

Magnetic Resonance Angiography and CT Angiography of Persistent Primitive Olfactory Artery: Incidence and Association Rate with Aneurysm in Korea¹

잔류 원시 후각동맥의 자기공명 및 전산화단층촬영 혈관조영술 소견:
한국인에서의 빈도와 동맥류와의 연관성¹

Bo Ra Kwon, MD¹, Soo Hyun Yeo, MD¹, Hyuk Won Chang, MD¹, Mi Jeong Kim, MD¹,
Ealman Kim, MD², Mi Kyung Kim, MD³, Ho Chan Cho, MD³, Hye Soon Kim, MD³,
Sung Moon Lee, MD¹

Departments of ¹Radiology, ²Neurosurgery, ³Internal Medicine, Keimyung University College of Medicine, Dongsan Medical Center, Daegu, Korea

Purpose: Japanese data indicates an incidence of persistent primitive olfactory artery (PPOA) of 0.14%. We studied the incidence of PPOA and associated cerebral vascular variation or anomalies in Korea.

Materials and Methods: We retrospectively reviewed cranial magnetic resonance angiography (MRA) and computed tomography angiography (CTA) images of a total of 9841 patients of our institution. The diagnostic criterion of PPOA is extreme antero-inferior course of the proximal anterior cerebral artery, with a hairpin turn of the lateral projection.

Results: We found 29 cases (0.29%) with PPOA. The PPOA location was on the left in 19 cases, bilateral in 3 cases, and on the right in 7 cases. An aneurysm was found at the hairpin turn in 2 patients. There were aneurysms in other sites in 3 cases. There were hypoplasia of anterior cerebral artery in 3 cases, and fenestration of intracranial artery in 1 case.

Conclusion: In Korean populations, the incidence of PPOA found in MRA and CTA was twice as high as that shown in the previous Japanese data. Within Korea, left side laterality is more common than right side or bilaterality. Aneurysmal dilations at the hairpin turning point and aneurysms at other sites were found, and other vascular variations were observed in several cases.

Index terms

Persistent Primitive Olfactory Artery
Aneurysm
Angiography

Received December 28, 2011; Accepted April 14, 2012

Corresponding author: Hyuk Won Chang, MD
Department of Radiology, Keimyung University College of Medicine, Dongsan Medical Center, 56 Dalseong-ro, Jung-gu, Daegu 700-712, Korea.
Tel. 82-53-250-7770 Fax. 82-53-250-7766
E-mail: hyukwonchang@korea.com

Copyrights © 2012 The Korean Society of Radiology

서론

잔류 원시 후각동맥은 전뇌동맥(anterior cerebral artery)에서 생기는 드문 변이다(1). 이것은 때때로 우연히 발견되기도 하지만 종종 뇌동맥류와 연관되기도 한다(1). 이러한 잔류 원시 후각동맥의 연구는 대부분 단편적인 증례 보고밖에 없었으나 최근에 일본인을 대상으로 한 논문이 발표되었으며 빈도는 0.14%였다(2). 이에 저자들은 한국인에서의 잔류 원시 후각동맥의 빈도와 연관된 뇌혈관 변이 또는 이상을 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2008년 3월부터 2010년 6월까지의 계명대학교 동산의료원에 내원하여 computed tomography angiography (이하 CTA)와 magnetic resonance angiography (이하 MRA)를 시행한 모든 환자들의 사진을 후향적으로 분석하여 원시 잔류 후각동맥 유무와 동반된 혈관기형, 뇌동맥류 유무를 확인하였다. 이전에 저자가 발표한 1예(3)도 이 연구의 대상에 포함되었다.

이 기간 중 CTA는 6781건, MRA는 6692건이 시행되었으나 같은 환자의 추적검사, 외국인, 영상의 질이 좋지 못하여 평가



Fig. 1. Case 6. A 66-year-old man for health screening. Lateral **(A)** and half superoinferior **(B)** projections of time of flight magnetic resonance angiography show right persistent primitive olfactory artery (white arrows). Oblique lateral **(C)** projection shows an aneurysm in the right paraclinoid internal carotid artery (white arrow).

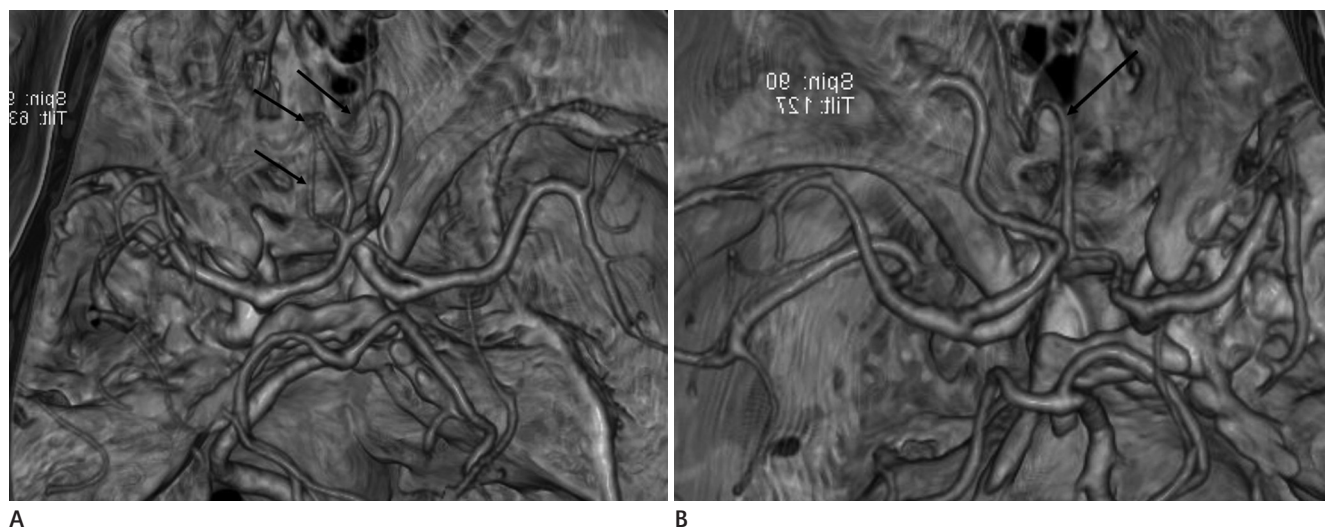


Fig. 2. Case 7. A 48-year-old man with a complaint of headache. Right oblique **(A)** projection of the computed tomography angiography volume rendering image shows the right persistent primitive olfactory artery (black arrows). Left oblique **(B)** projection of the computed tomography angiography volume rendering image shows the left persistent primitive olfactory artery (black arrow).

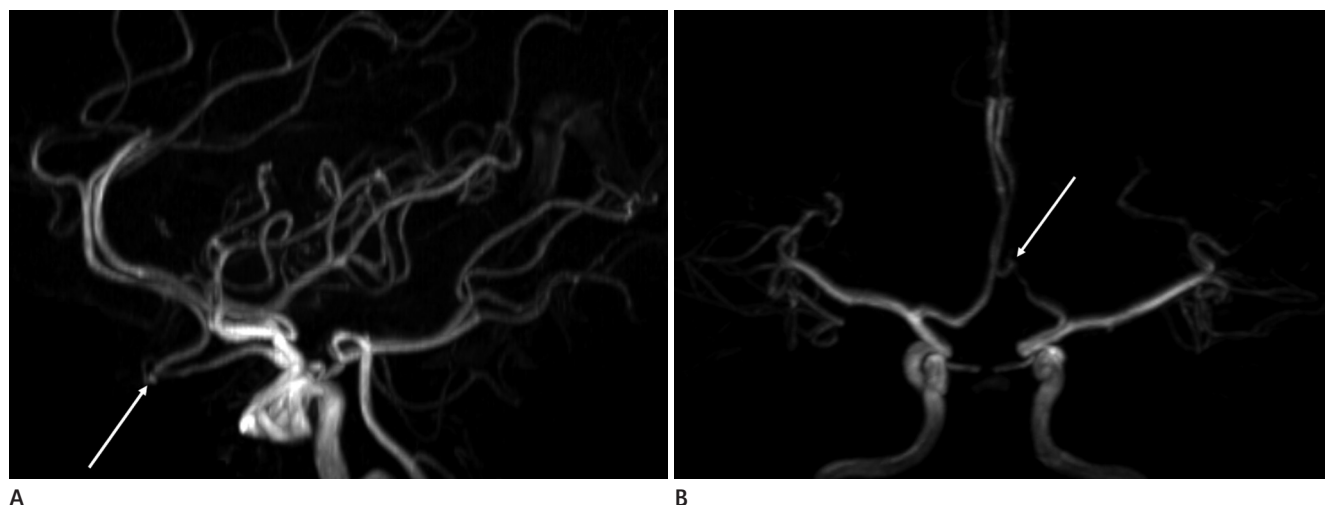


Fig. 3. Case 13. A 55-year-old female for health screening. Lateral **(A)** and half inferosuperior **(B)** projections of the time of flight magnetic resonance angiography show the left persistent primitive olfactory artery with the arterial bulging in hair pin turning point (white arrows).

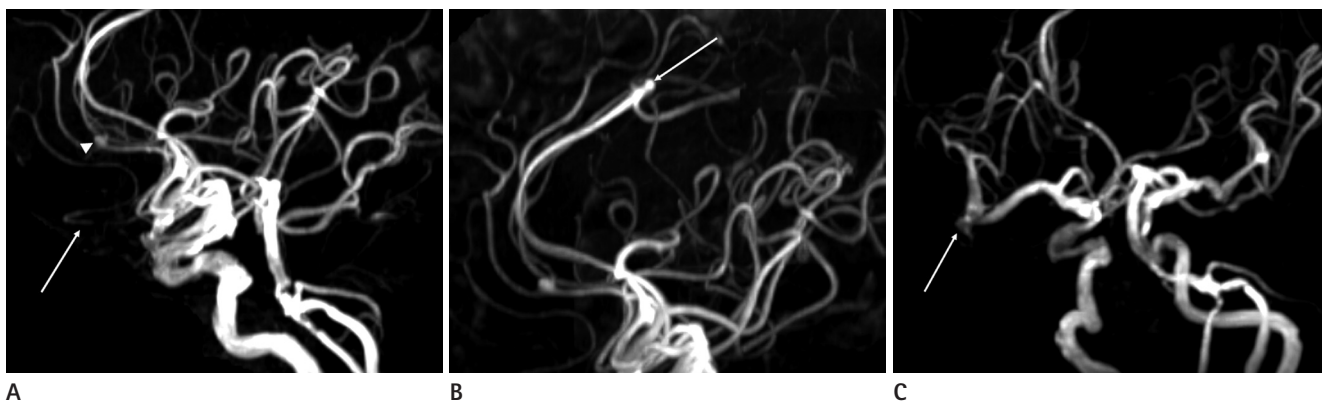


Fig. 4. Case 15. A 66-year-old female with a complaint of dizziness. Lateral **(A)** projection of time of flight magnetic resonance angiography shows left persistent primitive olfactory artery (white arrow) and one aneurysm in the left pericallosal artery (arrowhead). Superior view **(B)** shows another aneurysm in the right callosomarginal artery. Oblique lateral **(C)** projection shows another aneurysm in the right middle cerebral artery bifurcation area.

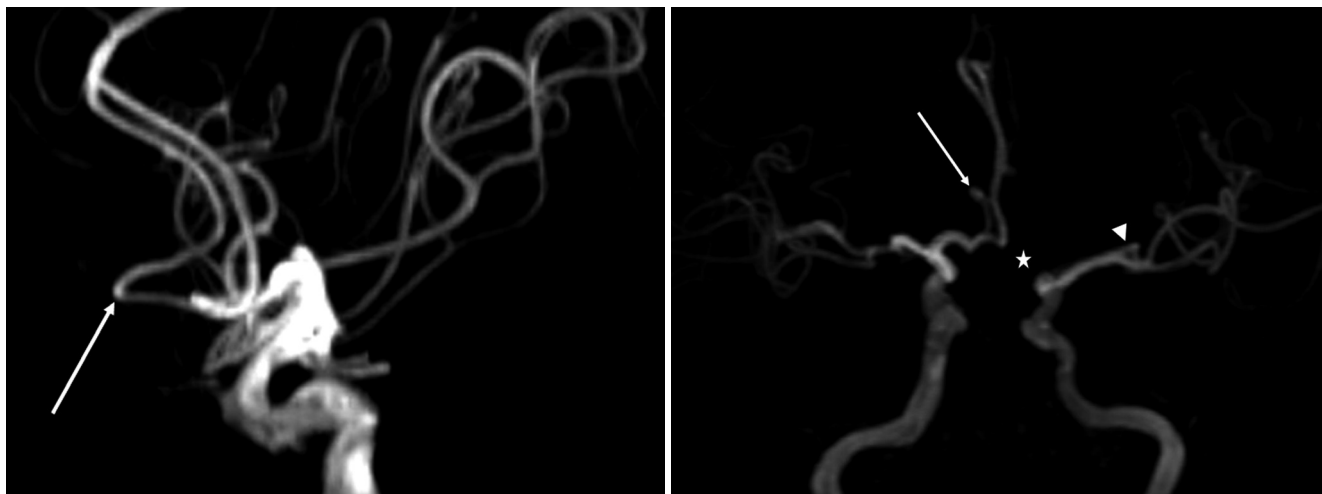


Fig. 5. Case 22. A 58-year-old male for evaluation of transient ischemic attack. Lateral **(A)** and half inferosuperior **(B)** projections of the time of flight magnetic resonance angiography show right persistent primitive olfactory artery (white arrow). There are fenestration in M1 portion of the left middle cerebral artery (arrowhead) and hypoplastic A1 portion of the left anterior cerebral artery (star).

가 어려운 경우 등을 제외하여 각각 5270, 6120건의 영상을 평가 대상으로 하였다. 또한 동일인에게서 CTA와 MRA가 시행된 경우가 1549건으로 이 연구에서는 총 9841명의 환자에서 시행된 MRA 또는 CTA를 대상으로 하였다. MRA는 3T MRI 기계(Signa Excite HD 3T, GE Medical System, Milwaukee, WI, USA) 또는 1.5T MRI 기계(Magnetom Vision, Siemens, Erlangen, Germany or Avanto, Siemens, Erlangen, Germany)를 사용하였으며 CTA는 dual source CT 스캐너(Somatom Definition Flash, Siemens Medical Systems, Erlangen, Germany) 또는 64채널 CT 스캐너(Somatom Definition; Siemens Medical Systems, Erlangen, Germany)를 사용하였다.

얻어진 영상은 2명의 영상의학과 의사가 후향적으로 분석하였으며 잔류 원시 후각동맥의 진단 기준은 전대뇌동맥의 첫 번

째 분지에서 후각로(olfactory tract)를 따라 전하방으로 주행하다 갑작스럽게 후상방으로 머리핀 모양 회전(hair-pin turn)을 한 이후 전대뇌동맥과 같은 주행 경로를 보이는 이상 혈관으로 하였다(Fig. 1).

환자의 후각증상을 알아보기 위하여 전화 설문을 실시하여 무후각증의 유무를 알아보았다.

결과

저자들은 총 9841명의 환자에서 시행된 MRA 또는 CTA 중 29예(남, 여 각각 17, 12명, 나이 24~82세)의 원시 잔류 후각동맥을 발견하였으며 그 빈도는 0.29%였다. 이들 중 잔류 원시 후각동맥이 좌측에 있었던 경우가 19예, 우측에 있었던 경

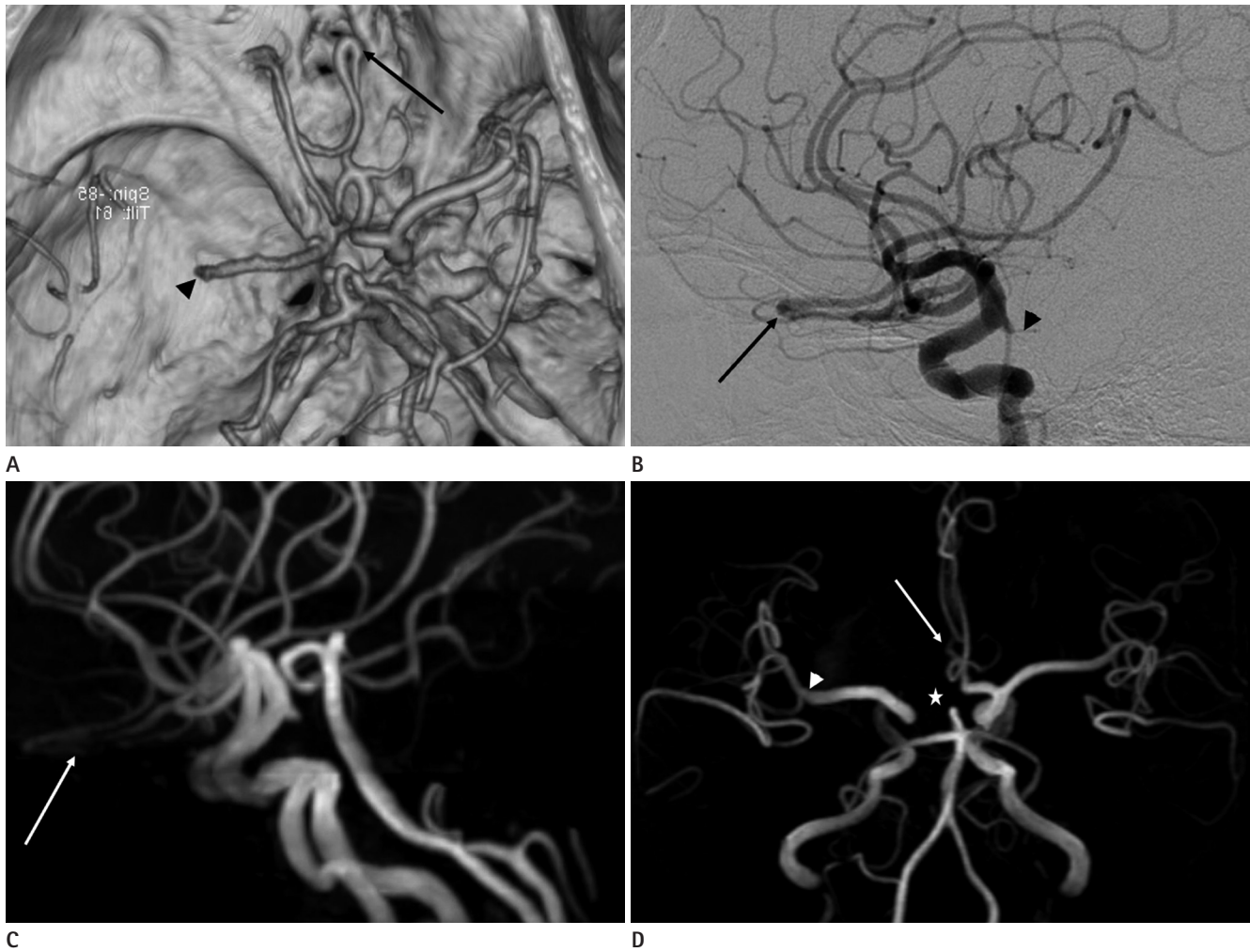


Fig. 6. Case 24. A 71-year-old male with acute cerebral infarction. Oblique superoinferior **(A)** projection of the computed tomography angiography volume rendering image shows the right persistent primitive olfactory artery (black arrow) and occlusion of M1 portion of the right middle cerebral artery (black arrowhead). Lateral projection **(B)** of left common carotid conventional angiography reveals the right persistent primitive olfactory artery (black arrow) and junctional dilatation in left anterior choroidal artery (arrowhead). Follow-up lateral **(C)** and half inferosuperior **(D)** projections of the time of flight magnetic resonance angiography after recanalization shows the right persistent primitive olfactory artery (white arrow) and hypoplastic A1 portion of the right anterior cerebral artery (star). There is recanalization of M1 portion of the right middle cerebral artery (white arrowhead).

우가 7예 그리고 양측에 있었던 경우가 3예였다(Fig. 2).

머리핀 모양의 굽어지는 곳에서 동맥의 돌출이 있는 환자는 2예였다(Fig. 3). 다른 뇌내혈관에 동맥류가 있는 경우는 3예였으며 이 중 2예는 상돌기주위 내경동맥(paraclinoid internal carotid artery)에 동맥류가 위치하였으며 1예는 다발성 동맥류가 존재하였다(Fig. 4). 동반된 혈관 기형으로는 좌측 중뇌혈관 근위부에 개창(fenestration)이 있었던 경우가 1예(Fig. 5), 전뇌동맥 근위부의 저형성이 있었던 경우가 3예였으며 이 중 잔류 원시 후각동맥과 동측에 전뇌동맥 근위부의 저형성이 있었던 경우가 1예(Fig. 6), 반대측에 있었던 경우가 2예였다.

1예를 제외한 28예에서 전화설문이 가능했으며 2예(7.1%)에서 본인이 기억하기에 아주 오래 전부터 무후각증을 호소하

였다(Table 1).

고찰

잔류 원시 후각동맥은 전대뇌동맥에서 발생하는 아주 드문 혈관 이상으로 1967년 Moffat (4)이 최초로 '잔류 원시 후각동맥'이란 용어를 사용하며 증례를 보고한 이래로 간간히 증례 보고가 있어왔다. 하지만 이는 대부분 일본인의 증례 보고였으며 또한 최근에 Uchino 등(2)이 일본인을 대상으로 한 연구에서 0.14%의 빈도로 발생을 하며 빈도상에서 좌우 차이는 없었으며 머리핀 모양 회전을 하는 곳에 동맥류가 나타날 수도 있으며 잔류 원시 후각동맥에서 발생한 부중뇌동맥(accessory

Table 1. Clinical Data and Associated Vascular Abnormalities or Variations in Patients with Persistent Primitive Olfactory Artery

No	Age (y)	Sex	Laterality	Associated Vascular Abnormalities or Variations	Hyposmia or Anosmia	Image Modality
1	57	M	Lt.	None	No	MRA, CTA
2	56	M	Lt.	None	No	MRA
3	50	M	Lt.	None	Yes	MRA
4	78	M	Lt.	None	No	MRA
5	48	M	Lt.	None	No	MRA
6	66	M	Rt.	Rt. paraclinoid ICA An	No	MRA
7	48	M	Bi	None	No	CTA
8	68	F	Rt.	PPOA bulging	No	CTA
9	76	F	Lt.	None	N.A	CTA
10	40	M	Lt.	None	No	MRA
11	68	F	Lt.	Rt. paraclinoid ICA An	Yes	MRA
12	71	F	Rt.	None	No	MRA
13	55	F	Lt.	PPOA bulging	No	MRA
14	65	F	Lt.	None	No	MRA
15	66	F	Lt.	Ans in Lt. pericallosal, Rt. callosomarginal and Rt. MCA bifurcation	No	MRA
16	24	M	Lt.	None	No	MRA, CTA
17	59	F	Bi	None	No	MRA
18	69	M	Lt.	None	No	MRA
19	66	M	Rt.	None	No	CTA
20	26	F	Lt.	None	No	CTA
21	57	F	Lt.	None	No	MRA
22	58	M	Rt.	Hypoplastic Lt. ACA A1, fenestration in Lt. MCA M1	No	MRA
23	58	M	Bi	None	No	MRA
24	71	F	Rt.	Hypoplastic Rt. ACA A1	No	MRA, CTA
25	67	M	Lt.	Hypoplastic Rt. ACA A1	No	MRA
26	82	F	Rt.	None	No	CTA
27	57	M	Lt.	None	No	MRA
28	32	M	Lt.	None	No	CTA
29	69	M	Lt.	None	No	CTA

Note.— ACA = anterior cerebral artery, An = aneurysm, Ans = aneurysms, Bi = bilateral, CTA = computed tomography angiography, F = female, ICA = internal carotid artery, Lt = left, M = male, MCA = middle cerebral artery, MRA = magnetic resonance angiography, N.A = not available, No = number, PPOA = persistent primitive olfactory artery, Rt = right, y = year

middle cerebral artery)이 나타나기도 한다는 연구결과를 발표하였다. 우리나라에서도 저자들이 보고한 1예를 포함하여 잔류 원시 후각동맥의 증례 보고가 2예가 있기는 하였으나 한국인에서의 빈도나 동반된 혈관변이 또는 혈관이상을 연구한 것은 없었다(3, 5).

Paget (6)과 Komiyama (7)에 따르면 원시 내경 동맥은 문측 분지(rostral division)와 미측 분지(caudal division)의 두 가지 분지로 나누어지며 원시 후각동맥은 발생 4주에 내경 동맥의 문측 분지(rostral division)로부터 분지하며 코오목(nasal fossa)으로 가는 제1분지와 나중에 전대뇌동맥으로 연결되는 제2분

지인 내측 후각동맥(medial olfactory artery) 그리고 나중에 휴브너의 되돌아동맥(recurrent artery of Heubner), 전맥락총 동맥(anterior choroidal artery), 외측 선조 동맥(lateral striate artery) 그리고 외측 중뇌 동맥(lateral middle cerebral artery)이 되는 제3분지인 외측 후각동맥(lateral olfactory artery)으로 나누어진다. 발생 7주가 되면 전대뇌동맥은 양측 대뇌 반구 사이를 상행 주행하게 되며 정상 성인에게서 관찰할 수 있는 전대뇌동맥의 정상적인 주행경로를 갖게 된다. 정상적으로 원시 후각동맥의 제1, 2분지는 퇴화하게 되고 3분지는 남게 된다. 하지만 이러한 퇴화가 일어나지 않으면 이것을 잔류 원시

후각동맥이라고 부른다. Nozaki 등(8)에 의하면 잔류 원시 후각동맥은 2가지의 아형이 있으며 1형은 저자들이 진단 기준으로 삼은 것과 같이 전대뇌동맥의 첫 번째 분지에서 후각로를 따라 전하방으로 주행하다 갑작스럽게 후상방으로 머리핀 모양 회전(hair-pin turn)을 한 이후 전대뇌동맥과 같은 주행 경로를 보이는 이상 혈관이며 2형은 전대뇌동맥에서 기시하여 사상형 판(cribriform plate)을 따라 주행하다 사골동맥(ethmoid artery)으로 비강(nasal cavity)에 혈액공급을 하는 혈관이다(8). 하지만 이러한 2형 잔류 원시 후각동맥은 그 자체의 작은 구경으로 인하여 MRA 또는 CTA에서 진단이 쉽지 않아 저자들은 진단 기준에 넣지는 않았다.

저자들이 연구에서 0.29%의 환자에서 잔류 원시 후각동맥은 이전에 일본인을 대상으로 한 연구보다 약 2배 가량의 많은 빈도를 나타내는 것으로 차이가 많으며 또한 좌측이 19예, 우측이 7예 그리고 양측이 3예로 좌측이 좀 더 많은 빈도를 보이는 것도 이전 연구와의 차이점이며 그 이유는 정확하게 밝힐 수 없었다.

본 연구에서 머리핀 모양으로 굽어지는 곳에 동맥의 돌출이 있는 환자는 2예(6.9%)였으며 이러한 급격한 머리핀 모양으로 굽어지는 곳에서는 혈액학적 압력을 많이 받게 되어 뇌동맥류 발생과 깊은 연관성을 갖고 있는 것으로 알려져 있다. Nozaki 등(8)에 의하면 7명의 잔류 원시 후각동맥을 가진 환자 중 4명에서 뇌동맥류를 발견하였으며 이 중 2명은 지주막하출혈을 동반하고 있었다고 보고하였다.

그 외에 다른 곳에 동맥류가 있었던 경우는 3예(10.3%)로 전체 인구를 대상으로 한 연구에서 1~5%의 빈도나 이전 Uchino 등(2)의 연구에서 밝힌 잔류 원시 후각동맥 환자 14예 중 1예(7.1%)보다 동반된 동맥류의 빈도가 높다(2, 9).

그리고 동반된 혈관변이로 전뇌동맥의 근위부에 저형성이 있었던 예는 3예로 나타났으며 이전 Uchino 등(2)의 연구에서는 없었던 소견이며, 뇌 내 혈관에 개창이 있었던 경우가 1예로 이전 Uchino 등(2)의 연구에서도 언급이 있었던 소견이다.

하지만 Lin 등(10)과 Uchino 등(2)의 연구에서 있었던 부중 뇌동맥은 찾을 수 없었다.

또 다른 임상적인 특이점은 후각 감퇴 혹은 무후각증을 야기할 수 있으며 저자들의 연구에서는 28예 중 2예(7.1%)에서 무후각증을 호소하였으며 Nozaki 등(8)에 의하면 잔류 원시 후각동맥을 가진 7명의 환자 중 2명에서 무후각증이 관찰되었으며 수술 소견에서 후각신경은 특이 소견이 없었고 후각신경으로의 혈류 공급 이상이 발병기전과 연관이 있을 것이라 추측하였다.

결론적으로 한국인에서의 잔류 원시 후각동맥의 빈도는 이전의 일본인을 대상으로 한 연구보다 높았으며 좌측이 좀 더 많은 빈도로 발견되었다. 머리핀 모양의 굽어지는 곳에 동맥의 돌출이 있어서 동맥류 생성의 위험이 있으며 그 외의 다른 곳에서도 뇌동맥류 발생이 좀 더 높은 빈도에서 발견되어 CTA 혹은 MRA를 통하여 정기적 검진의 시행이 요망되며 임상적으로는 무후각증의 증상을 동반할 수도 있다.

참고문헌

1. Tsuji T, Abe M, Tabuchi K. Aneurysm of a persistent primitive olfactory artery. Case report. *J Neurosurg* 1995;83:138-140
2. Uchino A, Saito N, Kozawa E, Mizukoshi W, Inoue K. Persistent primitive olfactory artery: MR angiographic diagnosis. *Surg Radiol Anat* 2011;33:197-201
3. Yeo SH, Rho BH, Kim E, Sohn CH, Chang HW. Diagnosis of persistent primitive olfactory artery using CT angiography: a case report. *J Korean Soc Radiol* 2009;61:139-141
4. Moffat DB. A case of persistence of the primitive olfactory artery. *Anat Anz* 1967;121:477-479
5. Kim MS, Lee GJ. Diagnosis of persistent primitive olfactory artery using computed tomography angiography. *J Korean Neurosurg Soc* 2011;49:290-291
6. Paget DH. Development of cranial arteries in human embryo. *Contrib Embryol* 1948;32:205-262
7. Komiyama M. Persistent primitive olfactory artery. *Surg Radiol Anat* 2012;34:97-98
8. Nozaki K, Taki W, Kawakami O, Hashimoto N. Cerebral aneurysm associated with persistent primitive olfactory artery aneurysm. *Acta Neurochir (Wien)* 1998;140:397-401; discussion 401-402
9. Bonneville F, Sourour N, Biondi A. Intracranial aneurysms: an overview. *Neuroimaging Clin N Am* 2006;16:371-382, vii
10. Lin WC, Hsu SW, Kuo YL, Feekes JA, Wang HC. Combination of olfactory course anterior cerebral artery and accessory middle cerebral artery (MCA) with occluded in situ MCA and related moyamoya phenomenon. *Brain Dev* 2009;31:318-321

잔류 원시 후각동맥의 자기공명 및 전산화단층촬영 혈관조영술 소견: 한국인에서의 빈도와 동맥류와의 연관성¹

권보라¹ · 여수현¹ · 장혁원¹ · 김미정¹ · 김일만² · 김미경³ · 조호찬³ · 김혜순³ · 이성문¹

목적: 잔류 원시 후각동맥의 알려진 빈도는 0.14%이지만 이것은 일본인을 대상으로 한 결과이다. 이에 저자들은 한국인에서의 잔류 원시 후각동맥의 빈도와 동반된 뇌혈관 변이 또는 이상을 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 본원에서 시행한 9841명의 자기공명혈관조영술(magnetic resonance angiography)과 전산화단층촬영 혈관조영술(computed tomography angiography)을 후향적으로 분석하였다. 잔류 원시 후각동맥의 진단은 근위부 전뇌 동맥의 심한 전하방 경로를 취한 후 측면사진에서 머리핀 모양으로 굽어서 진행되는 것을 기준으로 하였다.

결과: 29예(0.29%)의 잔류 원시 후각동맥을 찾을 수 있었다. 우측이 7예, 좌측이 19예, 양측이 3예였다. 머리핀 모양의 굽어지는 곳에서 동맥의 돌출이 있는 환자는 2예였으며 다른 뇌내혈관에 동맥류가 있는 경우는 3예였다. 전뇌동맥 근위부의 저형성이 있었던 예는 3예였으며 뇌내혈관에 개창(fenestration)이 있었던 경우가 1예였다.

결론: 한국인을 대상으로 한 연구에서 잔류 원시 후각동맥의 빈도는 이전의 일본인을 대상으로 한 연구보다 높았으며 좌측이 좀 더 많은 빈도로 발견되었다. 머리핀 모양의 굽어지는 곳에 동맥의 돌출이나 다른 뇌내혈관에 동맥류가 있는 경우도 발견할 수 있었으며 그 외의 동맥변이가 일부 관찰되었다.

계명대학교 의과대학 동산의료원 ¹영상의학과학교실, ²신경외과학교실, ³내과학교실