

Primitive olfactory artery – その特徴と合併する脳動脈瘤 –

Primitive olfactory artery – characteristics and cerebral aneurysms associated with primitive olfactory artery –

片山正輝、島本佳憲、菅貞郎

Masateru Katayama, Yoshinori Shimamoto, Sadao Suga

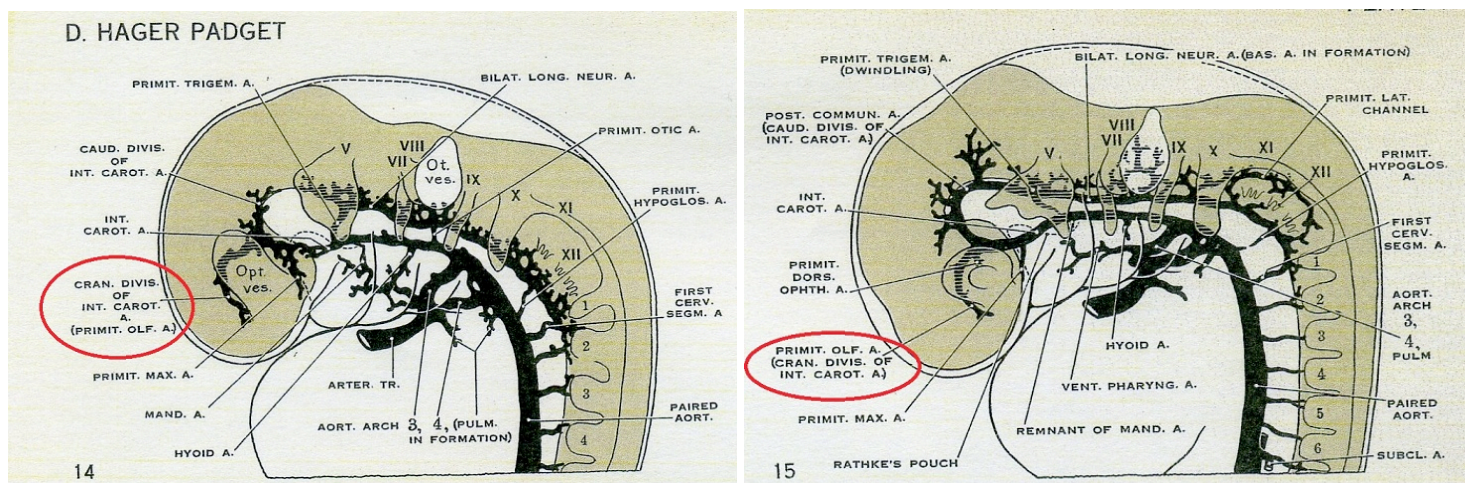
東京歯科大学市川総合病院 脳神経外科

Department of neurosurgery, Tokyo Dental College Ichikawa General Hospital

Key words: cerebral aneurysm, primitive olfactory artery

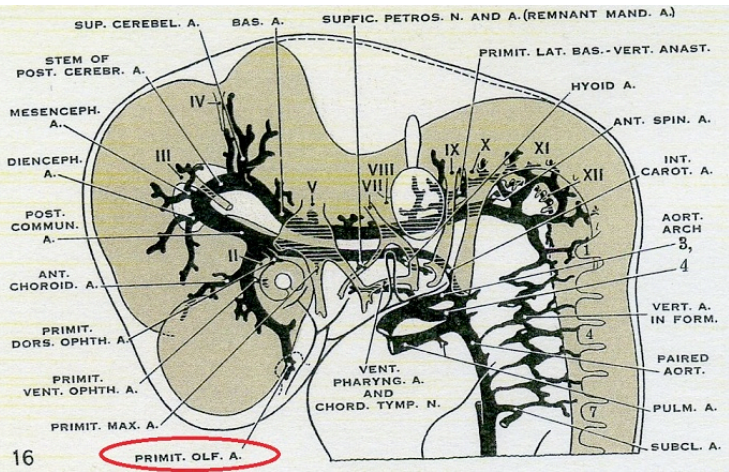
頭蓋内頸動脈は発生学的にcranial division (rostral division)とcaudal divisionに分けられる。胎生5週でCranial divisionはprimitive olfactory artery (POA)となり、POAはmedial olfactory arteryとlateral olfactory arteryを分岐する。Medial olfactory arteryはanterior cerebral artery (ACA)に、lateral olfactory arteryはlateral striate arteryとanterior choroidal arteryに分かれる。Lateral striate arteryは、recurrent artery of the Heubnerとmiddle cerebral artery (MCA)へ分かれるPOAは最終的に鼻腔へ向かう動脈で、その直前に嗅神経へ枝を送る(Fig.1 A-J) 1,2,3)。

Fig.1 development of primitive olfactory artery

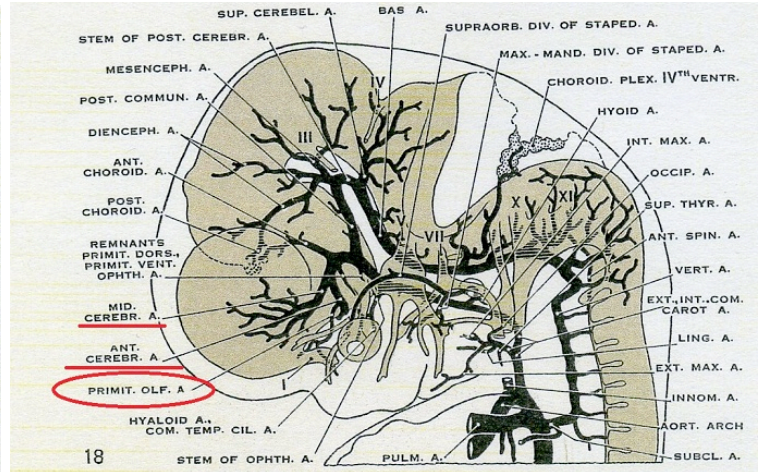


-A Human embryo 4mm, sagittal section

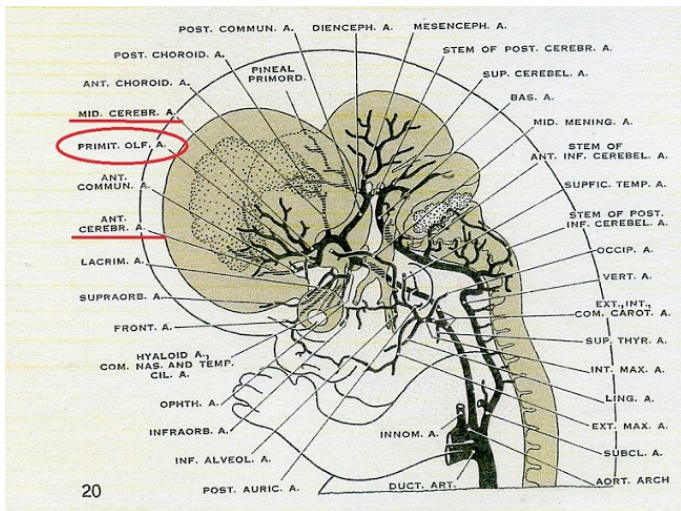
-B Human embryo 5.3mm, sagittal section



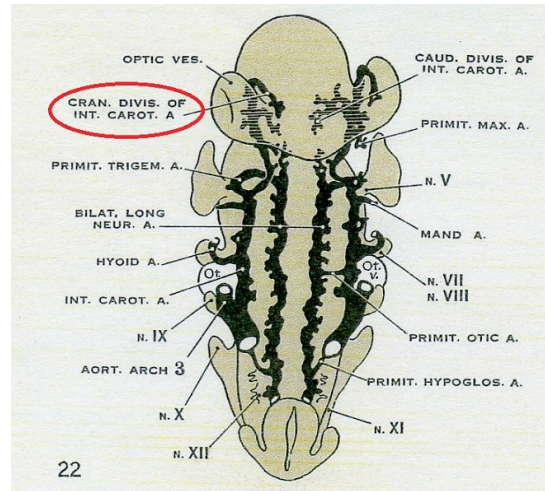
-C Human embryo 9mm, sagittal section



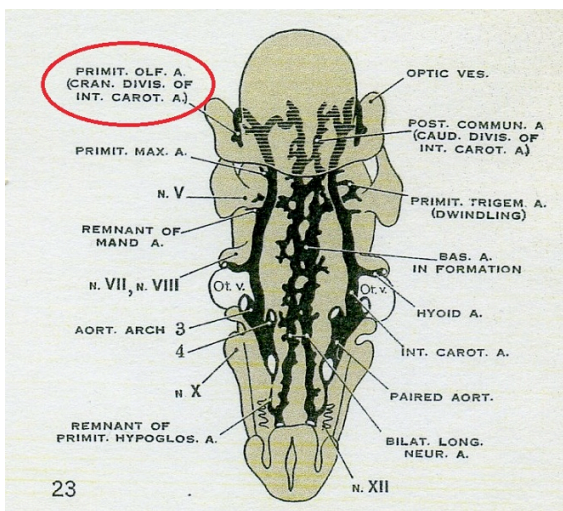
-D Human embryo 18mm, sagittal section



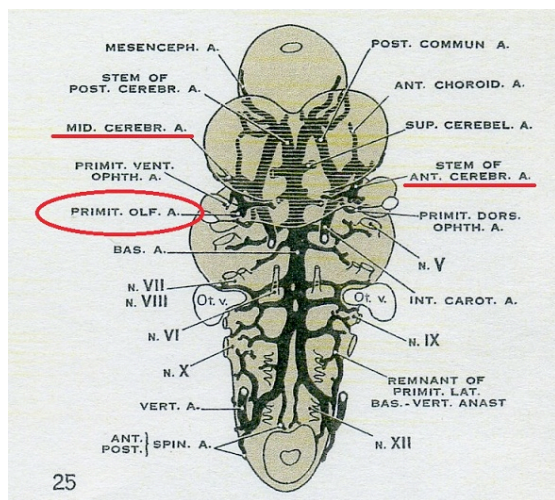
-E Human embryo 43mm, sagittal section



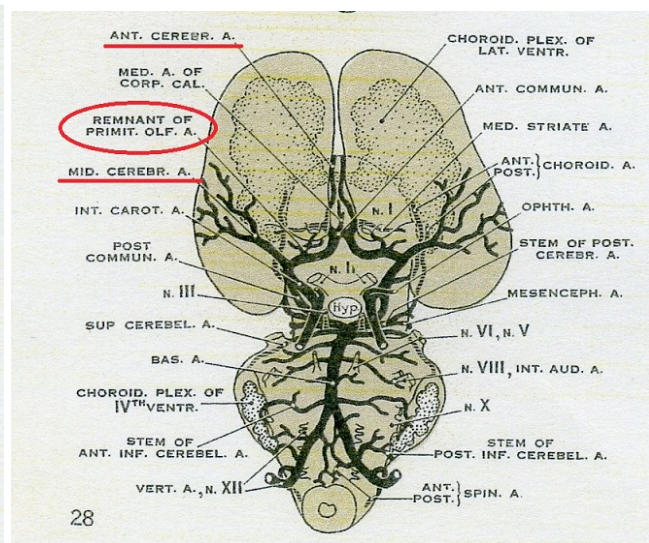
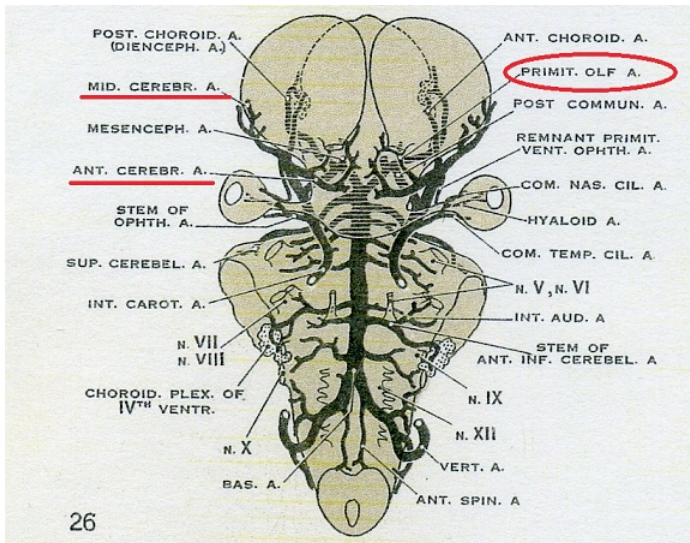
-F Human embryo 4mm, viewed from below



-G Human embryo 5.3mm, viewed from below



-H Human embryo 12.5mm, viewed from below



-I Human embryo 18mm, viewed from below

-J Human embryo 43mm, viewed from below

以下に詳述する。POAは頭蓋内頸動脈のcranial divisionから形成されてprosencephalon (前脳)を灌流する。POAはolfactory tractに沿って走行して鼻腔(nasal fossa)、嗅窩(olfactory pit)に終止、近位でmedial olfactory artery^{1,14)} (あるいはmesial olfactory artery²⁾, MOA)とlateral olfactory branches (LOB)を分岐する。MOAはolfactory bulb, primordial olfactory nerve rootを灌流し、発生が進むとACAとなる。ACAは対側ACAとplexiform anastomosisにより将来のanterior communicating arteryを形成する。LOBは発生が進むとrecurrent artery of the Heubner, anterior choroidal artery, striate artery, MCAを形成する^{1,2)}。POAの本幹は嗅神経に沿って走行し鼻腔へ到達するが、POAから分岐した枝はACAの最初の枝、すなわちmedial striate arteryとなり前有孔質 (anterior perforated substance)を灌流する²⁾。POAは通常は退縮するが、退縮せずにACAの近位部がPOAの走行をとると、persistent primitive olfactory artery (PPOA)と呼ばれる (Fig.2 A-C)。PPOAには、内頸動脈終末部から分岐してolfactory bulbに向かいolfactory tractに沿って前方へ走行、後上方へ急に曲がって(hairpin bend, hairpin turn)、ACA末梢へ続くtype1 (Fig.1 A, B)と、ACAからorbito-frontal arteryとして分岐してcribriform plateを通して鼻腔に入りethmoidal arteryとなるtype2 (Fig.2 D)がある^{3, 4, 15, 16, 17)}。PPOA type1には、distal ACAの広い範囲をsupplyするタイプと比較的前頭極中心のlocal supplyのタイプがあり、olfactory tractに沿った直線部分は、前者で長く、後者では短い印象である。この長さによって、hairpin turnの程度も決まってくる。

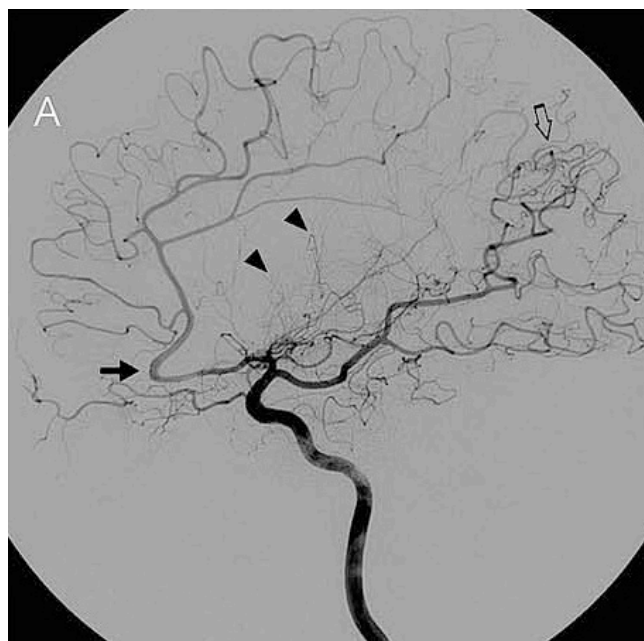


Fig.2-A Lateral image, an angiogram obtained after injection into the right internal carotid artery shows a hairpin turn in a persistent primitive olfactory artery type1 (black arrow)⁹.

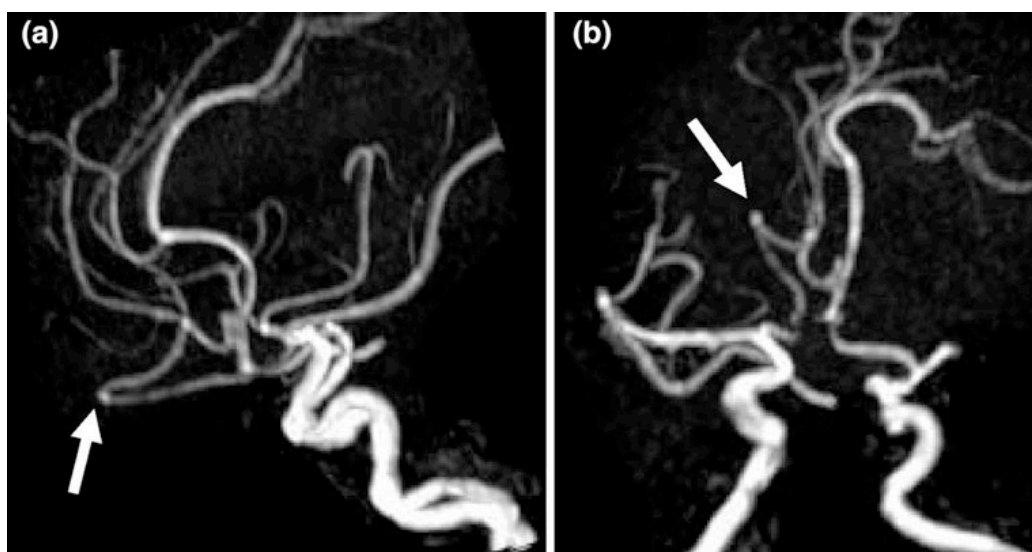


Fig.2-B A 57-year-old woman with a history of clipping of ruptured aneurysm of the left middle cerebral artery. Lateral (a) and left anteroinferior oblique (b) projections show that the A1 segment of the right anterior cerebral artery courses extremely anteroinferiorly, makes a hairpin turn (arrows), and connects posterosuperiorly to the A2 segment of the ACA, indicative of a persistent primitive olfactory artery type1⁵.



Fig.2-C Three dimensional computed tomographic angiogram showing bilateral persistent primitive olfactory arteries type1 along the frontal base ⁴⁾.

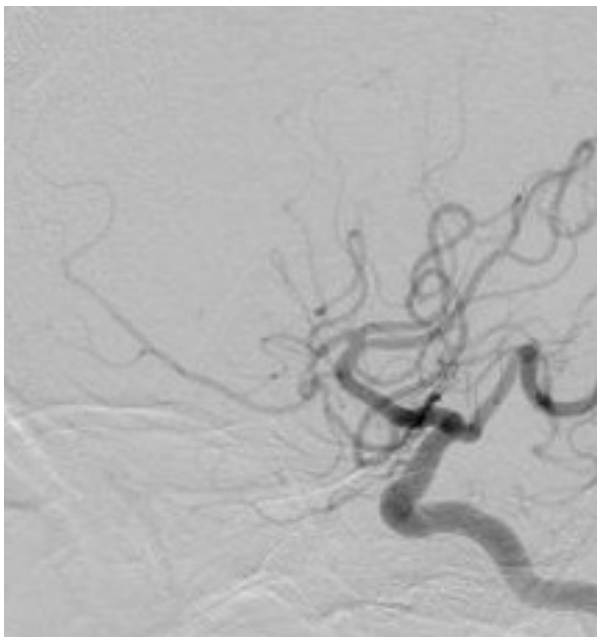


Fig.2-D A 55-year-old woman with a ruptured aneurysm of the left internal cerebral artery terminal portion. Lateral image, an angiogram obtained after injection into the left internal carotid artery shows a persistent primitive olfactory artery type2

Uchino等は、MRA 3626例を検討して5例（0.14%）にPPOA type1を認めたと報告している⁵⁾。また、5例に関連施設で診断された9例を加えた14例のPPOAについて検討したところ、男性6例、女性8例で、右6例、左7例、両側1例であった。14例のPPOAうち、脳動脈瘤を合併したのは2例であった⁵⁾。

渉猟しうる限りでは、PPOA type1は自験例を含めて29例が報告されており⁴⁻¹³⁾、うち9例に11個の脳動脈瘤が合併していた(Table 1)。11個の脳動脈瘤のうち、7例はPPOA type1のhairpin bendに動脈瘤が形成されていた(Fig.3 A,B) ^{4-8, 10-12)}。29例のPPOA type1のうち、7例(24.1%)にhairpin bendの動脈瘤合併を認めており、急峻なカーブによる血行力学的動脈瘤発生素因が推測される^{4-8, 10-12)}。7例のPPOA type1のhairpin bendに合併した脳動脈瘤のうち、破裂例は2例であった^{6, 8)}。29例のPPOA type1のうち、MRA、3D-CTA、脳血管撮影が確認できる20例を検討するとhairpin bend を認めないPPOA type1は2例でいずれもPPOA自身への脳動脈瘤合併は認めなかった。7例のPPOA type1のhairpin bendに合併し

た脳動脈瘤は、6例が嚢状動脈瘤、1例が紡錘状動脈瘤と報告されている。嚢状動脈瘤である6例のうち4例がwide neck、2例がnarrow neckであった。治療は、経過観察が1例、トラッピングが1例、クリッピングが5例である。6手術例は全例開頭術で、transylvianが3例、interhemispheric approach が3例で、いずれの手術方法でも治療が可能であった (Table 1)。29例のうち、脳血管撮影上、前交通動脈を介した対側への血流の有無の記載は11例にあり、前交通動脈を介した血流の交通有りが5例、無しが6例であった。

PPOA側のA1を直達手術で確認した記載は認められないが、自験例ではPPOA側のA1は欠損して遺残も認められなかった(Fig. 4 A, B)。PPOA以外に発生した脳動脈瘤は、type1に合併が4動脈瘤、type2に合併が1動脈瘤であった(Table1, 2)。5動脈瘤は、前交通動脈瘤、A1-A2分岐部動脈瘤、内頸動脈終末部動脈瘤、内頸動脈眼動脈分岐部動脈瘤、中大脳動脈瘤と様々であった。5動脈瘤のうち4動脈瘤はPPOAとは反対側に発生、1動脈瘤ではPPOAと同側のA1は低形成で対側A1延長上の前交通動脈に動脈瘤を生じていた(Fig. 4 A, B)。Uchino等のMRA 3626例の検討では5例のPPOA type1のうち2例で脳動脈瘤を合併した。1例はPPOA type1のhairpin bendに合併した脳動脈瘤、1例は対側MCAの破裂動脈瘤であり、PPOAの存在がPPOA以外の部位での脳動脈瘤合併と関連する可能性も考えられる。PPOA type1を有する29例における、他の解剖学的バリエーションは、vertebral artery fenestration 1例、median artery of the corpus callosum 1例、PPOAから分岐するaccessory MCA 2例であった^{5, 9)}。PPOA type1は、hairpin bendのため診断しやすいが、type2は診断が難しい。PPOA type2は自験例を含めて4例の報告のみである。

PPOA type2は、ACAからorbito-frontal arteryとして分岐してcribriform plateを通過して鼻腔に入りethmoidal arteryとなると定義されているが、報告されている3例のうち、剖検でcribriform plateを貫く枝が確認された例¹⁵⁾、脳出血発症時の血管撮影ではethmoidal arteryは明らかでなかったがAVFの塞栓術後に血管撮影上も描出されるようになった例¹⁶⁾ではいずれもcribriform plateを通過して鼻腔に入りethmoidal arteryとなる確認が画像上難しかった。PPOA type2の発達したethmoidal arteryに起因する脳動脈瘤の破裂と報告されている榎本等の例のように、画像上ははっきりとcribriform plateを通過して鼻腔に入りethmoidal arteryとなることが確認しにくいことがPPOA type2の報告例が少ない原因の可能性もある¹⁷⁾。

【結語】 POA, PPOAは比較的稀な解剖学的な所見である。その特徴と合併する脳動脈瘤について報告し、発生学的な考察についてreviewした。

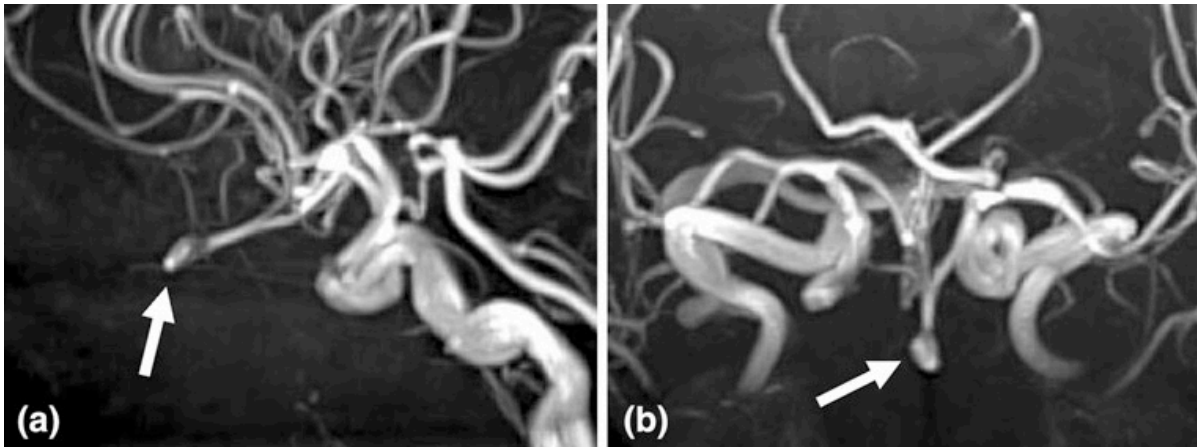


Fig.3-A A 61-year-old healthy woman. Lateral (a) and half superoinferior projections (b) show an aneurysm at the hairpin turn (arrows) of the left persistent primitive olfactory artery type1⁵⁾.



Fig.3-B A left internal carotid angiogram revealing a persistent primitive olfactory artery type1 aneurysm (thick arrows) with lateral views. Persistent primitive olfactory artery (arrow-heads) originating from the left internal carotid artery at the bifurcation, running antero-inferiorly and making a hairpin turn posterior to the crista galli⁶⁾.

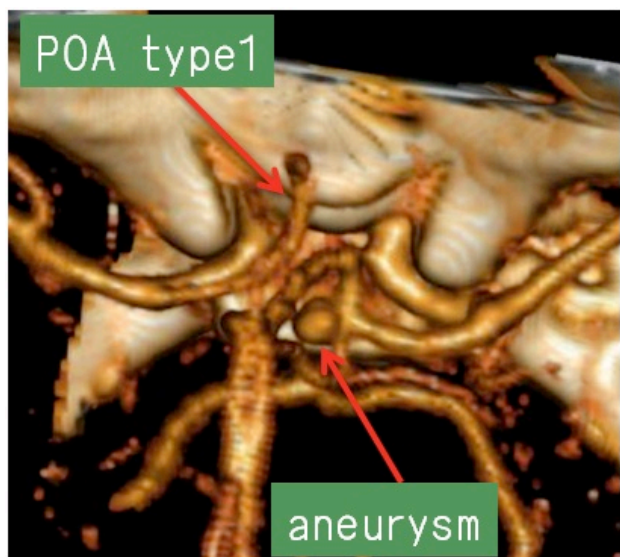
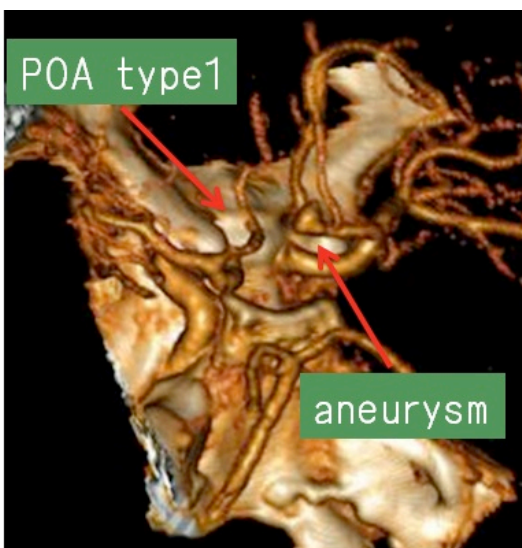


Fig.4

Fig.4 Three dimensional computed tomographic angiogram shows anterior communicating aneurysm and left persistent primitive olfactory artery.

Table 1

Author	Age	Sex	PPOAの左右	Site	Aneurysm	Size	Type	neck	Operation	Approach (PPOA AN)
Uchino	61	F	Lt	PPOA AN	Unruptured	3-5mm?	saccular	wide	observed conservatively	(-)
金子	46	M	Rt	PPOA AN	Unruptured	4-6mm?	fusiform	(-)	trapping	transsylvian
Nozaki	54	F	Bil *	PPOA AN	Unruptured	3-5mm?	saccular	wide	clipping	interhemispheric
Tsuji	59	F	Lt	PPOA AN	ruptured	4-6mm?	saccular	wide	clipping	transsylvian
Yamaura	59	F	Rt	PPOA AN	ruptured	7mm	saccular	narrow	clipping	transsylvian
花北	72	M	Lt	PPOA AN	Unruptured	3-5mm?	saccular	wide	clipping	interhemispheric
Yamamoto	69**	M	Rt	PPOA AN	Unruptured	13mm	saccular	narrow	clipping	interhemispheric
				A1-A2 AN (contralateral)	Unruptured				clipping	
				IC-ophthalmic (contralateral)	Unruptured				observed conservatively	
Uchino	57	F	Rt	MCA AN (contralateral)	ruptured				clipping	
our case	42	M	Lt	Acom AN	Unruptured				clipping	

* PPOA ANはLt sideだった
** 同一症例に3つの動脈瘤を併発していた

Table 2

Author	Age	Sex	PPOAの左右	Site	Aneurysm	Size	Type	neck	Operation
榎本	44	M	Lt	PPOA AN	ruptured	10mm	saccular	wide	clipping
our case	55	F	Lt	IC terminal AN (contralateral)	ruptured	3mm	saccular	narrow	clipping

参考文献

1. Komiyama M: Persistent primitive olfactory artery. Surg Radiol Anat. 34: 97-98, 2012
2. Padget DH: The development of the cranial arteries in the human embryo. Contrib Embryol 32: 205-261, 1948
3. 小宮山雅樹: 詳細版脳脊髄血管の機能解剖, 大阪, メディカ出版, 207, 2011
4. Nozaki K, Taki W, Kawakami O, et al: Cerebral aneurysm associated with persistent primitive olfactory artery aneurysm. Acta Neurochir (Wien) 140: 397-402, 1998
5. Uchino A, Saito N, Kozawa E, et al: Persistent primitive olfactory artery: MR angiographic diagnosis. Surg Radiol Anat 33:197-201, 2011
6. Tsuji T, Abe M, Tabuchi K: Aneurysm of a persistent primitive olfactory artery. Case report. J Neurosurg 83: 138-140, 1995
7. Yamamoto T, Suzuki K, Yamazaki T, Tsuruta W, et al: Persistent primitive olfactory artery aneurysm. Neurol Med Chir 49:303-305, 2009
8. Yamaura A, Takase M, Makino H: An aneurysm of the proximal anterior cerebral artery at the olfactory bulb. Surg Neurol 12: 425-427, 1979
9. Lin WC, Hsu SW, Kuo YL, et al: Combination of olfactory course anterior cerebral artery and accessory middle cerebral artery with occluded in situ MCA and related moyamoya phenomenon. Brain Dev 31: 318-321, 2009
10. 金子高久, 末松敬司, 新谷俊幸, 他: Persistent Primitive Olfactory Arteryの5例. 脳神経外科 27:933-939,

1999

11. 花北順哉、長安慎二、西正吾、他: 著明な走行異常を示した前大脳動脈に認められた前頭眼窩動脈瘤の1例. 脳神経外科 16: 781-784, 1988
12. 竹下元、片田和廣、古賀佑彦、他: 前大脳動脈近位部の走行異常. 臨放 33: 593-596, 1988
13. Uchino A, Sawada A, Takase Y, et al: Persistent primitive olfactory artery: Diagnosis with MR angiography. Clin Imaging 25: 258-261, 2001
14. Lasjaunias P, Berenstein A, ter Brugge KG: 6. Intradural arteries. Surgical Neuroangiography. 1. Clinical Vascular Anatomy and Variations. Springer, Berlin, 2nd Edition, 2001, pp 479-630
15. Moffat DB: A case of persistence of the primitive olfactory artery. Anat Anz 121: 477-179, 1967
16. Tsutsumi S, Shimizu Y, Nonaka Y: Arteriovenous Fistula Arising From the Persistent Primitive Olfactory Artery With Dual Supply From the Bilateral Anterior Ethmoidal Arteries -Case Report-. Neurol Med Chir (Tokyo) 49: 407-409, 2009
17. 榎本一巳、後藤浩、村瀬幹雄: 前頭眼窩動脈に破裂脳動脈瘤を認め、その末梢枝に前篩骨動脈との吻合を有した1症例. 脳神経外科 14: 203-206, 1986