. *J Vasc Surg*. 1988;8(5):618-22. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(88\)90314-X](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(88)90314-X). PMID:3184316.
 31. Sasaki T, Nakamura Y, Yomo S, et al. The posterior cervical triangle approach for high carotid artery exposure in carotid endarterectomy. *J Neurosurg*. 2012;116(3):680-4. <http://dx.doi.org/10.3171/2011.11.JNS11563>. PMID:22196095.
 32. Hans SS, Shah S, Hans B. Carotid endarterectomy for high plaques. *Am J Surg*. 1989;157(4):431-4, discussion 434-5. [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9610\(89\)90593-X](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9610(89)90593-X). PMID:2929868.
 33. Malikov S, Thomassin JM, Magnan PE, Keshelava G, Bartoli M, Branchereau A. Open surgical reconstruction of the internal carotid artery aneurysm at the base of the skull. *J Vasc Surg*. 2010;51(2):323-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2009.08.084>. PMID:20141956.
 34. Smith GI, Brennan PA, Webb AA, Ilankovan V. Vertical ramus osteotomy combined with a parasymphiseal mandibulotomy for improved access to the parapharyngeal space. *Head Neck*. 2003;25(12):1000-3. <http://dx.doi.org/10.1002/hed.10321>. PMID:14648858.
 35. Dichtel WJ, Washington, Miller RH, Feliciano D, Woodson G, Hurt J. Lateral mandibulotomy: a technique of exposure for penetrating injuries of the internal carotid artery at the base of the skull. *Laryngoscope*. 1984;94(9):1140-4. <http://dx.doi.org/10.1288/00005537-198409000-00002>. PMID:6472009.
 36. Larsen PE, Smead WL. Vertical ramus osteotomy for improved exposure of the distal internal carotid artery: A new technique. *J Vasc Surg*. 1992;15(1):226-31. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(92\)70033-H](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(92)70033-H). PMID:1728681.
 37. Ktenidis K, Lioupis A, Megalopoulos A, Antoniadis K, Kiskinis D. New exposure technique for management of giant internal carotid artery aneurysm. *J Vasc Surg*. 2011;54(2):522-5. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2010.12.060>. PMID:21377825.

38. Balagura S, Carter JB, Gossett DL. Surgical approach to the high subcranial internal carotid artery. *Neurosurgery*. 1985;16(3):402-5. <http://dx.doi.org/10.1227/00006123-198503000-00022>. PMID:3982623.
39. Buckley M, Carlson E, Heidele E, et al. Double mandibular osteotomy for access to high-carotid pathology. *Ann Vasc Surg*. 2021;70:202-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2020.08.093>. PMID:32866578.
40. Kumins NH, Tober JC, Larsen PE, Smead WL. Vertical ramus osteotomy allows exposure of the distal internal carotid artery to the base of the skull. *Ann Vasc Surg*. 2001;15(1):25-31. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02693796>. PMID:11221940.
41. Nelson SR, Schow SR, Stein SM, Read LA, Talkington CM. Enhanced surgical exposure for the high extracranial internal carotid artery. *Ann Vasc Surg*. 1992;6(5):467-72. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02007006>. PMID:1467190.
42. Schlieve T, Carlson ER, Freeman M, Buckley R, Arnold J. The double mandibular osteotomy for vascular and tumor surgery of the parapharyngeal space. *J Oral Maxillofac Surg*. 2017;75(5):1046-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2016.11.003>. PMID:27923112.
43. Vikatmaa P, Mäkitie AA, Railo M, Törnwall J, Albäck A, Lepäntalo M. Midline mandibulotomy and interposition grafting for lesions involving the internal carotid artery below the skull base. *J Vasc Surg*. 2009;49(1):86-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2008.08.047>. PMID:18951752.
44. Hafner L, Almeida JA, Moreno JB, et al. Aneurisma da artéria carótida interna. *J Vasc Bras*. 2013;12(1):40-4. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-54492013000100008>.
45. Valentini V, Fabiani F, Nicolai G, et al. Surgical approach to the third area of the internal carotid artery through vertical osteotomy of the mandibular ramus: case report. *J Craniofac Surg*. 2002;13(6):816-20. <http://dx.doi.org/10.1097/00001665-200211000-00019>. PMID:12457099.
46. Davis L, Zeitouni A, Makhoul N, Steinmetz OK. Surgical Exposure to Control the Distal Internal Carotid Artery at the Base of the Skull during Carotid Aneurysm Repair. *Ann Vasc Surg*. 2016;34:268.e5-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2015.11.016>. PMID:26902936.
47. Kawanishi M, Nagasawa S, Sugie A, et al. Surgical treatment of distal cervical internal carotid artery aneurysm. *Neurol Res*. 1998;20(5):449-51. <http://dx.doi.org/10.1080/01616412.1998.11740547>. PMID:9664594.
48. Farhat-Sabet A, Aicher BO, Tolaymat B, et al. An Alternative Approach to Carotid Endarterectomy in the High Carotid Bifurcation. *Ann Vasc Surg*. 2020;65:240-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2019.10.100>. PMID:31726200.
49. Ben Jmaà H, Lagha A, Diope A, et al. Surgical management of internal carotid artery aneurysm near the skull base. *J Med Vasc*. 2018;43(4):262-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdmv.2018.04.003>. PMID:29981735.
50. Bakoyiannis CN, Georgopoulos SE, Tsekouras NS, et al. Surgical management of extracranial internal carotid aneurysms by cervical approach. *ANZ J Surg*. 2006;76(7):612-7. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1445-2197.2006.03787.x>. PMID:16813628.
51. Pennell C, Westfall S. Multidisciplinary approach to the management of an extracranial internal carotid artery aneurysm approaching the base of the skull in a young patient. *Ann Vasc Surg*. 2011;25(5):699.e5-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.avsg.2010.12.032>. PMID:21514103.
52. Sundt TM Jr, Pearson BW, Piepgras DG, Houser OW, Mokri B. Surgical management of aneurysms of the distal extracranial internal carotid artery. *J Neurosurg*. 1986;64(2):169-82. <http://dx.doi.org/10.3171/jns.1986.64.2.0169>. PMID:3944626.
53. Sandmann W, Hennerici M, Aulich A, Kniemeyer H, Kremer KW. Progress in carotid artery surgery at the base of the skull. *J Vasc Surg*. 1984;1(6):734-43. [http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214\(84\)90003-X](http://dx.doi.org/10.1016/0741-5214(84)90003-X). PMID:6548533.
54. Mendez-Sosa MA, Contreras-Jimenez E, Anaya-Ayala JE, et al. Surgical management of a Type II extracranial internal carotid aneurysm near to the skull base. *Vasc Specialist Int*. 2021;37:27. <http://dx.doi.org/10.5758/vsi.210030>. PMID:34349047.
55. Vang S, Hans SS. Carotid endarterectomy in patients with high plaque. *Surgery*. 2019;166(4):601-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.surg.2019.06.017>. PMID:31405580.
56. Kondo T, Ota N, Göhre F, et al. High cervical carotid endarterectomy-outcome analysis. *World Neurosurg*. 2020;136:e108-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wneu.2019.12.002>. PMID:31830599.
57. Coll DP, Ilerardi R, Mermer RW, Matsumoto T, Kerstein MD. Exposure of the distal internal carotid artery: a simplified approach. *J Am Coll Surg*. 1998;186(1):92-5. [http://dx.doi.org/10.1016/S1072-7515\(97\)00132-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1072-7515(97)00132-4). PMID:9449603.
58. Michalinos A, Chatzimarkos M, Arkadopoulou N, Safioleas M, Troupis T. Anatomical considerations on surgical anatomy of the carotid bifurcation. *Anat Res Int*. 2016;2016:6907472. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/6907472>. PMID:27047690.
59. Wongsuriyanan S, Sriamornrattanukul K. Preoperative Localization of the carotid bifurcation for cervical carotid exposure using the mastoid-hyoid line. *Asian J Neurosurg*. 2020;15(4):913-8. http://dx.doi.org/10.4103/ajns.AJNS_285_20. PMID:33708662.
60. Arumugam S, Subbiah NK. A cadaveric study on the course of the cervical segment of the internal carotid artery and its variations. *Cureus*. 2020;12(4):e7663.
61. Netter FH. Atlas de anatomia humana. Rio de Janeiro: Elsevier; 2019. p. 602.
62. Castelnovo P, Dallan I, Tschabitscher M. Surgical anatomy of the internal carotid artery: an atlas for skull base surgeons. Berlin and Heidelberg: Springer-Verlag; 2013. p. 1-57. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-29664-2>.
63. Uno M, Takai H, Yagi K, Matsubara S. Surgical technique for carotid endarterectomy: current methods and problems. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2020;60(9):419-28. <http://dx.doi.org/10.2176/nmc.ra.2020-0111>. PMID:32801277.
64. Minter RM, Doherty GM. Current procedures surgery. New York: McGraw-Hill Education; 2010. p. 1147-70.
65. Markovic JN, Shortell CK, Rowe VL. Eversion carotid endarterectomy periprocedural care: patient preparation, monitoring & follow-up [citado 2021 set 10]. *Medscape*; 2020. <https://emedicine.medscape.com/article/1895401-periprocedure>
66. Foreman PM, Harrigan MR, Griessenauer CJ, Loukas M, Tubbs RS. Access to the carotid artery bifurcation: cadaveric study with application to nasotracheal intubation as a technique to improve access to a high carotid artery bifurcation. *Br J Neurosurg*. 2015;29(6):865-7. <http://dx.doi.org/10.3109/02688697.2015.1071331>. PMID:26312946.
67. Weiss RM, Smith HP, Smith HP, Patterson KA, Weiss RM. Patient positioning and nasal intubation for carotid endarterectomy. *Neurosurgery*. 1986;19(2):256-7. <http://dx.doi.org/10.1227/00006123-198608000-00013>. PMID:3748355.
68. Takigawa T, Yanaka K, Yasuda M, Asakawa H, Matsumaru Y, Nose T. Head and neck extension-fixation with a head frame for exposure of the distal internal carotid artery in carotid endarterectomy-technical note. *Neurol Med Chir*. 2003;43(5):271-3, discussion 273. <http://dx.doi.org/10.2176/nmc.43.271>. PMID:12790290.

Correspondência

Adenauer Marinho de Oliveira Góes Junior
Rua Domingos Marreiros, 307/802
CEP 66055-210 - Belém (PA), Brasil
Tel.: (91) 98127-9656
E-mail: adenauerjunior@gmail.com

Informações sobre os autores

NCN - Pós-doutor em Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

TTG - Especialista em Cirurgia do Aparelho Digestivo, Universidade Federal do Pará (UFPA).

CL - Cirurgiã dentista, Universidade Federal do Pará (UFPA).

Jl - Cirurgião bucomaxilofacial, Universidade Federal do Pará (UFPA).

AMOGJ - Pós-doutor em Ciência Cirúrgica Interdisciplinar, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); Membro titular e coordenador, Departamento Científico de Trauma, Sociedade Brasileira de Angiologia e de Cirurgia Vasculiar (SBACV).

Contribuição dos autores

Concepção e desenho do estudo: AMOGJ, NCN

Análise e interpretação dos dados: AMOGJ, NCN, TTG

Coleta de dados: CL, Jl, TTG

Redação do artigo: AMOGJ, NCN, TTG

Revisão crítica do texto: AMOGJ, NCN

Aprovação final do artigo*: NCN, TTG, CL, Jl, AMOGJ

Análise estatística: AMOGJ

Responsabilidade geral pelo estudo: AMOGJ

*Todos os autores leram e aprovaram a versão final submetida do J Vasc Bras. Material Suplementar

■ **ESTE ARTIGO ACOMPANHA MATERIAL SUPLEMENTAR.**

Tabela S1. Estudos experimentais que descrevem protocolos de acesso cirúrgico ao SDACI ou à BCA.

Tabela S2. Estudos clínicos que descrevem protocolos de acesso cirúrgico ao SDACI ou à BCA.

Este material está disponível como parte da versão online do artigo na página: <https://www.scielo.br/j/vb>