

原始血管吻合：症例報告とレビュー

Primitive carotid-basilar anastomoses: case report and review

自治医科大学血管内治療部

Department of Neuroendovascular Surgery, Jichi Medical University

難波克成、根本繁

Katsunari Namba, Shigeru Nemoto

Key words: Persistent trigeminal artery, Persistent otic artery, Persistent hypoglossal artery, Persistent proatlantal artery, Anastomosis

Primitive carotid-basilar anastomoses (原始血管吻合) には trigeminal、otic、hypoglossal、proatlantal (type 1, 2) の4つがあり、胎生早期に内頸動脈と椎骨・脳底動脈系の中に存在し、それぞれ対応する神経に併走する。胎児長3-5 mmの時期に頭側より順に形成され、後交通動脈、椎骨動脈の発達とともに、約1週間で消退する。Otic arteryが最も早期に消退し、続いてhypoglossal、trigeminal、proatlantalの順に消退するが^{1,7,8}、まれに出生後にも遺残が発見され、多くの報告がされている。今回はprimitive carotid-basilar anastomosesの自験例を含め、発生学と遺残正常構造の見地からoverviewしてみた。

Embryology^{1,7,8}

胎児長4 mmの頃、forebrainはcarotid systemにより栄養され、hindbrainの側方腹側には一対のlongitudinal neural arteryが走行する。Longitudinal neural arteryは将来の脳底動脈であり、後の時期に正中で融合する。この一対のlongitudinal neural arteryはcarotid arteryとtrigeminal、otic、hypoglossal、proatlantal intersegmental、の4つの原始血管吻合を介し、血流の供給を受けている (Fig. 1 A)⁸。それぞれの原始血管吻合は対応する神経と併走する。

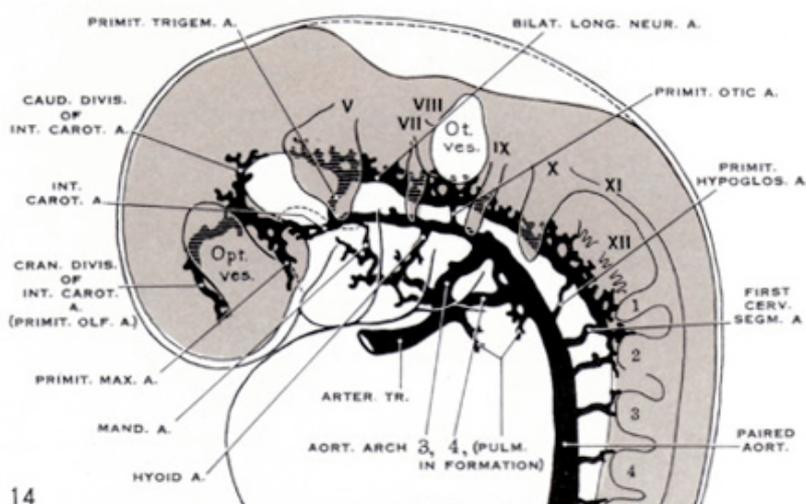


Fig. 1A

胎児長5-6mmの頃、遠位内頸動脈とlongitudinal neural artery間に吻合が生じ、後交通動脈が形成され、原始血管吻合の退縮が始まる。最初に消退するのはotic arteryで、hypoglossal、trigeminal、proatlantal intersegmental arteryの順に続く (Fig. 1 B)⁸。Proatlantal intersegmental arteryは椎骨動脈の形成が生じる胎児長7-12 mmの時期までlongitudinal neural arteryの尾側を栄養する。

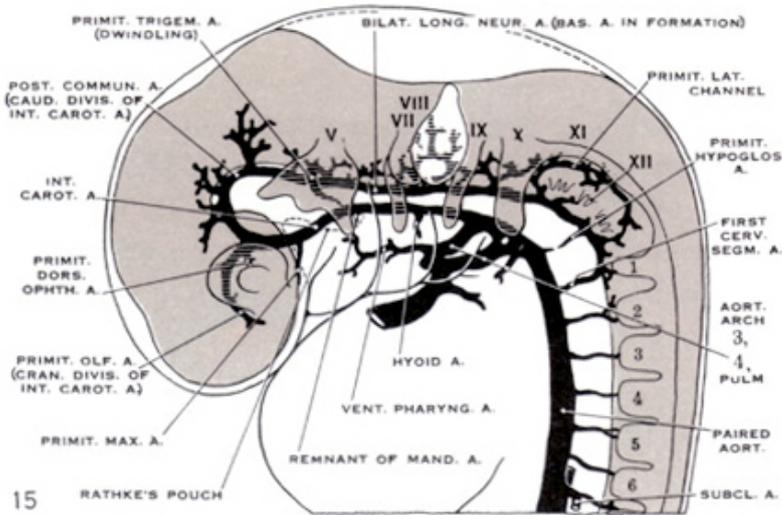


Fig. 1B

胎児長7-12 mmの頃、脳底動脈がlongitudinal neural arteryのfusionで形成される。椎骨動脈はmultiple cervical intersegmental artery (proatlantal intersegmental arteryからC6 intersegmental artery) の longitudinalなfusionで形成される (Fig. 1 C)⁸。この過程でproatlantal intersegmental arteryの一部は椎骨動脈の水平部 (V3 portion) やoccipital arteryの水平部や遠位部に発展する^{4,5}。

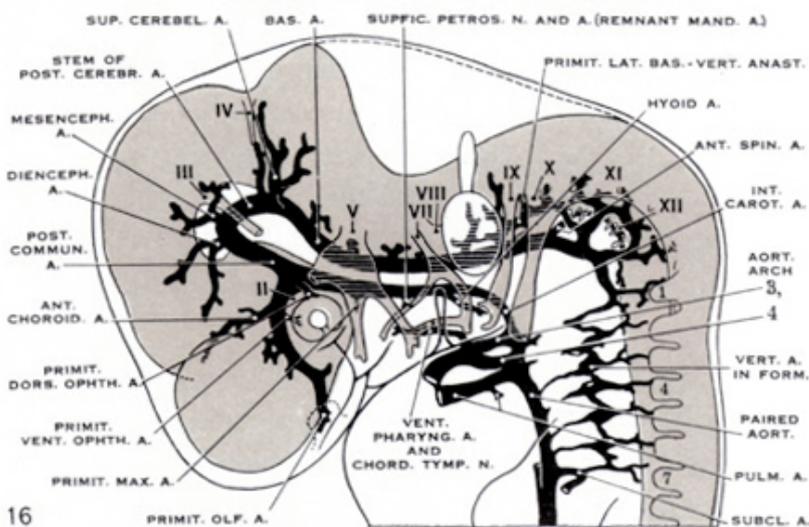


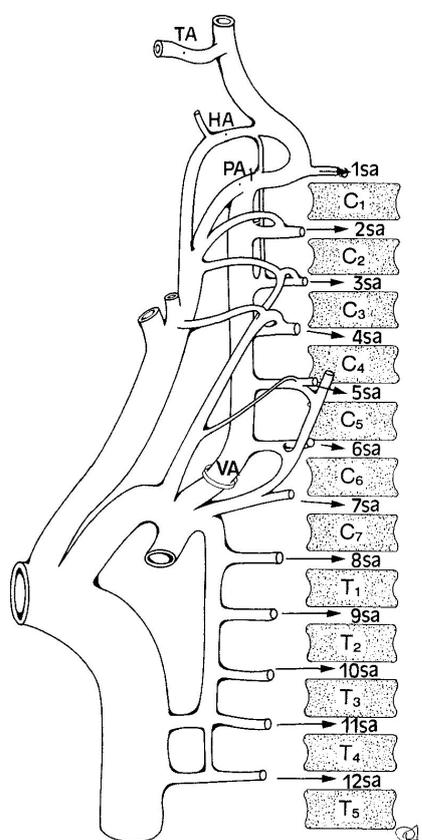
Fig. 1C

視点を変えて、頭頸部領域の体節的(metameric)な血管分布という点からは、原始血管吻合の役割と remnantは以下のように推定されている⁵。

Metameric approach of arterial blood supply of head and neck

Metameric structure	Muscles	Sensory nerves	Motor nerves	Embryonic arteries	Probable arterial remnants
Prebranchial somites	Eye muscles	Gasserian ganglion and V ₁	III, IV, VI	Dorsal Oph A (ICA C4)	Inferolateral trunk (ICA C4)
1st Branchial arch Trigeminal neural crest	Muscles of mastication	Gasserian ganglion and V ₂ , V ₃	V _m	Stapedial artery	Acc meningeal A Middle meningeal A Maxillary A
2nd Branchial arch Acoustofacial neural crest	Facial muscles	Geniculate ganglion and VII	VII		
3rd Branchial arch Glossopharyngeal and vagal neural crest	Stylopharyngeal muscles	Ganglion of Andersch and IX Plexiform ganglion and X	IX X	3rd Aortic arch and hypoglossal artery	ICA Neuromeningeal trunk
4th Branchial arch	Laryngeal muscles				
1st Cervical somite	Cervical muscles	C1 ganglion and nerve	C1(?)	Proatlantal I	Occipitovertebral anastomoses
2nd Cervical somite		C2 ganglion and nerve	C2	Proatlantal II	
3rd Cervical somite		C3 ganglion and nerve	C3/XI	3rd Segmental artery	

5より改変



上位頸髄は体節に従って血管も整然と配列するが (Fig. 2) ⁵、頭部における体節は鰓弓(branchial arch) で、上表のように血管分布は複雑である。そのような理由でtrigeminal arteryは明快なsegmental arteryとはいえない。上表より、hypoglossalとproatlantal arteryはある程度segmentalな血管分布の性質を有していることと、原始血管吻合のremnantはcarotid-vertebrobasilar anastomosesのpotentialを有していることが分かる。なお、trigeminal arteryのremnantはlateral artery of the clivusとされている⁵。

Fig. 2 The metameric distribution of the segmental arteries.

- TA: trigeminal artery
- HA: hypoglossal artery
- PA1: proatlantal artery type 1
- VA: vertebral artery
- sa: segmental artery

Primitive trigeminal artery

内頸動脈のC4/5部と上小脳動脈と前下小脳動脈の間の脳底動脈を結ぶ。Lateral typeとmedial typeの2つが知られている。Lateral type (50%)は海綿静脈洞から三叉神経に沿って走行し、Meckel's caveから後頭蓋窩に現れ、後方に向かい、次いで、急に内側に屈曲し脳底動脈に吻合する。Medial type (50%)はsellaとclivusを貫通し、dorsum sellaeにある別のforamenから後頭蓋窩に現れる。

Primitive trigeminal artery (PTA)が直接、小脳皮質動脈と交通するvariantが知られている。これは、PTAとlongitudinal neural arteryの不十分な融合が原因と考えられている¹。

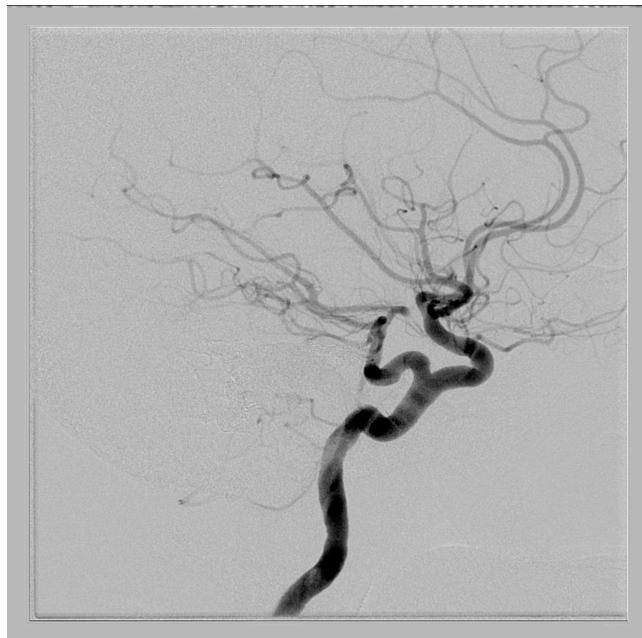
PTAのremnantはlateral artery of the clivusとされている。この動脈は内頸動脈C5部外側より分岐した後、2つの枝に分岐する。内側の枝はpetroclinoid ligamentの下方を通り外転神経に併走してinferior petrosal sinusを下後方に走行し、ascending pharyngeal arteryのjugular branchと吻合する。外側の枝はtrigeminal cisternの上方を通り、superior petrosal sinusを錐体縁に沿って走行し、middle meningeal arteryのpetrosal branchと吻合する。

症例1

41歳、女性。軽症頭部外傷精査で発見されたright petrous dural arteriovenous fistulaに合併したright primitive trigeminal artery (PTA)。PTAは右内頸動脈C4/5部の外側壁より起始した後、内側に向かって屈曲し、上小脳動脈と前下小脳動脈の間の脳底動脈に交通した(Fig. 3 A, B)。同側の後交通動脈はhypoplasticで、両側の椎骨動脈もhypoplasticである。PTAよりdural arteriovenous fistulaへ直接のシャントはなく、今回の病態とは関連しないものと考えられた。



Fig. 3A



3B

症例2

59歳、女性。左側頭葉皮質下精査で発見されたright PTA variant。右内頸動脈C5部外側壁より起始し、内側に向かって屈曲した後、錐体骨先端部内側を通過し、右後下小脳動脈皮質枝となった(Fig. 4 A, B)。このPTAより脳底動脈の描出はなかった。同側の後交通動脈はmedium sizeで両側の椎骨動脈は正常なサイズで

あった。PTAより左側頭葉への血流はなく、今回の病態とは関連しないものと考えられた。

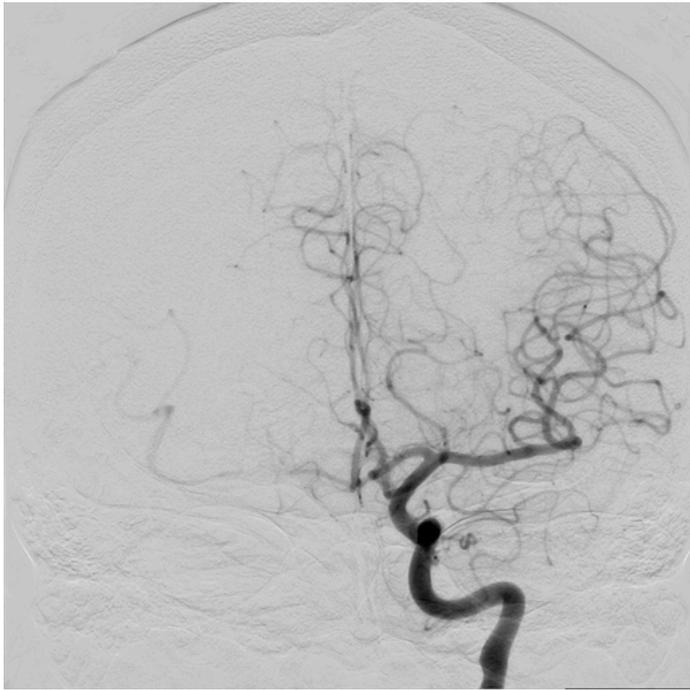
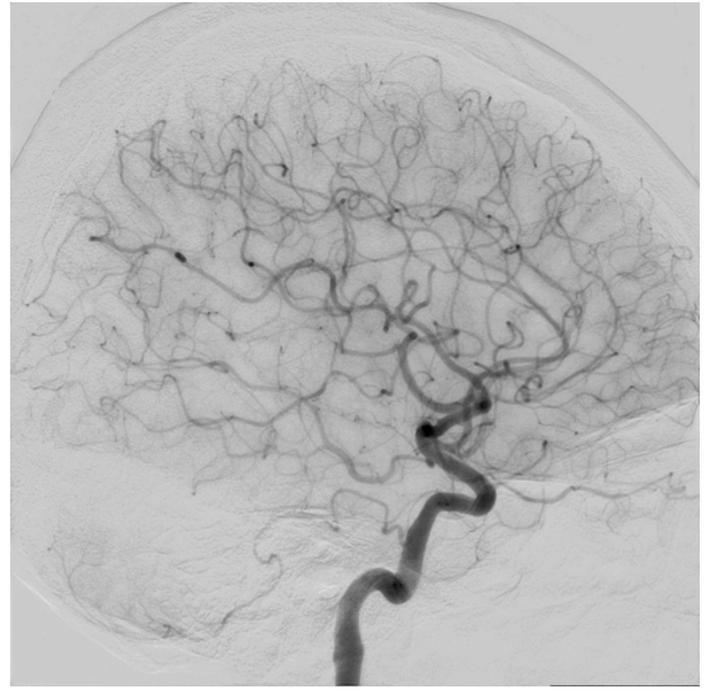


Fig. 4A



4B

Primitive hypoglossal artery

Lieのcriteriaによるとprimitive hypoglossal artery (PHA)は1) C1-3椎体レベルより起始、2) 舌下神経管を通過する、3) 吻合部より遠位の脳底動脈はPHAより描出される、4) 後交通動脈は欠損、あるいは脳血管撮影上確認されない、とされている⁶。

PHAのremnantはascending pharyngeal arteryのhypoglossal branchとされている。つまり、hypoglossal branch は椎骨動脈とanastomosisを有するpotentialがある(Fig. 5)⁵。

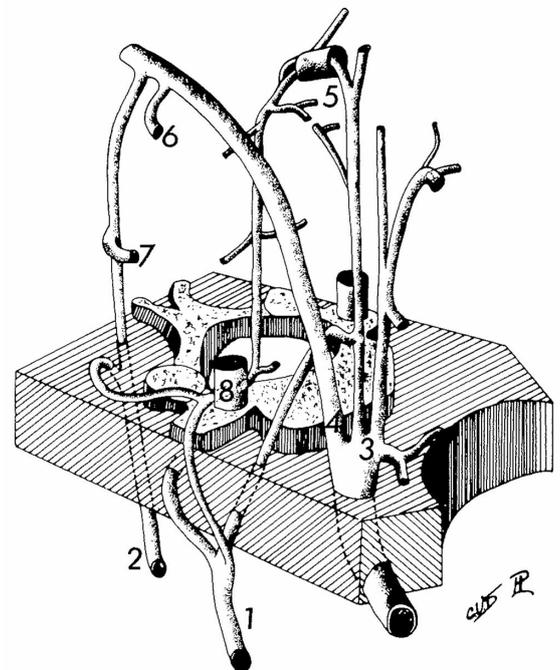


Fig. 5 The pharyngo-occipital pattern

Ascending cervical artery (1)とdeep cervical artery (2)はascending pharyngeal artery (3)とoccipital artery (4)に吻合する。椎骨動脈 (8) はhypoglossal (5)とC1 (6)、C2 (7) artery と吻合することに注意。

症例3

53歳、男性。橋出血精査にて発見されたright primitive hypoglossal artery (PHA)。橋出血の原因は、海綿状血管腫と考えられた。PHAは内頸動脈のC1椎体レベルより起始し、頭蓋底付近でdorsomedialに屈曲した後、舌下神経管を通り、脳底動脈と交通した(Fig. 6 A, B, C)。両側の後交通動脈はhypoplasticで、対側椎骨動脈もhypoplasticであった。同側の椎骨動脈は確認を行わなかった。出血源は海綿状血管腫であるため、PHAは病態と関連しない。



Fig. 6A-C

Primitive otic artery

Lieのcriteriaによるとprimitive otic arteryは1) 内頸動脈錐体部、medial turnの外側付近から分岐、2) 内耳道内を走行、3) 脳底動脈近位部に吻合する⁶。剖検で内耳道から後頭蓋窩に入り脳底動脈と吻合した症例

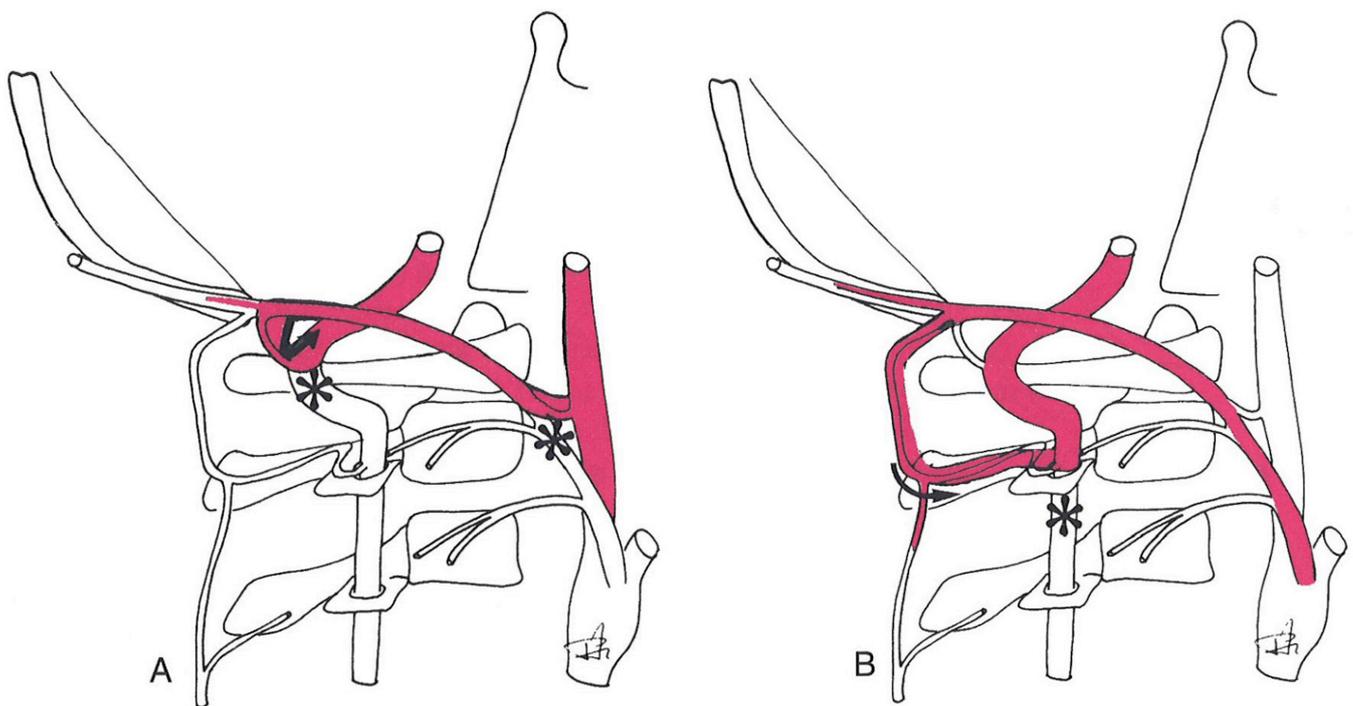
Namba

が報告されているが²、現在までに報告はわずかである。Lasjauniasらはotic arteryが併走すべき聴神経は頭蓋内の蝸牛、前庭に終わり、他のprimitive arteryに併走する三叉神経、舌下神経のように頭蓋外に出ることはない点、下等動物にotic arteryに相当する血管が見られない点からotic arteryの存在に否定的である。

Primitive proatlantal artery

診断は、1) 頸動脈分岐部、外頸動脈、あるいはC2-4椎体レベルの内頸動脈より起始、2) suboccipital areaで椎骨動脈と吻合、3) 大後頭孔を通過する、ことより行われる⁷。Primitive hypoglossal arteryと走行が近似しているが、大後頭孔を通過するため、suboccipital lesion で正常椎骨動脈と同じような走行をすることで鑑別が可能である。Type 1と2の2つのバリエーションが知られている。Type 1は第1頸椎の segmental artery、type 2は第2頸椎のsegmental arteryに対応し、それぞれfirst vertebral space (後頭骨と第1頸椎の間)、second vertebral space (第1/2頸椎間) を通過する(Fig. 7 A, B, C)⁵。

Primitive proatlantal arteryのremnantは椎骨動脈の水平部 (V3 portion) やoccipital arteryの水平部や遠位部と考えられている⁵。成人においてもこのremnantはほぼ必ず存在し、外頸動脈や椎骨動脈の狭窄病変では重要な側副血行路としてenlargeする(Fig. 7 D)。したがって、後頭動脈の塞栓術の際は常にこのpotential anastomotic channelの存在に注意しなければならない。



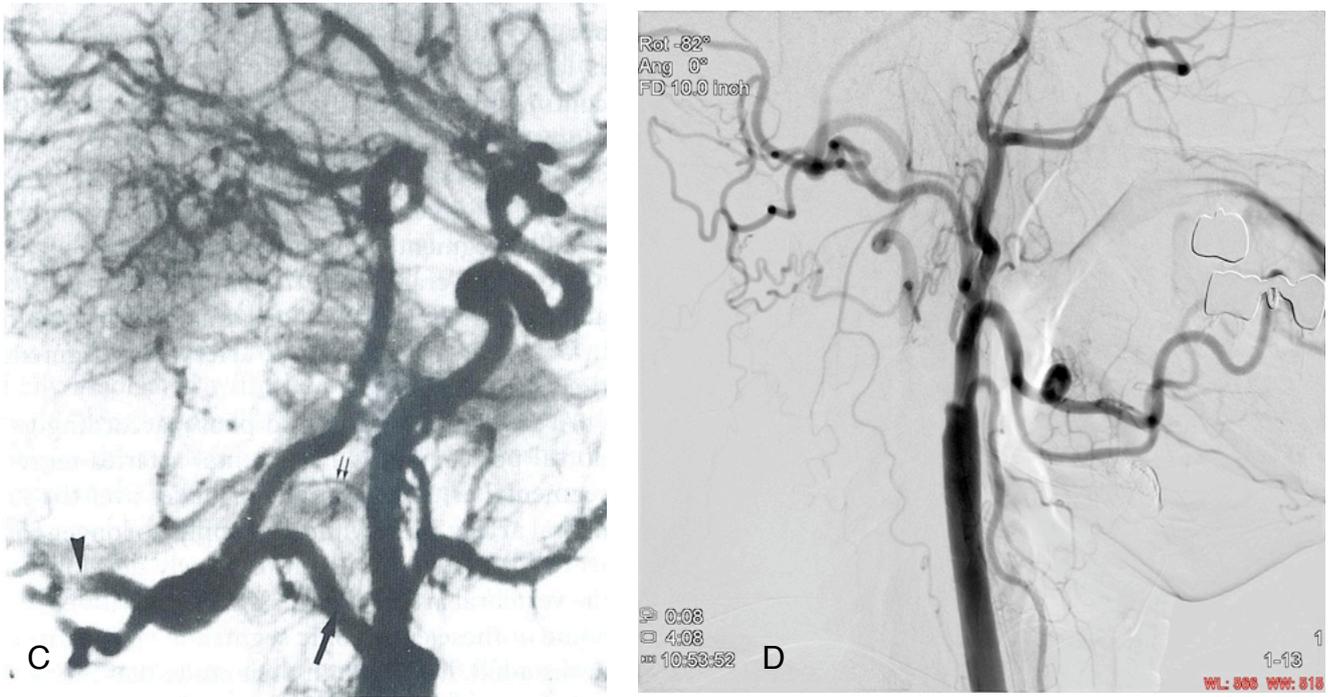


Fig. 7

A: Type 1 proatlantal arteryはfirst cervical spaceを通過して後頭蓋窩に入る。

B: Type 2 proatlantal arteryはsecond cervical spaceを通過して後頭蓋窩に入る。

C: Type 1 proatlantal artery (arrow)からoccipital artery (arrow head)が起始している。Hypoglossal branch (double arrow)の描出が見られる。

References:

1. Haughton VM, Rosenbaum AE, Pearce J. Internal carotid artery origins of the inferior cerebellar arteries. *AJR Am J Roentgenol* 1978; 130:1191-1192
2. Kempe LG, Smith DR. Trigeminal neuralgia, facial spasm intermedius and glossopharyngeal neuralgia with persistent carotid basilar anastomosis. *J Neurosurg* 1969; 31:445-451
3. Komiyama M. *Functional Anatomy of the Brain and Spinal Vessels*. Osaka: Medica, 2007:20-21, 40-42, 52-79
4. Lasjaunias P, Theron J, Moret J. The occipital artery. *Neuroradiology* 1978; 15:31-37
5. Lasjaunias P, Berenstein A, ter Brugge KG. *Surgical Neuroangiography*. 2nd ed Berlin: Springer-Verlag, 2001
6. Lie TA. Congenital malformations of the carotid and vertebral arterial systems, including the persistent anastomoses. In: Vinken PJ, Bruyn GW (eds). *Handbook of clinical neurology*. vol 12. Amsterdam: North Holland, 1972: pp 289-339
7. Luh GY, Dean BL, Tomsick TA, Wallace RC. The persistent fetal carotid-vertebrobasilar anastomoses. *AJR* 1999; 172:1427-1432
8. Padgett DH. The development of the cranial arteries in the human embryo. *Contrib Embryol* 1948;212:207-261