

## 上行咽頭動脈の発生と variation

東海大学医学部脳神経外科

重松秀明 キッティポン・スィーワッタナクン

Key word: ascending pharyngeal artery, anatomy, embryology

### 【正常解剖】

#### 上行咽頭動脈の起始

上行咽頭動脈(APA)は 80%が外頸動脈から分枝する (56%は内側壁, 44%は後壁)。内頸動脈、総頸動脈分岐部からも分枝しうる。後頭動脈・舌動脈・顔面動脈との共通管となる場合もある。<sup>1)</sup>

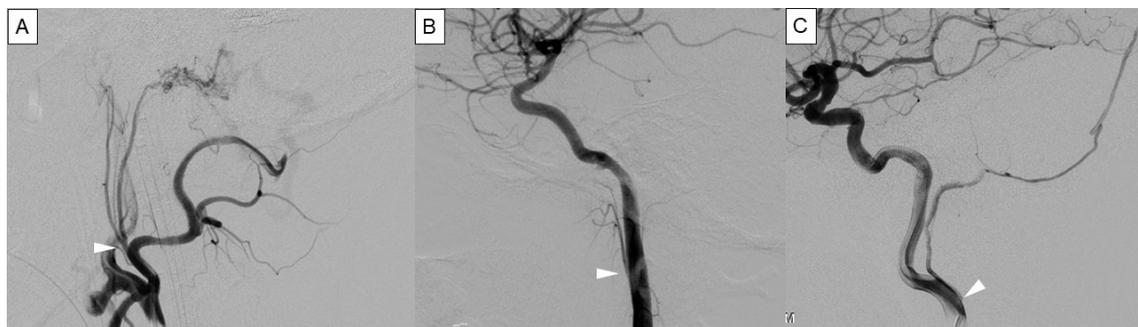
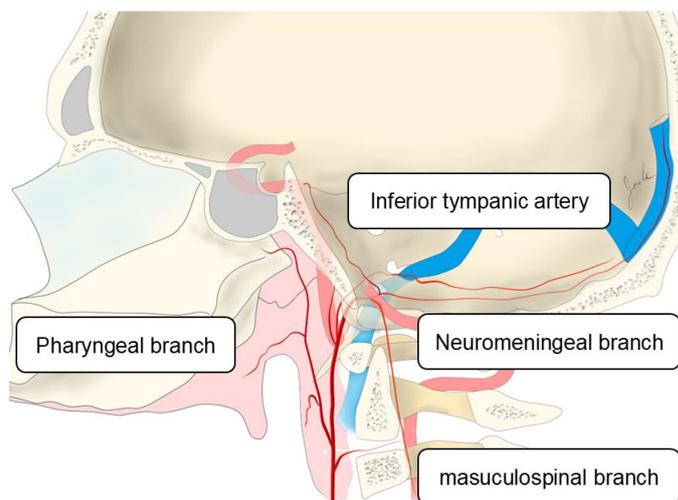


図1 APA 起始の variation

A: 後頭動脈との共通管 B: 内頸動脈起始の PA(pharyngeal branch) C: 内頸動脈起始の APA(neuromeningeal branch) 白矢頭は APA 起始部を示す。全て側面像。

#### 上行咽頭動脈の分枝

- ① Pharyngeal branch
- ② Inferior tympanic artery
- ③ Neuromeningeal branch
- ④ Musculospinal branch



#### Pharyngeal branch

Inferior branch, middle branch, superior branch の 3 つの分枝があり, 鼻咽頭, 口腔咽頭の正中から傍正中の粘膜を栄養する。この中で特に注意すべき血管は、superior branch である。superior branch から carotid branch が分枝する。carotid branch は、carotid canal から foramen lacerum を通って cavernous sinus まで上行し、recurrent artery of foramen lacerum や inferolateral trunk と吻合す

る。また、superior division は耳管開口部まで達して、eustachian branch を分枝し、耳管内を栄養すると共に、accessory meningeal artery や internal maxillary artery の分枝で翼口蓋窩から後方に向かう pterygovaginal artery、vidian artery とも吻合する。Ascending palatine artery が pharyngeal branch から分岐することもあり、顔面動脈や舌動脈とも吻合を持つ。

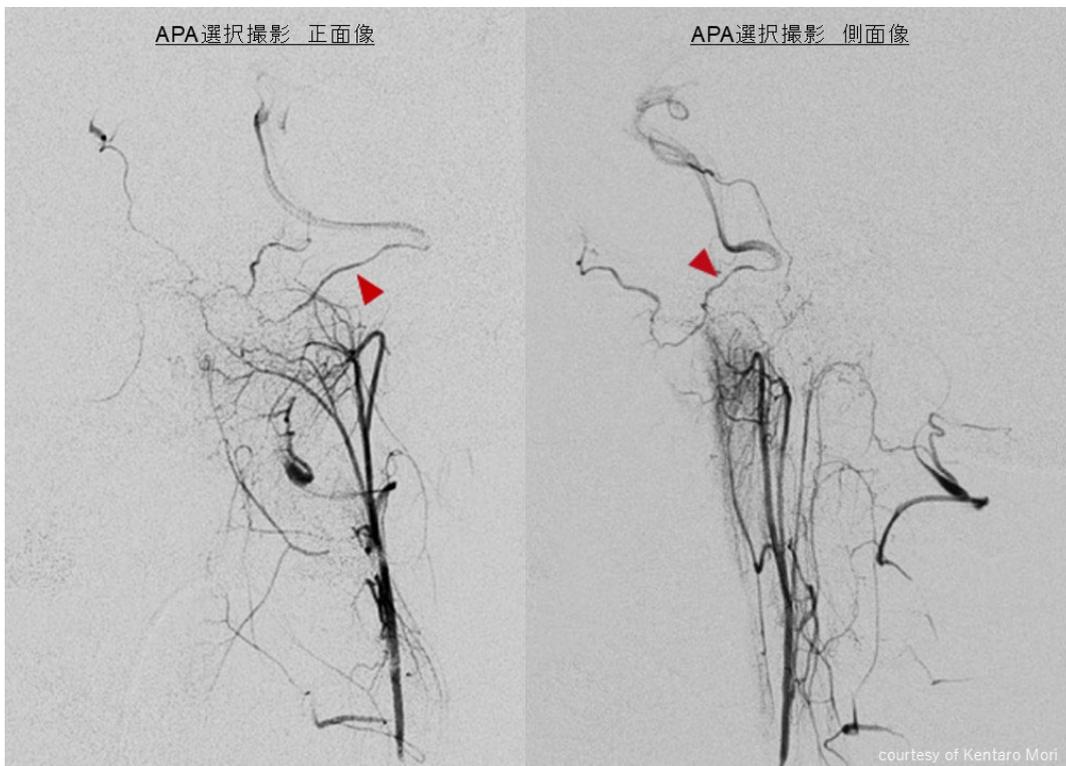


図2 APA 選択撮影

APA 選択撮影で、内頸動脈が描出されている。赤矢頭は、superior branch から分岐する carotid branch を示す。

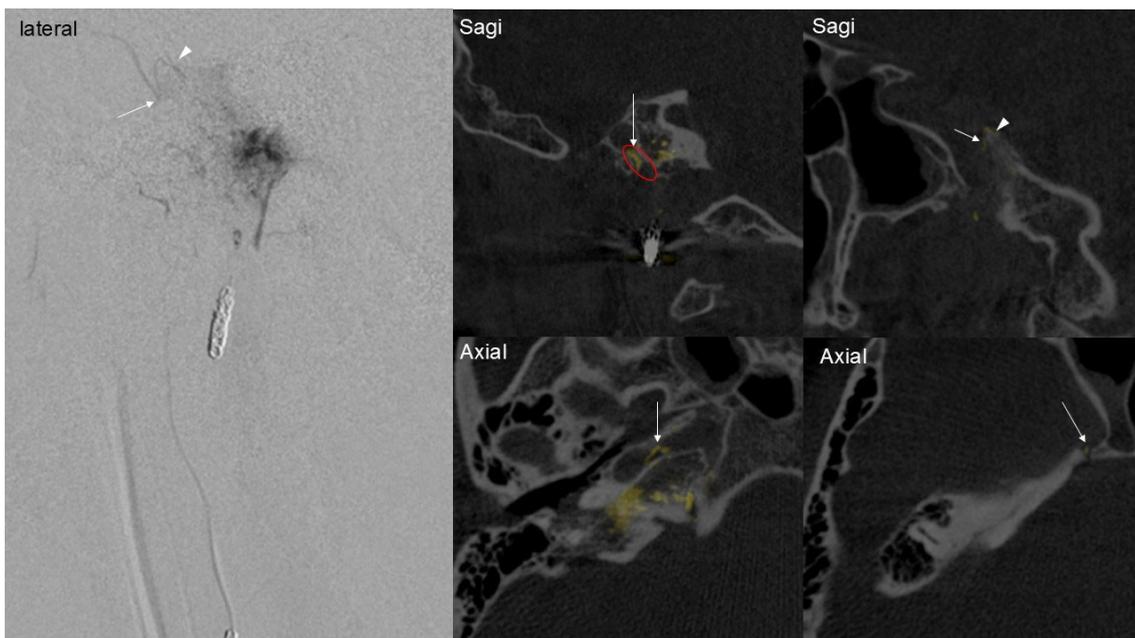


図3 APA pharyngeal branch の superior branch 選択造影とその MIP 画像

白矢印: carotid branch, 白矢頭: clival artery, 赤丸 : carotid canal  
carotid branch は、carotid canal を通って cavernous sinus まで上行する。この症例では、APA neuromeningeal branch から斜台を上行する clival artery との吻合も確認することができる。

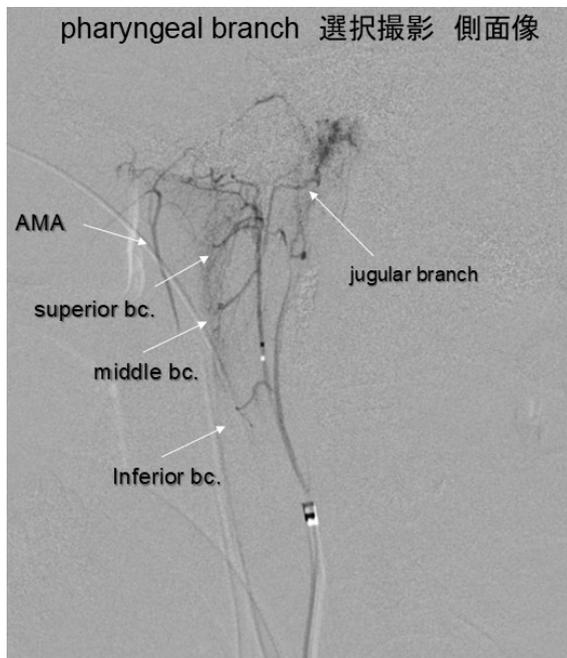


図4 Pharyngeal branch 選択撮影側面像  
Superior branch より咽頭粘膜を介して accessory meningeal artery が描出される。

### Inferior tympanic artery

APA の pharyngeal branch や neuromeningeal branch、APA 本幹から起始する。Inferior tympanic artery は Jacobson canal を通って、鼓室の下部に第 IX 脳神経の鼓室枝とともに入り、3つの分枝に分かれる。上行枝は深錐体神経とともに走行し MMA の petrosal branch と吻合する(superior tympanic artery)。前枝は第 IX 脳神経の鼓室枝と内頸動脈神経叢との神経吻合と伴走する caroticotympanic artery や internal maxillary artery から分枝する anterior tympanic artery と吻合する。後枝は顔面神経管に向かい stylomastoid artery と吻合する(posterior tympanic artery)。

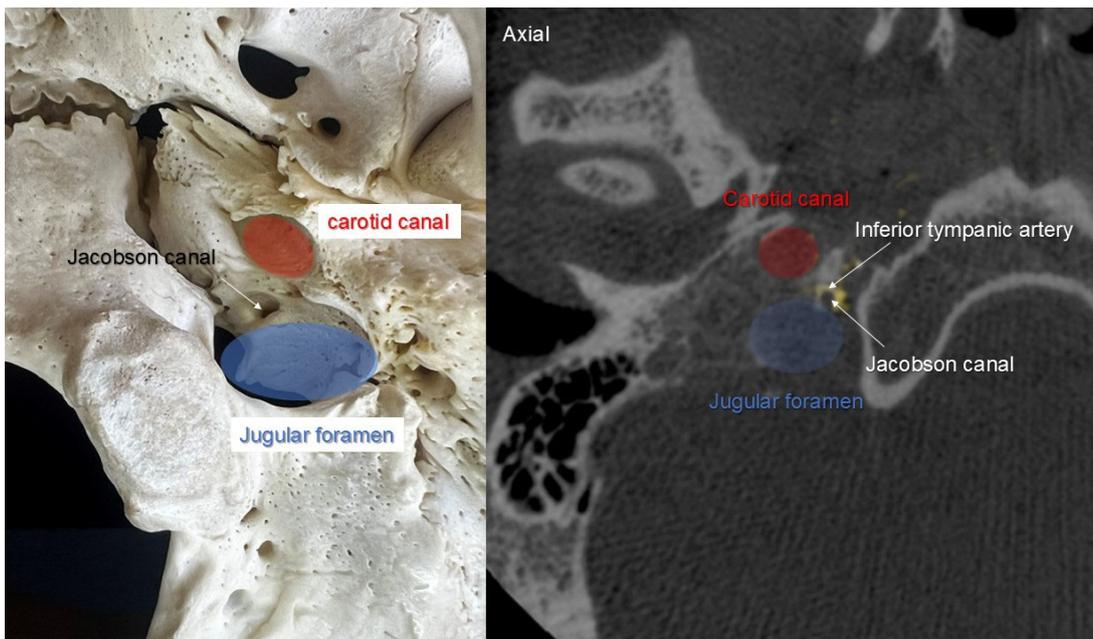


図 5: Jacobson canal を通る inferior tympanic artery  
 頭蓋骨を下方から撮影した写真。carotid canal と jugular foramen の間に jacobson canal は開口する。inferior tympanic artery は第 IX 脳神経の鼓室枝と共に jacobson canal から側頭骨鼓室内に入る。

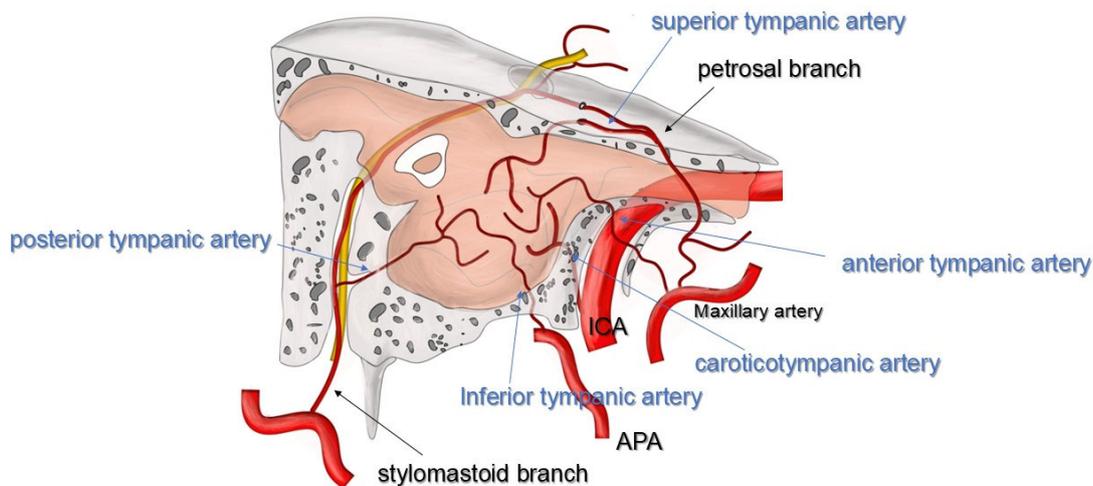


図 6: 鼓室内での tympanic artery の吻合のシエーマ

### Aberrant ICA

APA の inferior tympanic branch と caroticotympanic artery により遠位 ICA が栄養される variant であり、ICA の起始部から caroticotympanic artery 分岐部までの segmental agenesis における側副血行路である。aberrant ICA は jacobson canal を通って垂直に鼓室に入り、前方に屈曲し頸動脈管に達する。頸動脈管の近位側は形成不全をともなう。

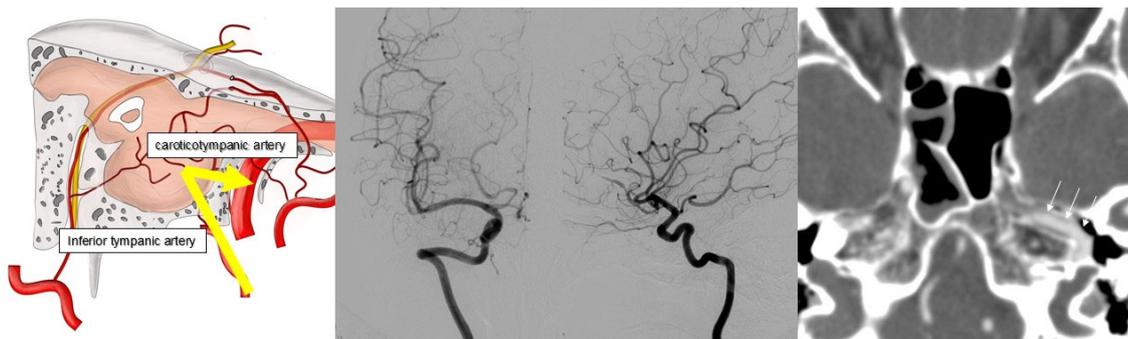


図 7 : Aberrant ICA

右内頸動脈造影検査正面像で内頸動脈は外側を走行し、鼓室内で屈曲し内頸動脈管へ向かう。造影 CT MIP axial 像で、側頭骨内を横走する内頸動脈を認める。

### Neuromeningeal branch

- ① Hypoglossal branch
- ② jugular branch

#### Hypoglossal branch

hypoglossal canal を通って第 XII 脳神経を栄養し、頭蓋内に入り後頭蓋窩の硬膜を栄養する。Hypoglossal branch は descending branch を分枝し、VA の anterior meningeal artery と共に odontoid arcade を形成する。さらに、斜台を上行する medial clival artery を分枝し、内頸動脈の硬膜枝と吻合する。

#### jugular branch

jugular branch は jugular foramen を通って頭蓋内に入り、第 IX, X, XI 脳神経を栄養する。jugular fossa 内で 2 つの分枝に分かれる。内側枝は latero clival fissure を通る inferior petrosal sinus に沿って上行し lateral clival artery と吻合する。外側枝は後方へと sigmoid sinus に沿って走行し主に後頭蓋窩の硬膜を栄養する。

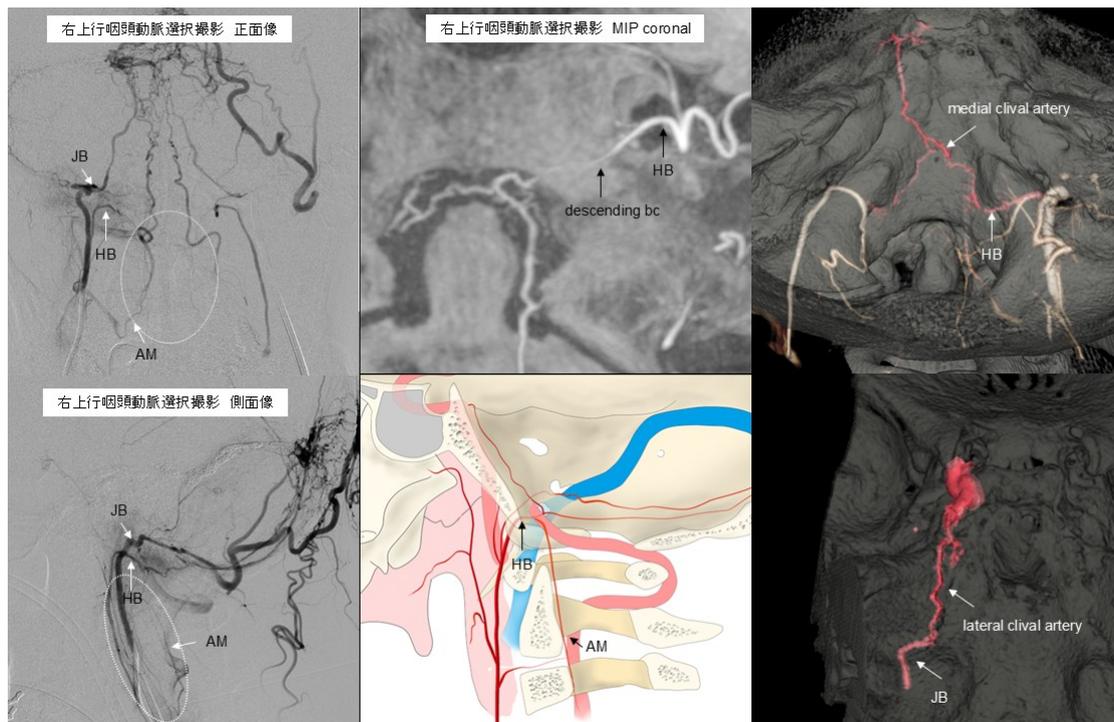


図 8 : odontoid arch と clival artery  
 AM: anterior meningeal artery HB: hypoglossal branch JB: jugular branch 白丸点線 : odontoid arch

### Musculospinal artery

後外側下方に分岐する branch であり、VA、deep cervical artery や ascending cervical artery 、 OA と吻合する。

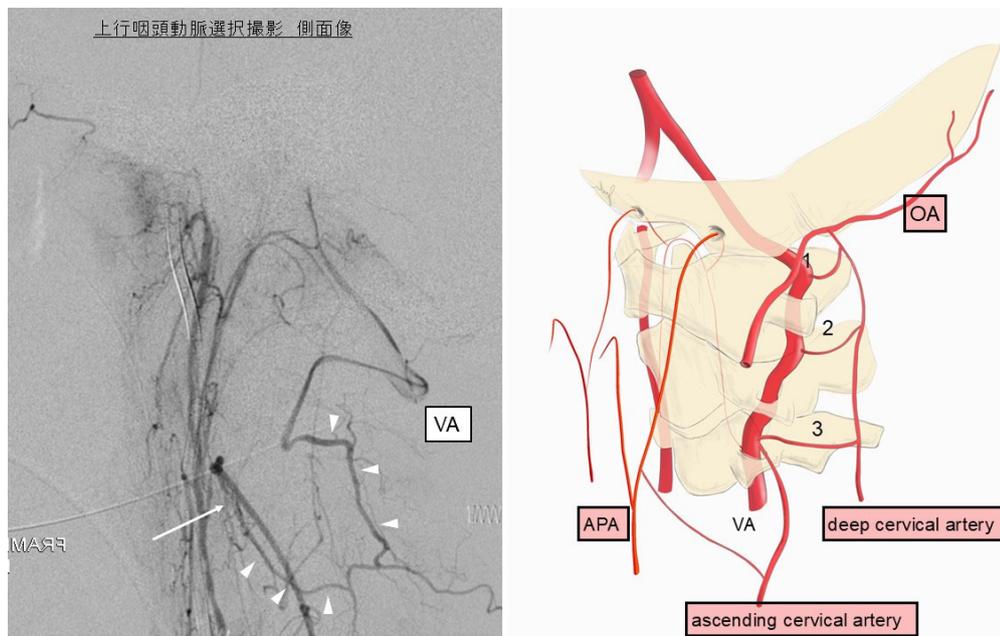


図 9 : Musculospinal artery と吻合する血管  
 白矢印: musculospinal artery。それぞれの segmental artery で軟部組織（皮下組織、筋肉）において、VA、deep cervical artery や ascending cervical artery、OA と吻合する。

【発生から ascending pharyngeal artery の variation を考察する】  
 上行咽頭動脈の発生

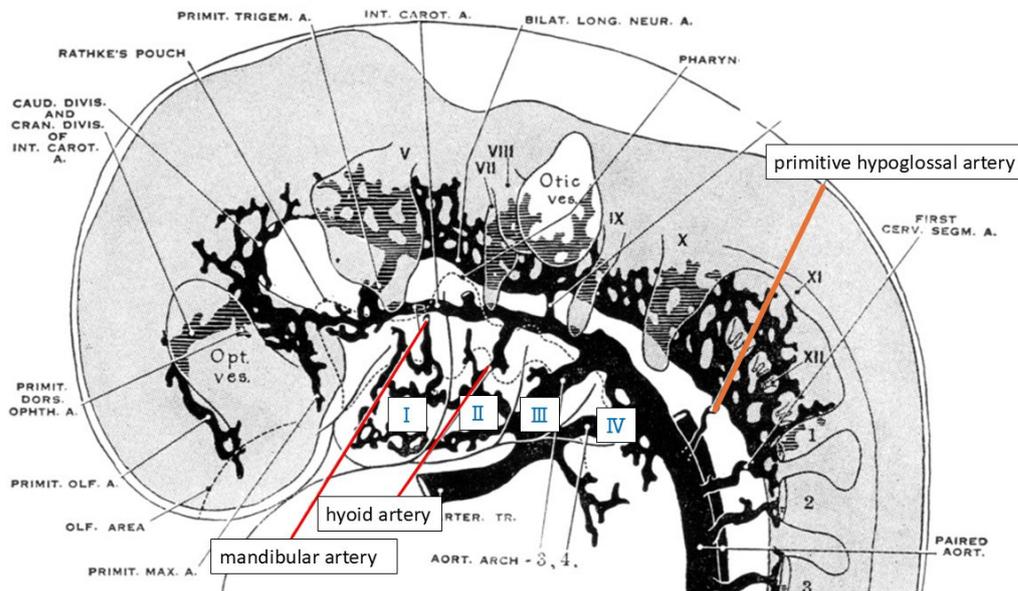


図 10: 胎児長 4mm

発生第3週から第4週に、腹側に咽頭弓構造、背側には体節構造が出現する。咽頭弓は第1から第4までであり、それぞれ骨、筋、神経、血管の構成要素をもつ。血管要素は第1から第4大動脈弓である。第1咽頭弓は第V2-V3脳神経、第2咽頭弓は第VII脳神経、第3咽頭弓および第4咽頭弓はそれぞれ第IX脳神経、第X脳神経が関係する。第1および第2咽頭弓の血管要素は stapedial artery および ventral pharyngeal artery である。第3咽頭弓神経であるIXと第4咽頭弓神経であるXは、APAが栄養血管となっていることを考慮すると、第3咽頭弓の血管要素は、APAの可能性が考えられる。

体節構造は頭側から尾側にかけて31対の体節が形成され、それぞれ背側大動脈 (dorsal aorta) から一対の segmental artery が分枝する。dorsal aorta と longitudinal neural artery をつなぐ C1 の segmental artery, C2 の segmental artery として、proatlantal artery type I, proatlantal artery type II があり、これが後の OA の一部となる。その頭側の segmental artery が primitive hypoglossal artery で、APAの一部である hypoglossal branch となる。longitudinal neural artery の縦方向への吻合による椎骨動脈形成に伴い、primitive trigeminal artery や primitive hypoglossal artery は退縮する。

APAの pharyngeal branch は、鼻咽頭という明らかな咽頭弓構造を栄養し、咽頭弓動脈である internal maxillary artery と豊富な吻合をもつ。第3大動脈弓は内頸動脈の近位部になるが、その基部から PHA が起始する。PHA からは第1, 第2大動脈弓と連絡する血管も分岐しており、これがのちの APA pharyngeal branch になると考えられている。

したがって、APA は、体節構造と咽頭弓構造の両方にまたがる血管と考えられる。

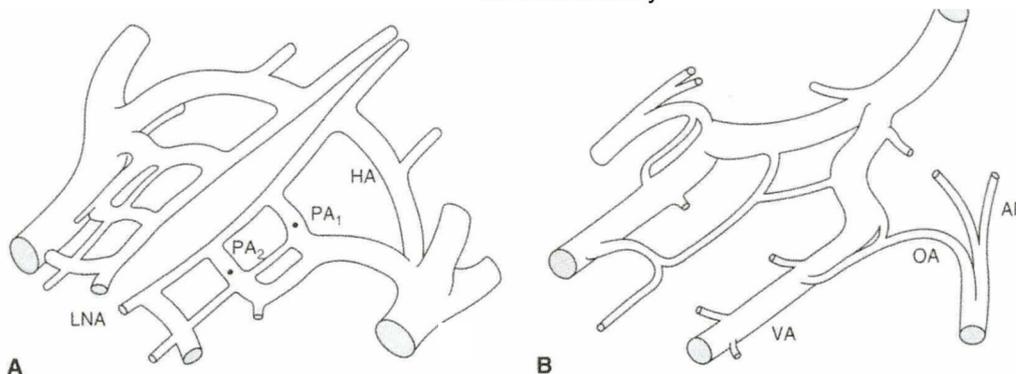
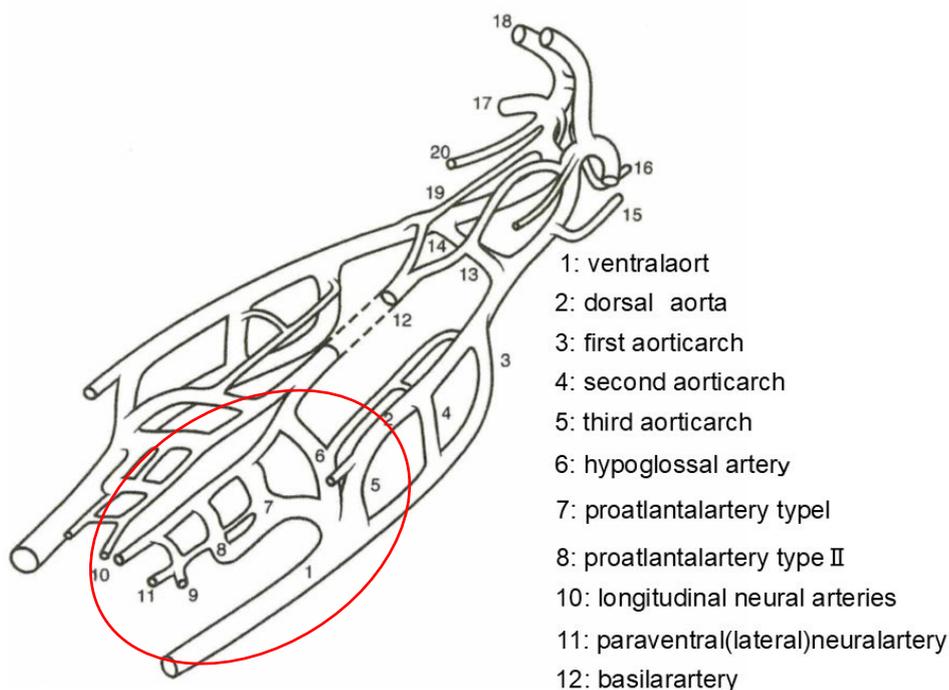


図 11: view of the embryonic cranial arteries (Surgical Neuroangiography vol 1)

PHA の遺残である APA および OA は、segmental artery である LNA (longitudinal neural artery), paraventral (lateral) neural artery と咽頭弓血管である aortic arch との間を走る血管であり、いずれとも豊富な吻合を持ちうる。

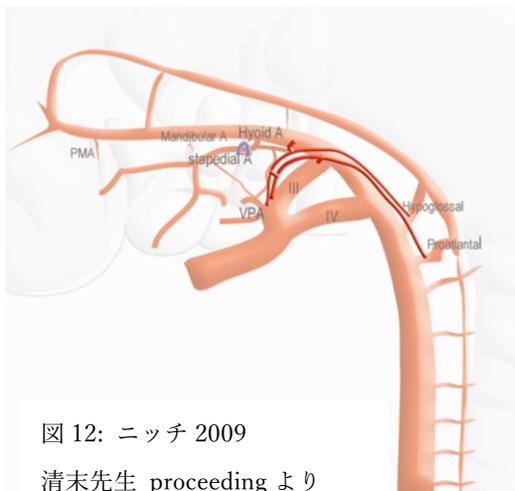


図 12: ニッチ 2009  
清末先生 proceeding より

PHA の位置については、Padget の観察と Lasjaunias のシエーマで相違があることには注意が必要である。Lasjaunias によれば PHA は第 3 大動脈弓のやや近位でその背側から分岐するとしているが、Padget によれば PHA は第 4 大動脈弓よりもさらに尾側から分岐している。仮に、Padget の説が正しいとなると、外頸動脈との位置関係を考慮すると発生過程でやや頭尾方向に距離のある吻合が形成されることになる。PHA や proatlantal artery type 1 の遺残と考えられる後頭・咽頭動脈系の多くが外頸動脈から供血される点を考慮すると、Lasjaunias のシエーマの方が理解しやすい。

マウス胚の血管構築を電子顕微鏡で観察した報告では、妊娠 9.5 日に dorsal aorta と longitudinal neural artery を繋ぐ plexus 様の血管が確認でき(白矢印)、妊娠 10 日に、第 3 動脈弓の高さ(白矢印)と第 4 動脈弓の高さ(白矢頭)の dorsal aorta と longitudinal neural artery を繋ぐ血管と確認できる。dorsal aorta の消退とともに妊娠 13 日に primitive external carotid artery から血流を受けように変化する<sup>2)</sup>。

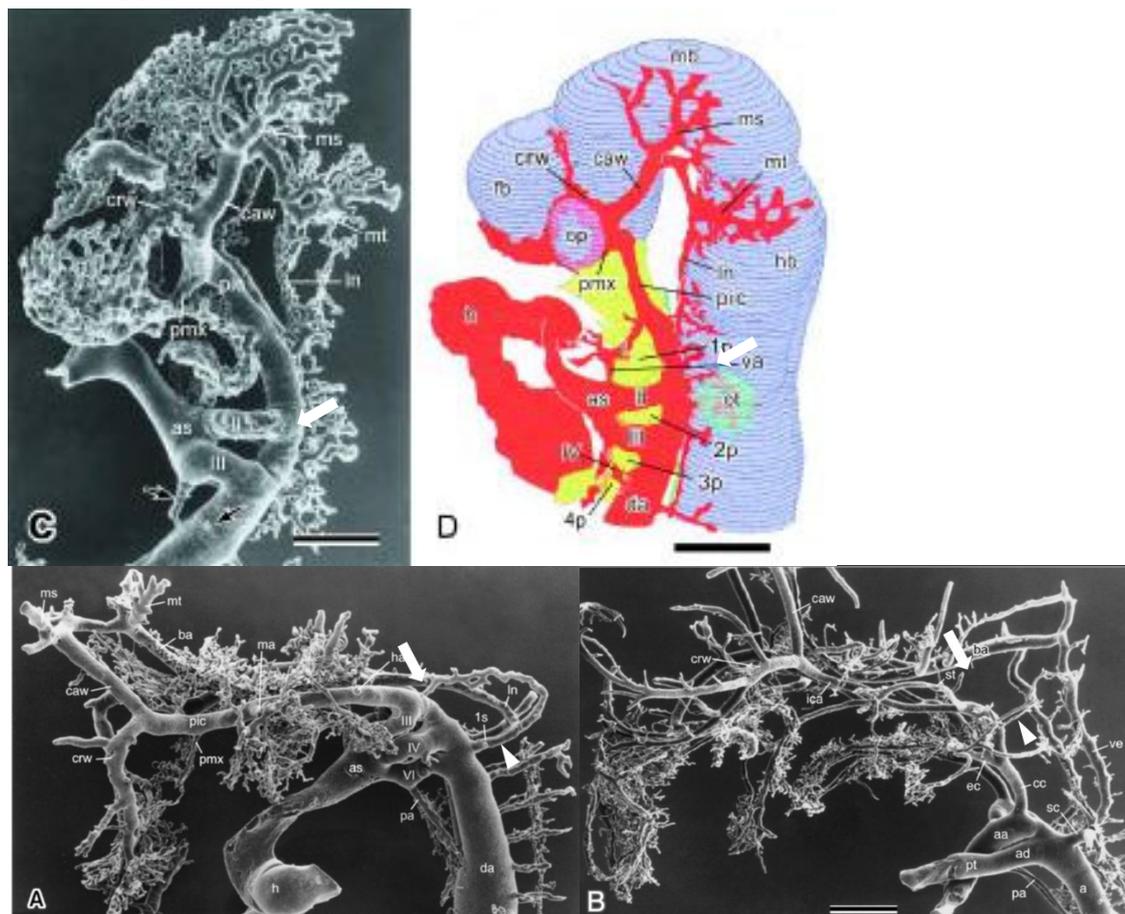


図 13 参考文献 2 マウスの電子顕微鏡写真  
白矢印の血管は、Lasjaunias の言及していた primitive hypoglossal artery と考えると理解しやすい。

内頸動脈起始の APA pharyngeal branch と neuromeningeal branch (hypoglossal branch)

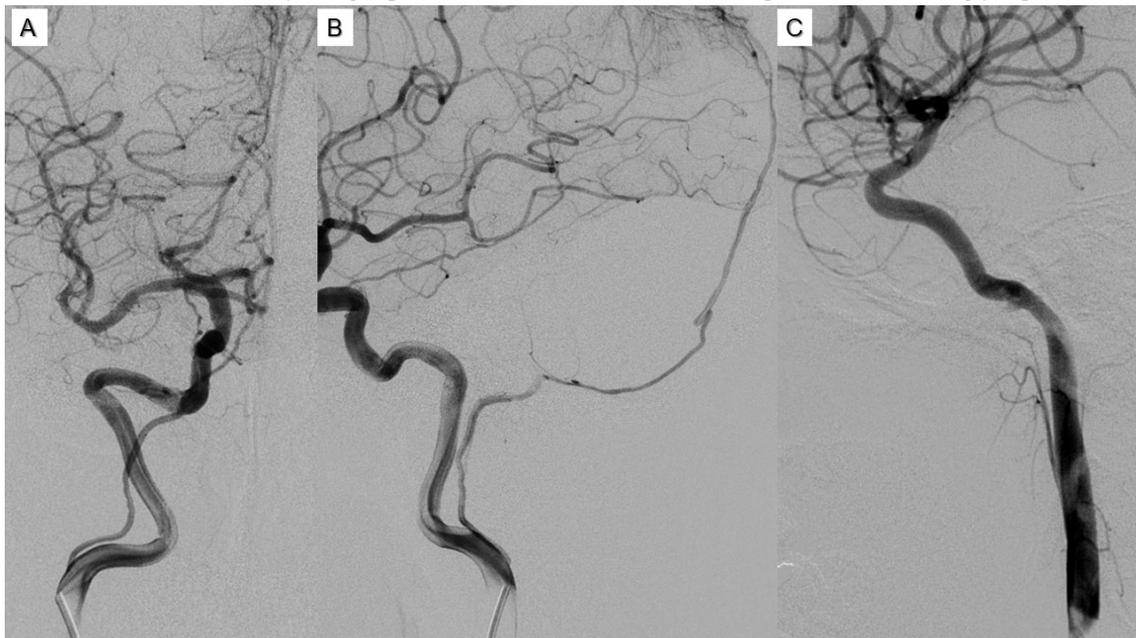


図 14 APA 起始部の variation を示す。A、B: 右内頸動脈撮影正面像・側面像。体節構造の segmental artery の hypoglossal branch が遺残した結果、内頸動脈起始の hypoglossal branch が生じたと考えられる。C:内頸動脈撮影塞栓像： 鯨弓構造の第 1-3 大動脈弓の一部が遺残した結果、内頸動脈起始の pharyngeal branch が生じたと考えられる。

Persistent hypoglossal artery (PHA)

PHA が完全に遺残した遺残舌下動脈は 0.027-0.29%の頻度で見られるとされ、遺残動脈吻合の中では遺残三叉動脈に次ぎ 2 番目に頻度が高い。胎生期の hypoglossal branch は ICA の起始部から分枝する。第 XII 脳神経とともに hypoglossal canal を通って後頭蓋窩に入り、脳幹の腹側面で対側の vertebral artery と吻合する。同側の vertebral artery は通常低形成である。

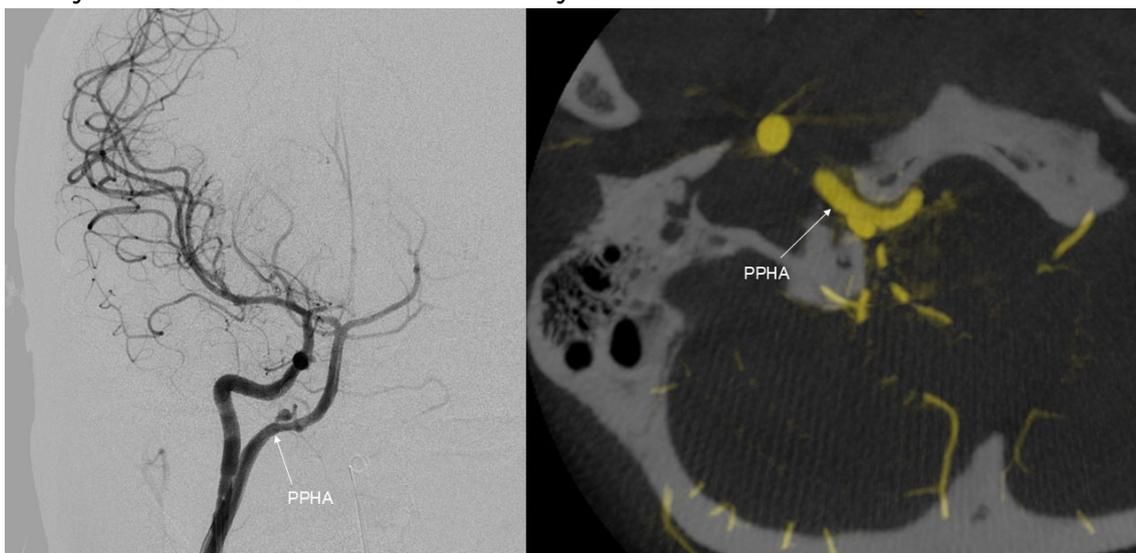


図 15 Persistent hypoglossal artery

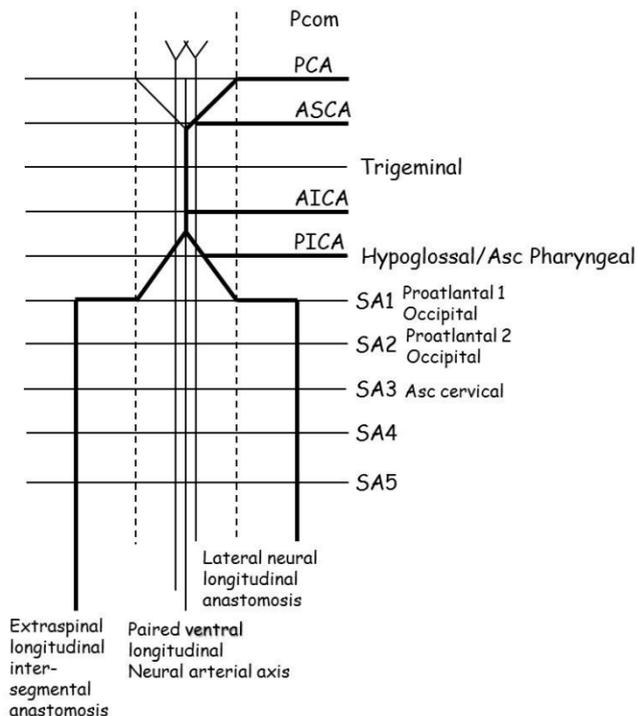


図 16: Longitudinal anastomosis and carotid-basilar anastomosis のシエーマを示す (Surgical Neuroangiography vol 1、ニッチ 2018 宮本先生 proceeding より)  
 横方向の segmental artery と縦方向の longitudinal anastomosis で作られるはしご状の network により、様々な variant が発生する。(OA-VA anastomosis, VA origin OA, VA intradural course, VA duplication, OA origin PICA)

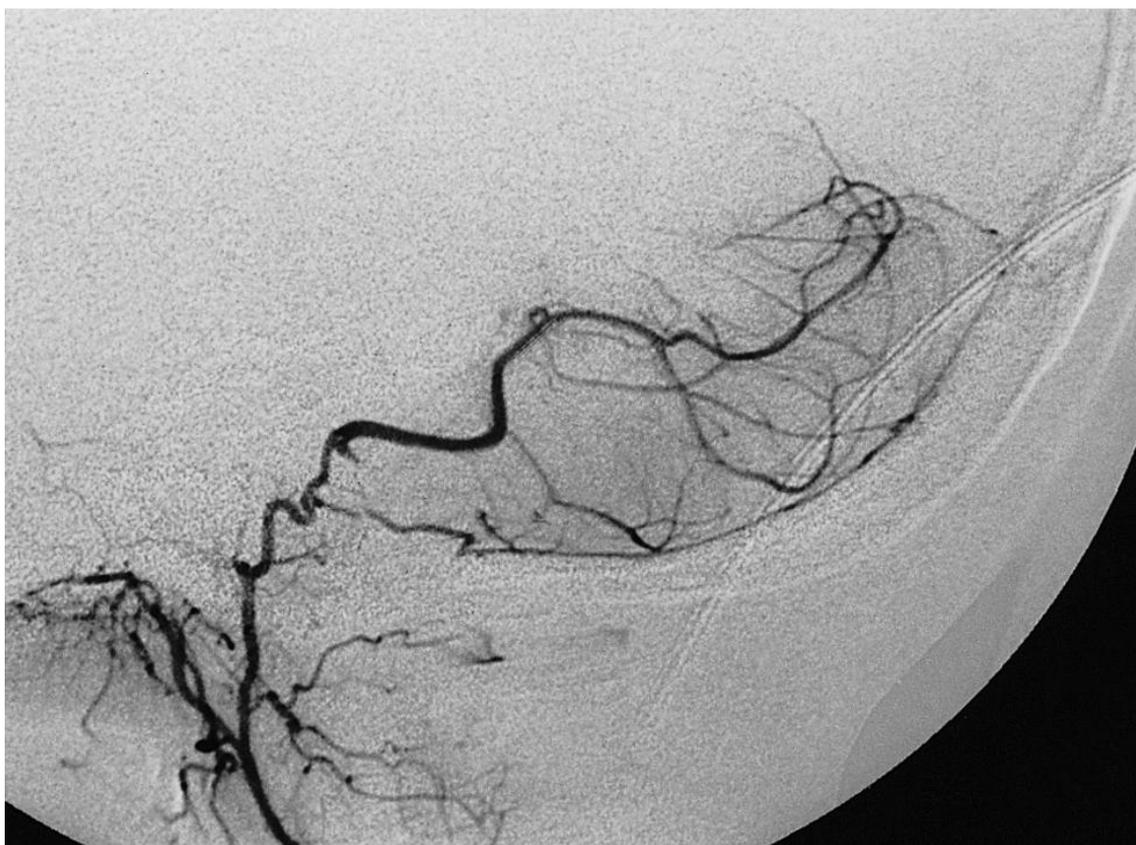


図 17 : APA hypoglossal branch より PICA が描出

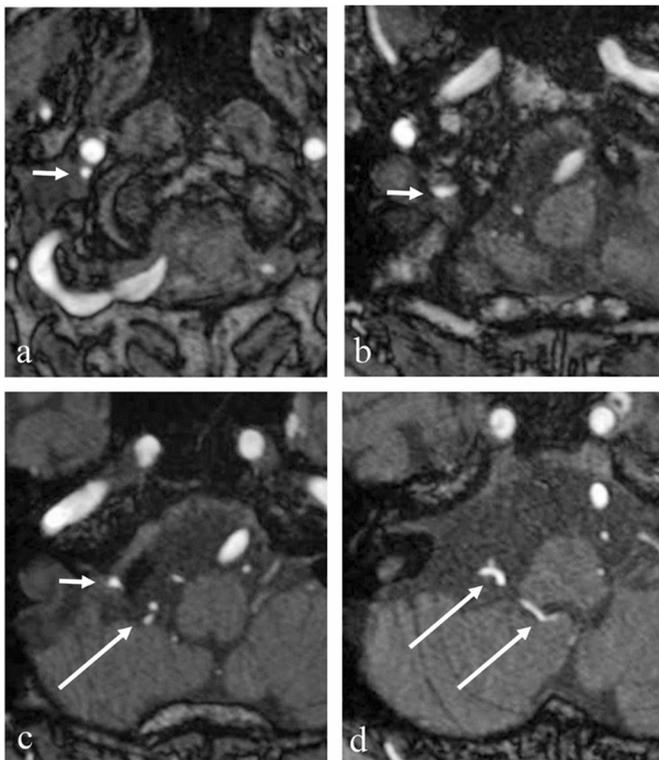


図 18 : APA jugular branch より PICA が描出<sup>3)</sup>  
 小さな白矢印は jugular branch を示し、図 18 - Cにおいて頸静脈孔を通過する jugular branch が PICA(大きい矢印)を分枝している。APA jugular branch から PICA が分枝する症例は非常に稀である。おそらく、APA の jugular branch の発生には、栄養する神経から第 3-4 大動脈弓の関与が考えられるが、発生の詳細な記述は乏しい。

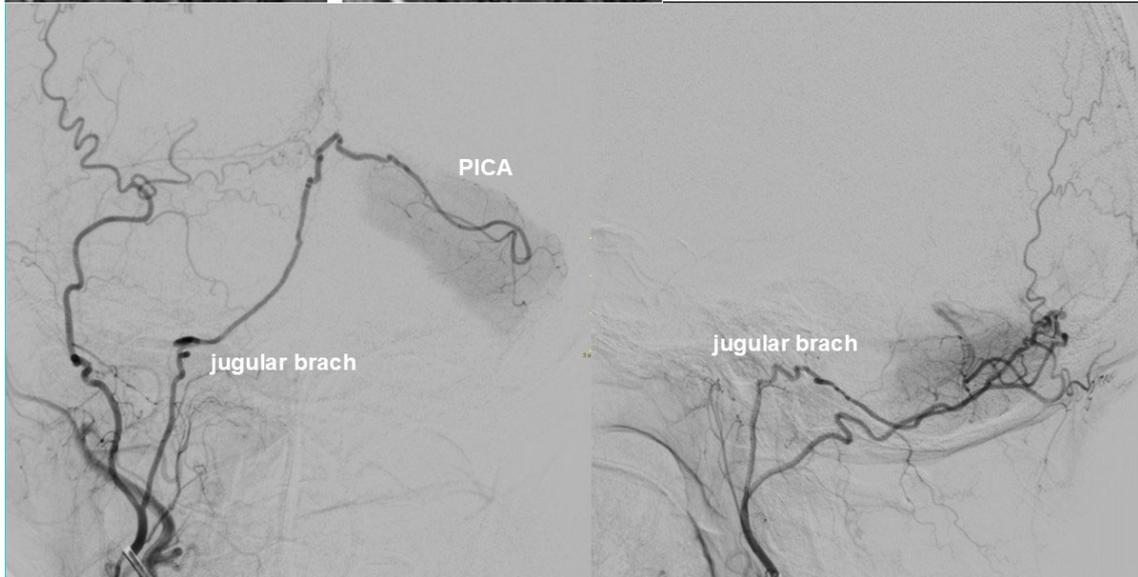
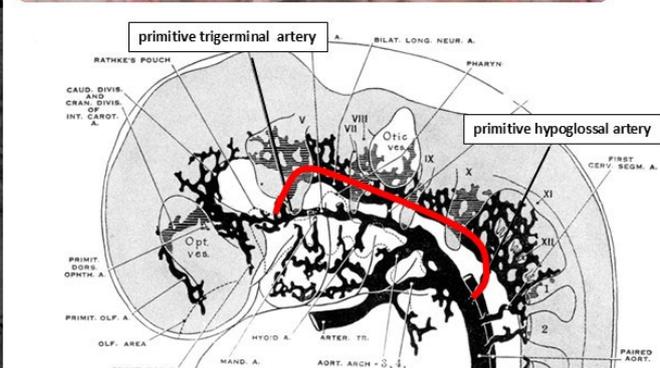
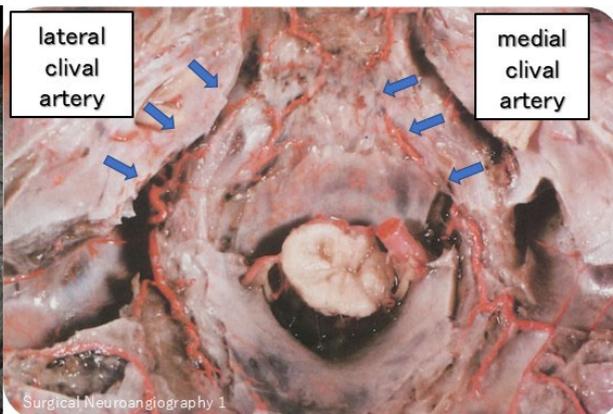
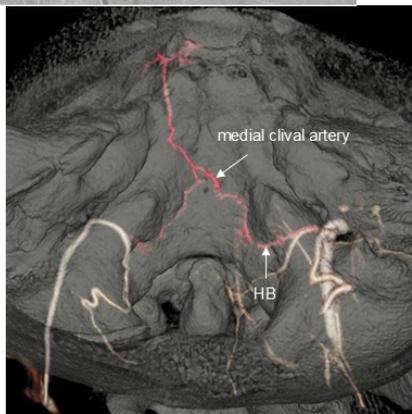


図 19: OA と共通管の APA jugular branch より反対側 PICA が分枝している。

Odontoid arch と clival artery



lateral clival artery および medial clival artery は、primitive trigeminal artery の遺残であり、PHA と同様の segmental artery と考えられる。それゆえ、longitudinal anastomosis を介した縦方向の PTA や PHA、それ以下の segmental artery との血管吻合が存在する。VA の C3 segment である anterior meningeal artery と PHA の odontoid arch を介する上下方向の吻合、clival artery と hypoglossal branch (jugular branch)の上下方向の吻合、左右をつなぐ横方向の吻合は発生学的に説明することがで

きる。C3 の segmental artery は、脊髄型の分節性の血管構築と脳型の分節性の血管構築の移行部の血管と考えられており、odontoid arch を介する左右の吻合は、胸腰椎レベルにおける椎体後面を走る dorsal somatic branch を介した横方向の吻合に相当する。

**【参考文献】**

- 1) Cavalcanti DD, Reis CV, Hanel R, et al: The ascending pharyngeal artery and its relevance for neurosurgical and endovascular procedures. *Neurosurgery* 2009; 65: 114-120; discussion 120.
- 2) Hiruma T, Nakajima Y, Nakamura H: Development of pharyngeal arch arteries in early mouse embryo. *J Anat* 2002; 201: 15-29.
- 3) Uchino A, Ohno H, Kondo R, et al: Ascending pharyngeal artery-posterior inferior cerebellar artery anastomosis via the jugular foramen: a case report and literature review. *Surg Radiol Anat* 2021; 43: 1019-1022.
- 4) Lasjaunias P, Berenstein A, Brugge KT. *Clinical Vascular Anatomy and Variations*. Springer Berlin Heidelberg; 2001.
- 5) 小宮山雅樹. 詳細版脳脊髄血管の機能解剖. メディカ出版; 2011.
- 6) 清末一路, 松丸祐司, 田上秀一. 血管内治療のための血管解剖 外頸動脈. 秀潤社 2013
- 7) Padget DH. The development of the cranial arteries in the human embryo. *Contributions to embryology* 32 : 205-261, 1948