

# CEA時の顎二腹筋後腹の視覚化

本田 優

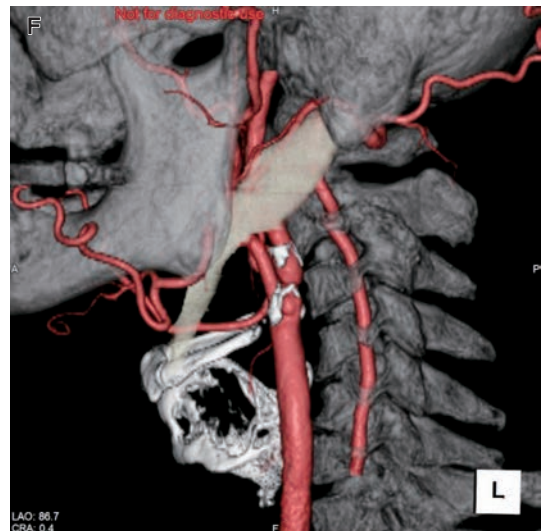
周南記念病院脳神経外科 〒744-0033 山口県下松市生野屋南 1-10-1

**内** 頸動脈内膜剥離術の術前計画時に、顎二腹筋後腹の位置を評価することは稀であるが、術中に内頸動脈遠位部に位置する同筋を処置することは稀ではない。同筋を画像処理・視覚化し手術計画に利点があるかどうかを検討した。顎二腹筋後腹の画像化は容易に行われ、分岐部の位置と参照し、到達困難度などの評価が可能と考えられ、画像に付け加える不利益はないと思われた。また舌骨と乳様突起の触知から簡易的に作成したマーキング線と参照することで、同筋を意識した皮膚切開線の作成が可能となり、このことは内頸動脈遠位部の術中処理の安全な遂行につながると思われた。

## Key Words

carotid endarterectomy, computed tomography angiography, styloid diaphragm

## Key Slide



(Received September 30, 2024; Accepted November 19, 2024)

## I. 緒言

内頸動脈狭窄症に対する内膜剥離術 (carotid endarterectomy : CEA) において, 分岐部 / 粥腫の位置の把握は, 術前の CT・MR 血管撮影 / 脳血管撮影などで得られた情報を用い, 椎体・下顎角との比較などから行われていることが多いと思われる<sup>1-5)</sup>. 一方 styloid diaphragm (SD) との位置関係から到達可能な位置かどうかを判断する報告などもある<sup>6)</sup>. SD の主な構成部である顎二腹筋後腹 (後腹) を視覚化した報告は渉猟し得なかった. 当院で行った CEA 症例から後腹の可

視画像を作成し, 手術計画に寄与する情報になり得たので, 症例を呈示しここに報告する.

## II. 対象・方法

### 1. 対象

2019 年 1 月 ~ 2024 年 6 月までの 5 年間に当院で著者が術者・第一助手としてかかわった CEA 治療患者 43 例で後腹を描出した 3D CT 画像を作成した.

### 2. CT 撮影プロトコール (Fig. 1)

64 列 multidetector CT [Revolution EVO (GEヘルスケア・ジャパン)] で撮影した, スライス厚・

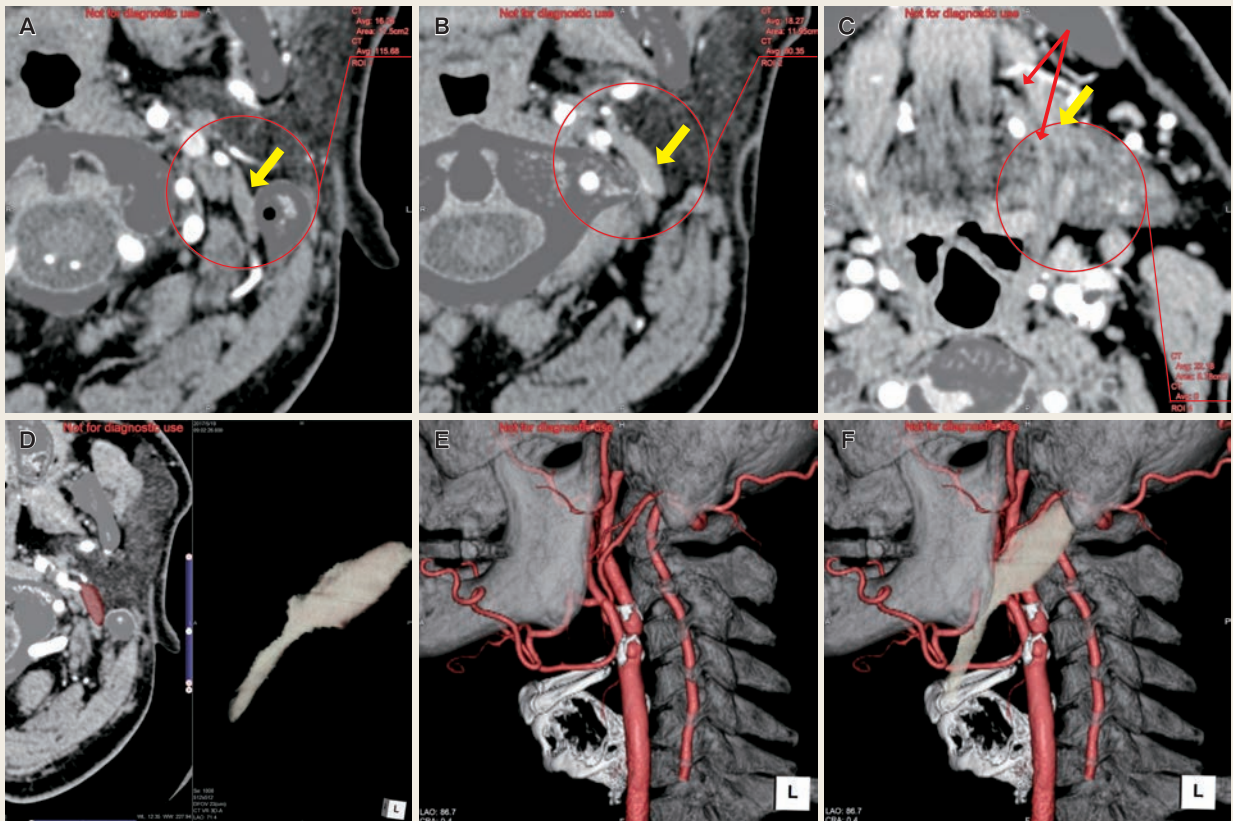
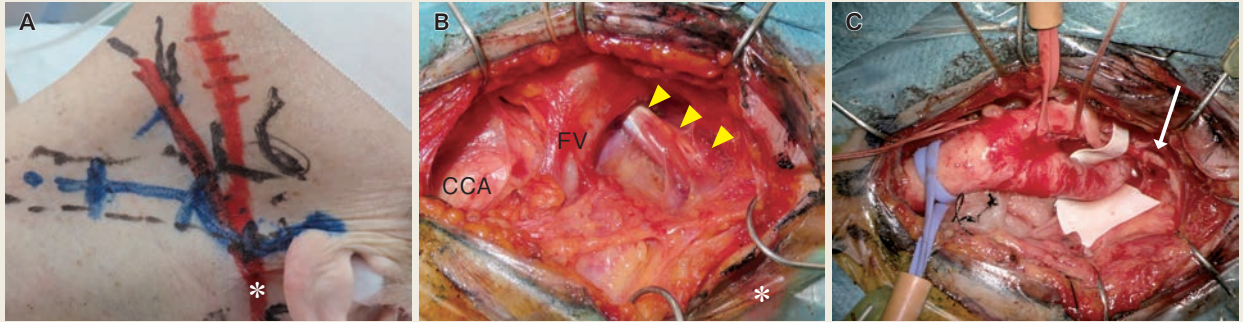


Fig. 1

Three-dimensional images were generated from computed tomography (CT) data using the 3D image analysis system 'Ziostation 2 Plus'. The posterior belly of the digastric muscle (PBDM, yellow arrows) was segmented using a region-growing technique (A-C). The hyoid bone (red arrows) was also segmented to construct 3D bony images. The segmented PBDM (D) was combined with previously reconstructed bones and vessels (E), resulting in the final 3D-reconstructed PBDM image (F).



**Fig. 2**

Case presentation. (A) The distal end of the posterior belly of the digastric muscle (PBDM) is marked with a white asterisk. (B) Following the skin incision and before flipping the carotid fat pad, the common carotid artery (CCA), facial vein (FV), and PBDM (arrowheads) were identified. The white asterisk corresponds to the exact location indicated in (A). (C) The carotid bifurcation and internal carotid artery are exposed. The white arrow indicates the distal site of the hypoglossal nerve.

間隔 0.625 mm：再構成関数 B50f の単純 CT データを Ziostation 2 Plus (ザイオソフト) に転送する。Ziostation 2 Plus の標準機能である 3D 解析を用いて、後腹 /SD の 3 次元画像を作成する。まずサブトラクション後の画像を用いて後腹を探し、ツールバーのフリーラインを利用して画像上で数カ所囲んで登録する。「追加または残す」を選択し、ウインドウ幅・深さを調節し、3D 表示する。得られた 3D 画像を、あらかじめ作成した骨・血管像と減算処理し 3D 画像を作成する。

### III. 症 例 (Fig. 2)

83 歳，女性。症候性左内頸動脈起始部狭窄に対し CEA を施行した。体位確保後のマーキングと術中写真とを比較した。後腹は術前のマーキングとほぼ同じ位置の深部に同定され，遠位に牽引することで，内頸動脈遠位部の観察および確保，舌下神経の剥離が容易となり，合併症なく，型どおり手術を終えた。

### IV. 結 果

3D CT 血管撮影データからの後腹描出は約 15

分で完遂でき，緊急性のない患者がほとんどのため，術前の治療計画に時間的な影響を与えることはなかった。後腹の視覚化は，乳様突起－下顎角のラインを参考に行っていた分岐部高位か否かの判定を不要とし，むしろ乳様突起－舌骨のラインを意識して画像を検討するようになった。また造影剤を使用しないで MR 血管撮影像と頸部単純 CT から作成するいわゆる fusion CTA においても，後腹描出は問題なく遂行でき，造影剤使用時の CTA との比較でも大きなずれがないことを確認した (Fig. 3)<sup>7, 8)</sup>。手術時間は  $142 \pm 38$  分で，後腹を視覚化して意識した結果，分岐部中高位病変では後腹をカバーする皮膚切開を心がけるなど，内頸動脈遠位側の処置がしやすくなった。後腹視覚化前後で手術時間の有意な延長・短縮は認めなかった。

### V. 考 察

SD は retromandibular space において耳下腺の深部に接して存在する帯状の膜様構造物で，茎状突起とそれに付着する 3 つの筋肉（茎突舌筋，茎突咽頭筋，茎突舌骨筋），2 つの靭帯（茎突下顎靭帯，茎突舌骨靭帯）および顎二腹筋後腹より

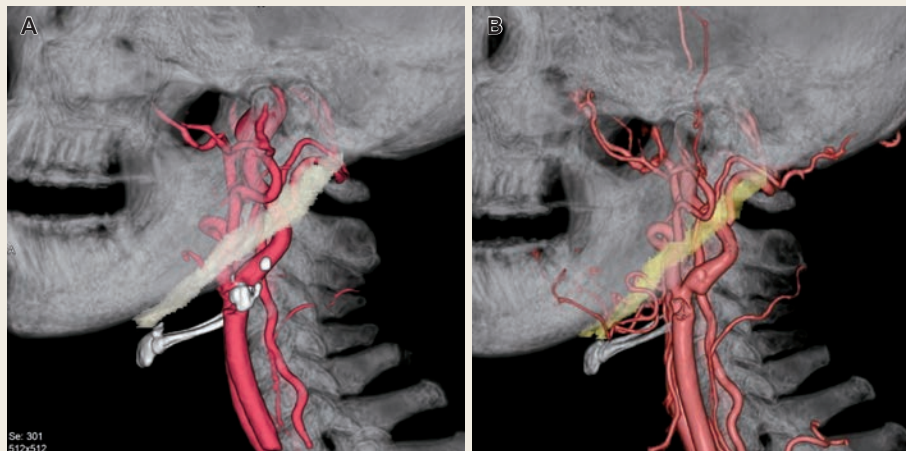


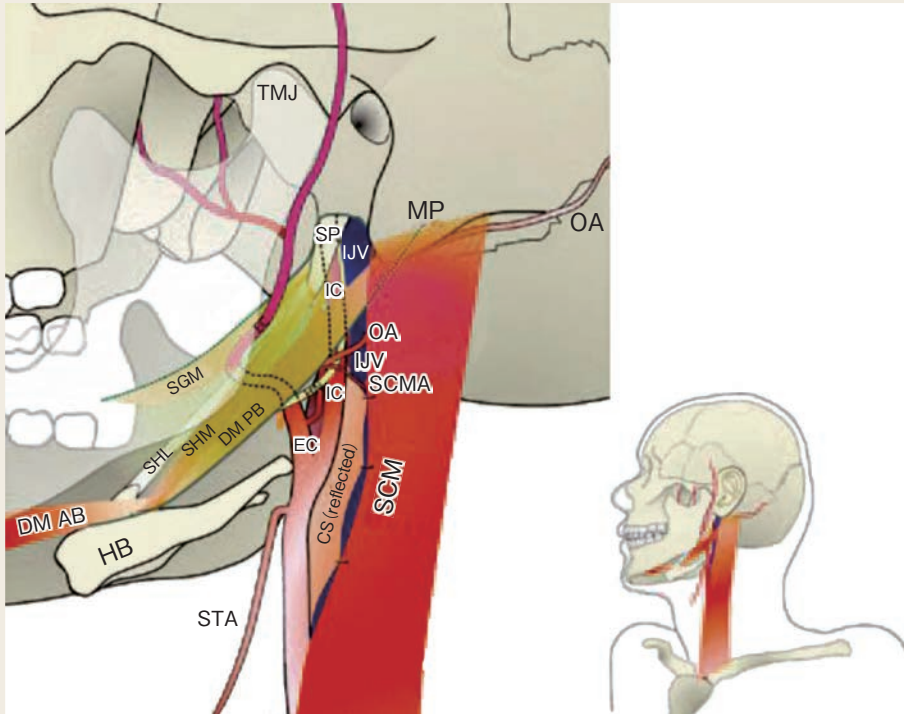
Fig. 3

Three-dimensional reconstructed images of the posterior belly of the digastric muscle (PBDM) and carotid artery were created using data from magnetic resonance angiography (A) and contrast-enhanced computed tomography angiography (B) of the same patient.

構成される<sup>6, 9)</sup>。手術の対象である内頸動脈遠位部は、内頸静脈とその間を併走する舌下神経とともに diaphragm 下縁と斜めに立体交差しながらその深部 (retrostyloid space) へと上行する (Fig. 4)<sup>6)</sup>。Diaphragm 下縁は後腹下縁に一致しているので、後腹の起始と停止、つまり側頭骨の顎二腹筋溝 (乳様突起内側) と舌骨小角を結ぶラインを目安にすれば、内頸動脈と後腹の交差部が高位かどうか判断できる<sup>6)</sup>。これまでは頸部単純写真側面像や、3D CT 血管撮影での骨像との融合画像上に、同ラインを PC 画面上で作成し、手術の際に参考としていた。今回のように後腹そのものを可視化することで、実際に術野に後腹をマーキングした際に、CEA 時の高位かどうかのより現実的な指標となった。3D 画像処理の際に、後腹のみを抽出しているのか SD として抽出しているのかの問題もあるかもしれないが、SD 下縁が後腹のため、上方構成成分が若干含まれているようが手術計画に支障を来す可能性は低いと考える<sup>2, 6, 9)</sup>。

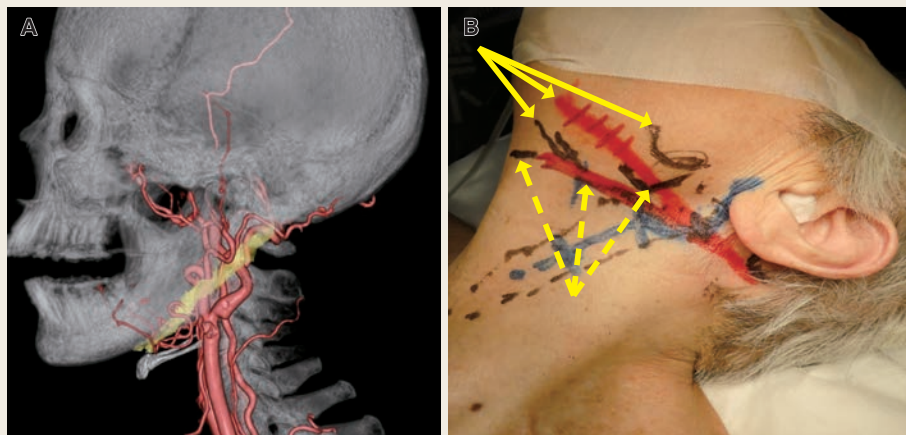
実際の手術時は、頭位を下顎挙上 / 対側へ回転

し固定するため、後腹は内頸動脈の縦軸に垂直方向に向かい、予想より若干低位になる<sup>2, 3)</sup>。術前の後腹のマーキングは、甲状軟骨の上位にある舌骨 (左右への可動性を触知することで同定) および乳様突起を触知し、メジャーを置いてなぞることで容易に可能である<sup>9)</sup>。後腹と皮膚切開線や胸鎖乳突筋との関係をおおまかに認識できるが、positioning 前後の比較では、皮膚の移動の影響もあり、SD、下顎角、舌骨の位置にずれが確認された (Fig. 5)。分岐部が中等度や高位の場合は、頭位固定後に 3D 描出化した後腹が相対的に若干低位になる可能性を念頭に置くべきだが、positioning に即した姿勢で 3D CT 撮影を行えば、より現実的な後腹画像作成が可能である<sup>8)</sup>。術中所見として、後腹の見え方は、よく見える、若干見える、または見えない、と症例 (分岐部や粥腫の位置) によって様々である。中 - 高位病変では必然的に遭遇するので、すでに行われていることであるが、同筋を牽引することで内頸動脈遠位までの観察が可能となるのはいうまでもない。



**Fig. 4**

A schematic illustration of the left styloid diaphragm, depicting its relationship with surrounding bony, vascular, and neural structures. CS: carotid sheath. DM AB: anterior belly of digastric muscle. DM PB: posterior belly of digastric muscle. EC: external carotid artery. HB: hyoid bone. HN: hypoglossal nerve. IC: internal carotid artery. IJV: internal jugular vein. MP: mastoid process. OA: occipital artery. SCMA: sternocleidomastoid artery. SGM: styloglossus muscle. SHL: stylohyoid ligament. SHM: styloglossus muscle. STA: superior thyroid artery. TMJ: temporomandibular joint. (Adapted from Figure 2 of Narumi O, et al: Surgical anatomy of styloid diaphragm for carotid endarterectomy in patients with high cervical carotid artery stenosis. *Surg Cereb Stroke (Jpn)* 38: 380-6, 2010. Courtesy of Japanese Society on Surgery for Cerebral Stroke.)



**Fig. 5**

A three-dimensional reconstructed posterior belly of digastric muscle (PBDM) (A) and preoperative marking (B). The red lines indicate the predicted PBDM, while the blue line represents the planned incision line. The dotted arrows, moving from anterior to posterior, indicate the hyoid bone, PBDM, and the mandibular angle. These three structures shifted from their preoperative marked locations after the head was fixed for surgery in the supine position.

## VI. 結 語

---

SD/顎二腹筋後腹の視覚化はCEA手術シミュレーションに有用で、造影剤使用困難例でのfusion CTAでも再現性も確認した。顎二腹筋後腹を意識した手術計画は、CEA選択の妥当性・内頸動脈遠位の丁寧な手術操作につながると考えられた。

## COI

本報告に際し開示すべきCOIはなく、患者からの同意ならびに院内倫理委員会の承諾を得ている(院内管理番号R06-04)。

## 謝 辞

本論文の執筆に際し、画像処理に携わった当院放射線科中村友哉技師に深謝申し上げます。

## 文献

---

- 1) 加治正知 ほか: Carotid Fat Pad Flip Method—頸動脈内膜剥離術における頸動脈三角の脂肪組織を利用した頸動脈露出法—. 脳卒中の外科 50:96-100, 2022
- 2) 川原一郎 ほか: 頸部頸動脈とstylohyoid-thyroid chainとの関係. 脳神経外科 48:963-6, 2020
- 3) 川原一郎 ほか: 舌骨に関連した血管障害. 脳卒中 45:295-302, 2023
- 4) Lasjaunias PL, et al: Common Carotid Bifurcation, 384-385 (Surgical Neuroangiography 1. Clinical Vascular Anatomy and Variations Second Edition. Springer, Berlin, 2001)
- 5) Lazaris AM, et al: Assessment of voice quality after carotid endarterectomy. Eur J Vasc Endovasc Surg 24: 344-8, 2002
- 6) 鳴海 治 ほか: 高位内頸動脈狭窄病変に対する頸動脈内膜剥離術における解剖に基づいた手術手技の工夫—Styloid Diaphragmの解剖を中心に—. 脳卒中の外科 38:380-6, 2010
- 7) Inoue A, et al: Usefulness of the fusion imaging of 3D-CT and MRA for carotid artery stenting with minimum use of contrast medium in patient with renal dysfunction. Interv Neuroradiol 21: 277-81, 2015
- 8) Kikuchi J, et al: Preoperative Novel Magnetic Resonance Fusion Imaging for Carotid Endarterectomy Patients with Contrast Contraindications: A Pilot Study. World Neurosurg 175: e1075-88, 2023
- 9) 三枝英人: 舌骨上筋群の解剖. 耳展 53:246-53, 2010

# Visualization of the posterior belly of digastric muscle and styloid diaphragm for carotid endarterectomy

Masaru HONDA

Department of Neurosurgery, Shunan Memorial Hospital

In carotid endarterectomy (CEA) for internal carotid artery stenosis, the location of the carotid artery bifurcation or the atheroma is often determined using preoperative three-dimensional (3D) computed tomography (CT), magnetic resonance (MR) angiography, or cerebral angiography information, comparing it with the height of the vertebral body and mandibular angle. On the other hand, some reports assess whether the location is accessible based on its relationship with the styloid diaphragm (SD). In CEA cases, we identified and examined the posterior belly of the digastric muscle (PBDM), which is a major component of the SD, to determine if it could provide useful information for surgical planning. 3D images were drawn from CT using the 3D image analysis system 'Ziostation 2 Plus'. Multiple images of PBDM were extracted by region growing. The created PBDM was smoothly fused with the already constructed bones and vessels without additional time expenditure. The visualization of the SD and PBDM was found to be useful in CEA surgical simulation. Reproducibility was also confirmed with fusion CT angiography in cases where the use of contrast agents was difficult. By planning the incision and surgery with the PBDM in mind, it is believed that meticulous surgical manipulation of the distal internal carotid artery can be achieved.