대한영상의학회지 2007;57:307 - 314

자기공명혈관촬영상 가양성 두개내동맥류: 함정의 원인[1]

박보람 · 류창우[2] · 김의종 · 최우석 · 이덕희[3]

목적: 자기공명혈관촬영(MR angiography, 이하 MRA)에서 두개내동맥류로 오진할 수 있는 함정에 대해 알아보고자 한다.

대상과 방법: MRA에서 우연히 발견된 두개내동맥류로 진단받은 210예를 후향적으로 분석하였다. 이들은 모두 확진을 위하여 CT 혈관조영술(CT angiography, 이하 CTA)이나 디지털감산혈관조영술(digital subtraction angiography, 이하 DSA)을 시행 받았으며 이 중 가양성으로 판명된 예들의 빈도, 병변의 위치, 크기, 원인 등을 조사하였다.

결과: 210명 중 28명이 CTA나 DSA로 가양성 동맥류를 확진 받았다. 이들은 중뇌동맥(n=9, 분지부: 7, 본체: 2)과 전교통동맥(n=5)에 주로 위치 했으며 대부분의(78.6%) 병변의 최대 직경은 3 mm 이하였다. 원인은 접합부 팽대(n=14), 혈관의 사행성 (n=6), 정상변이 (n=3), 원인미상(n=3) 등 이었다.

결론: MRA에서 가양성 두개내동맥류의 가능성과 함정을 이해하는 것은 선별 MRA의 진단 정확도를 증가시키는데 도움을 줄 것이며 불필요한 침습적 검사를 줄이는데 기여할 것이다.

자기공명혈관촬영(MR angiography, 이하 MRA)은 두개내 혈관질환을 진단하는데 있어서 비교적 높은 감수성(74 - 98%)을 가지는 비침습적인 방법으로 선별검사를 위하여 흔히 이용된다(1). MRA에서 두개내동맥류를 발견했을 때 확진과 수술 전 계획을 위해서는 고식적 혈관조영술이 필요하며, 최근 연구결과에 의하면 이를 CT 혈관조영술(CT angiography, 이하 CTA)로 대체할 수 있다고 하였다(2). 그러나 고식적 혈관조영술은 대퇴동맥 천자와 혈관 내에서 카테터 조작이 필요한 침습적 검사이고 CTA는 방사선 위해와 요오드 조영제의 부작용 등의 부족한 점들이 있다(3). 따라서 MRA에서 처음부터 두개내동맥류를 정확하게 진단하는 것은 파열되지 않은 동맥류의 조기 진단의 의미 외에도 동맥류의 평가를 위한 불필요한 침습적 검사를 감소시킨다는 의미가 있겠다.

본 연구자들이 조사한 바에 따르면 이전에 MRA의 가음성 두개내동맥류의 빈도와 원인 등에 관한 연구는 많았으나 가양성 동맥류에 대해서는 위치나 원인 등 세부 사항에 대하여 체계적으로 분석한 연구를 거의 찾을 수 없었다. 단지 가양성 동맥류의 빈도에 관해서 기술한 2개의 보고를 찾을 수 있었으며 이러한 결과 역시 다른 연구의 부가적인 결과로 나온 자료였다(1, 4). 따라서 이번 논문에서는 MRA에서의 가양성 두개내동맥류의 영상분석을 통하여 두개내동맥류로 오진할 수 있는 함정에 대하여 구체적으로 알아보고자 한다.

대상과 방법

MRA에서 우연히 발견된 낭성두개내동맥류로 진단된 환자들 중 확진을 위하여 CTA 또는 디지털감산혈관조영술(digital subtraction angiography, 이하 DSA)을 시행한 환자 210명을 대상으로 하였다.

모집단을 구하고자 2001년 1월부터 2006년 8월까지 연구에 참여한 3개 병원에서 여러 이유(선별검사, 비특이적 뇌신경증상, 뇌졸중, 뇌실질 질환, 뇌혈관질환의증 등)로 MRA를 시행한 모든 환자의 판독기록을 검색하여 " 동맥류 "란 단어가 기록된 환자들 중 낭성동맥류로 판독되었던 환자들을 선택한 후 CTA 또는 DSA를 시행하여 낭성동맥류로 진단된 환자만을 연구대상에 포함하였다. 그 중 MRA 이전에 CTA나 DSA 등의 영상검사로 이미 동맥류를 진단받고 추적검사를 한 환자나 MRA 촬영 당시 지주막하출혈이나 두개내출혈 등 두개내동맥류가 원인이 될 수 있는 소견을 동반하여 판독의사가 동맥류의 가능성을 예측할 수 있었던 환자는 연구대상에서 제외하였

[1]경희의료원 영상의학과
[2]경희대학교 동서신의학병원 영상의학과
[3]울산의대 서울아산병원 영상의학과
이 논문은 2007년 5월 16일 접수하여 2007년 8월 30일에 채택되었음.

다.

MRA는 세 병원 모두 1.5T 자기공명영상기기를 사용하여 얻었다. 3D 유체속도강조 기법(time-of-flight method, 이하 TOF)을 이용하여 축상면(axial) 방향으로 Willis환을 포함하는 범위로 영상을 얻었다. 축상면 원천영상(axial source image)들은 최대강도투사(Maximum intensity projection, 이하 MIP)기법으로 재건하였으며, 축상면에 대하여 수직축(vertical axis)과 수평축(transverse axis)으로 9-12°씩 회전하여 총 180° 회전시킨 MIP 영상을 얻었다.

210명의 환자 중 CTA 또는 DSA를 시행하여 두개내동맥류가 아닌 것으로 확진된 경우를 가양성 두개내동맥류로 정의하였으며 이 환자들을 대상으로 두 명의 영상의학과 의사(신경영상전문의 1명, 전공의 1명)가 가양성 두개내동맥류의 MIP 영상을 후향적으로 분석하였다. 이중 MIP재건 영상 중 어느 한 축(수직축 또는 수평축) 영상에서만 동맥류가 의심되거나 연구자들이 판단하기에 명백히 동맥류가 아닌 것으로 보이는 경우는 함정(pitfall)에 의한 가양성 동맥류가 아닌 판독자의 부주의나 오류로 간주하여 두 명의 관찰자 간의 상호동의 하에 연구대상에서 제외하였다. 영상분석에 포함된 항목은 MRA상에서 측정된 가양성 동맥류의 크기, 위치, 함정의 원인이었다.

MRA에서 가양성 동맥류의 크기는 영상진단용 고해상 모니터에서 의료영상저장전송시스템(PACS system)의 계측도구를 이용하여 최장축을 측정하였으며 크기는 3 mm 미만, 3-5 mm, 5 mm 이상으로 구분하였다.

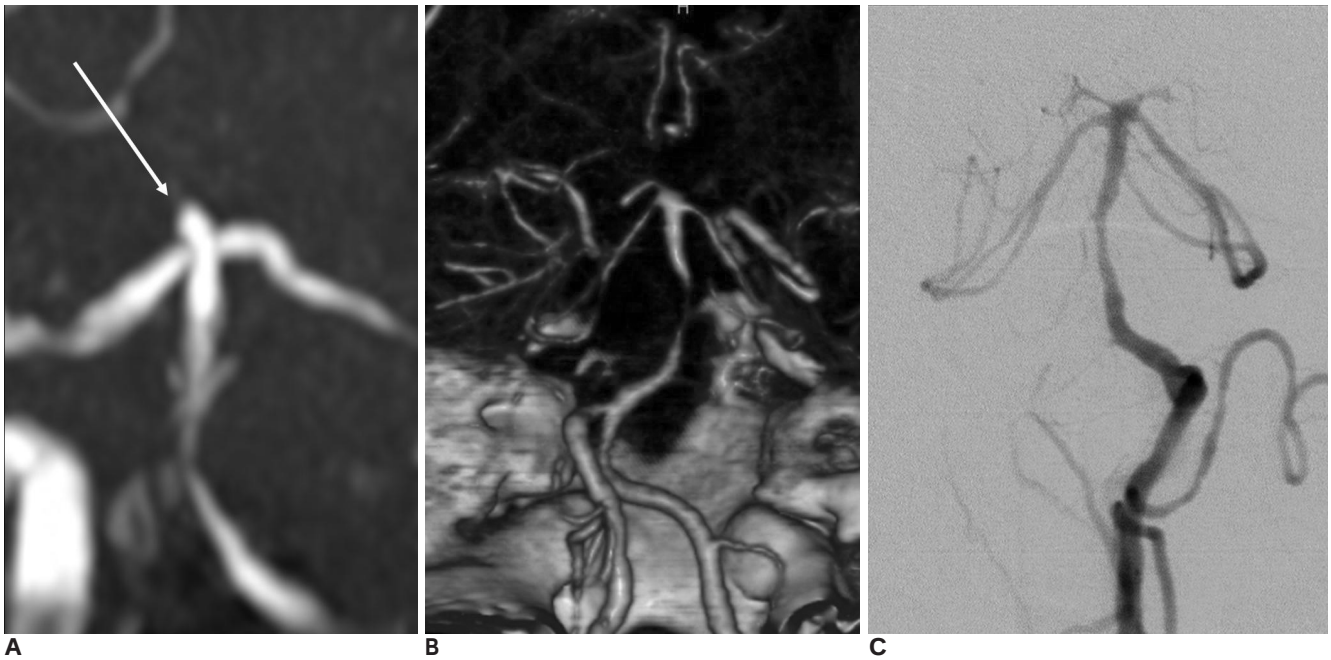
가양성으로 보일 수 있는 함정의 원인은 접합부 팽대(junctional dilatation), 혈관의 사행성(vascular tortuosity), 정상변이(normal variation), 관강의 불규칙성(luminal irregularity), 협착 후 확장(post-stenotic dilatation), 원인불명(unknown cause)으로 나누었다. 접합부 팽대는 혈관 분지부의 팽대(Fig. 1), 혈관의 사행성은 혈관의 주행이 비틀린 것으로 정의하였다. 정상변이는 중복(duplication) (Fig. 2)이나 창냄(fenestration)같이 둘로 갈라진 혈관들이 겹치거나 두텁게 보여서 동맥류같이 보이는 것, 관강의 불규칙성은 죽상경화변성(atherosclerotic change) 등으로 혈관이 불규칙한 두께를 보여 그 중 상대적으로 굵은 부위가 동맥류같이 보이는 것, 협착 후 확장은 협착부위의 원위부가 확장되어 동맥류같이 보이는 병변으로 정의하였다. 그 외 원인불명은 MRA에서 동맥류가 있는 것처럼 보였으나 CTA나 DSA에서 동맥류가 없었으며 위에서 분류한 원인의 어디에도 해당하지 않는 경우로 정의하였다.

결 과

210명의 환자 중 171명은 DSA, 45명은 CTA를 시행하였고 둘 다 시행한 환자는 6명이었다. 총 28명(13.3%)에서 가양성 두개내동맥류가 발견되었다. 28명의 가양성 병변을 가진 환자 중 남성은 10명, 여성은 18명이었고 연령대는 32-76세로 평균 연령은 59.2세였다. 이중 21명은 3D CTA로, 5명은 DSA로 확진 되었으며, 둘 다 시행한 환자는 2명이었다.

MRA에서 보이는 가양성 동맥류의 크기는 3 mm 미만이 22예(78.6%)였고, 3-5 mm는 5예(17.9%), 5 mm 이상으로 계측된 경우도 1예(3.6%)가 있었다.

가양성 뇌동맥류의 호발 위치는 중뇌동맥 분지부(MCA bifurcation)가 7예로 가장 많았고 전교통동맥이 5예, 그다음으



A B C

Fig. 1. False-positive aneurysm of the top of the basilar artery in a 51-year-old man. A saccular aneurysm (arrow) is seen at the top of the basilar artery on Time-of-flight MR angiography (**A**). CT angiography (**B**) demonstrates junctional dilatation at that region. Right vertebral angiogram (**C**) also shows junctional dilatation.

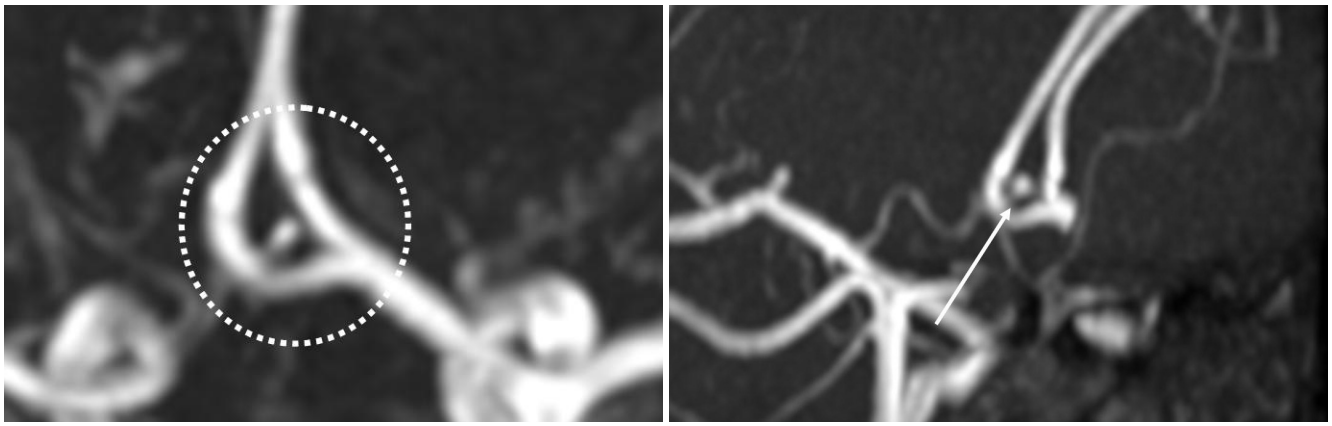
로 후교통동맥, 뇌저동맥이 각각 3예 였다(Table 1).

가양성으로 보이는 원인은 접합부 팽대가 14예로 가장 많았다. 그다음으로 혈관의 사행성이 6예 있었다. 혈관의 사행성은 위치에 따라 특징적인 형태를 보였으며 다음과 같은 세 가지 패턴 - 혈관 꼬임(vascular coiling), 단순 사행성(simple tortuosity), 중첩된 분지부(overlapped bifurcation) - 으로 세분할 수 있었다. 혈관 꼬임은 혈관이 주행하며 근위분절과 고리모양을 형성하여서 낭성 동맥류같이 보이는 경우, 단순 사행성은 뒤틀린 혈관들이 예각을 이루며 겹친 것, 중첩된 분지부는 중뇌동맥 분지 각도가 180도보다 커서 화살표 모양으로 보이는 형태였다(Fig. 3). 6예의 혈관의 사행성은 혈관 고리형성 2예, 단순 사행성 2예, 중첩된 동맥분지부 2예(Fig. 4)로 분류되었다. 그 외 정상 변이 3예, 관강의 불규칙성 1예, 협착 후 확장 1예가 있었고 원인불명 3예가 있었다(Table 2).

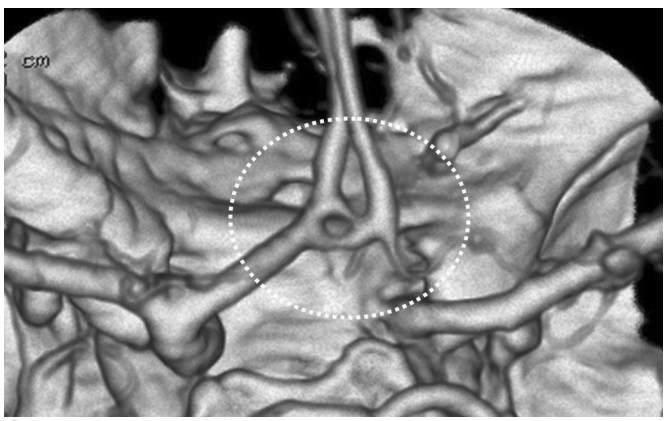
가장 많은 가양성 동맥류가 관찰된 중뇌동맥 분지부와 전교통동맥에서의 원인을 보면 접합부 팽대가 각각 4예와 3예로 가장 많았고 혈관의 사행성과 정상변이가 그다음으로 많아 전체적인 원인의 분포와 비슷했다.

Table 1. Locations of False-positive Intracranial Aneurysms on MRA

Location	Number of Cases	Percent (%)
Anterior Communicating Artery (AcoA)	5	17.9
Anterior Cerebral Artery (ACA)	1	3.6
Middle Cerebral Artery (MCA) Bifurcation	7	25
Middle Cerebral Artery Trunk	2	7.1
Posterior Communicating Artery (PcoA)	3	10.7
Basilar Artery Top	3	10.7
Internal Carotid Artery		
Cavernous ICA	1	3.6
Supraclinoid ICA	1	3.6
Posterior Inferior Cerebellar Artery (PICA) Origin	2	7.1
Superior Cerebellar Artery (SCA)	2	7.1
Persistent Trigeminal Artery	1	3.6
Total	28	100



A **B**



C

Fig. 2. False positive aneurysm of the anterior communicating artery (AcoA) in a 45-year-old man. On MR angiography (**A**), a small saccular aneurysmal sac is seen at the AcoA (in circle). The aneurysm (arrow) is also seen at the transverse rotation view (**B**). CT angiography (**C**) demonstrates there is no aneurysmal sac at the AcoA, and AcoA is duplicated (in circle).

고 찰

파열되지 않은 두개내동맥류의 파열 위험도는 위치, 크기, 그리고 환자의 다른 동맥류로 말미암은 지주막하출혈의 과거력 등에 따라 달라진다(4). 전방순환계의 동맥류는 지주막하출혈의 과거력이 없으면 7 mm 이하 크기의 동맥류는 파열의 위험성이 없으나, 후방순환계의 동맥류는 지주막하출혈의 과거력이 없어도 매년 0.5% 정도의 파열위험이 있다고 White 등(5)이 보고하였다. 그러나 작은 동맥류도 크기 증가의 가능성이 있으므로 정확한 평가와 필요할 경우 추적검사가 필요하겠다.

두개내동맥류를 진단하는데 MRA의 정확도는 많은 연구에서 90% 이상으로 보고되고(6) 특히 전뇌동맥과 중뇌동맥에서의 정확도가 높다(7). 그러나 3 mm 이하의 작은 동맥류를 식별하는 정확도는 상대적으로 매우 낮으며 Philip 등(6)은 38%로 보고했다. 이전의 연구들에서 MRA에서 두개내동맥류의 가양성률은 신경영상전문의가 판독하였을 때 17.9%, 11.8%로 보고되었다(1, 5). 이번 연구에서 나온 가양성 내동맥류의 빈도는 14.3%로 앞서 말한 기존 연구와 비슷한 결과를 보였다.

이전에 Horikoshi 등(8)이 4518명의 무증상 환자의 두개내동맥류를 조사한 바로는 일반 인구집단(general population)에서 우연히 발견되는 파열되지 않은 두개내동맥류는 남성에서 2.1%, 여성에서 3.4%로 전체 2.8% 정도였다. 이 연구에서 동맥류의 흔한 위치는 중뇌동맥이 42%, 전교통동맥이 21%, 내경동맥이 23%였다. 본 연구에서 우연히 발견된 가양성 두개내동맥류가 가장 흔했던 위치도 중뇌동맥 분지부와 전교통동맥으로 실제의 동맥류 호발 부위와 비슷한 결과분포를 보였다. 이는 상기 부위가 혈관 겹침이 많고, 실제의 동맥류 호발 부위이므로 영상 판독시 영상의학전문의가 과장하여 판독하였을 가능성이 있기 때문으로 생각한다. 크기는 대부분(78.6%) 3 mm 보다 작아서 MRA에서 크기가 작은 동맥류는 기존에 보고된 가음성률뿐만 아니라 가양성률도 높음을 시사한다. 이는 MRA의 공간해상도(spatial resolution)와 밀접한 연관이 있으리라고 보며 3.0T MRI를 사용하면 가음성률이나 가양성률이 감소하리라 생각한다. 3.0T MR 장비는 신호대잡음비가 커서 혈관이 더 뚜렷하게 구분되고 원위부 혈관의 선명도가 좋으며 공간해상도가 좋아(9) 가양성동맥류의 함정이 줄어들 것으로 생각된다. 그 외에도 3.0T MR 장비는 작은 혈관, 동맥류 잔유물, 재발을 발견하는데 우수하다(10).

위치에 따른 가양성 두개내동맥류의 원인을 보면 중뇌동맥 분지부에서는 접합부 팽대(4/7)와 중첩(2/7) 등이 있었고, 전교통동맥에서는 접합부팽대(3/5), 정상 변이(2/5)들이 있었다.

Table 2. Causes of False-positive Intracranial Aneurysms on MRA

Cause	Number	Common Location	Percent (%)
Junctional Dilatation	14	AcoA:3, MCA:4, PcoA:3, others:4	50
Vascular Tortuosity			
Vascular Coiling	2	PICA:1, MCA bifurcation:1	7.1
Simple Tortuosity	2	ICA:1, trigeminal:1	7.1
Overlapped Bifurcation	2	MCA bifurcation:2	7.1
Normal Variation	3	AcoA:2, ACA:1	10.7
Unknown Cause	3	Basilar:1, SCA:1, PICA:1	10.7
Luminal Irregularity	1	ICA:1	3.6
Post-stenotic Dilatation	1	MCA trunk:1	3.6
Total	28	28	100

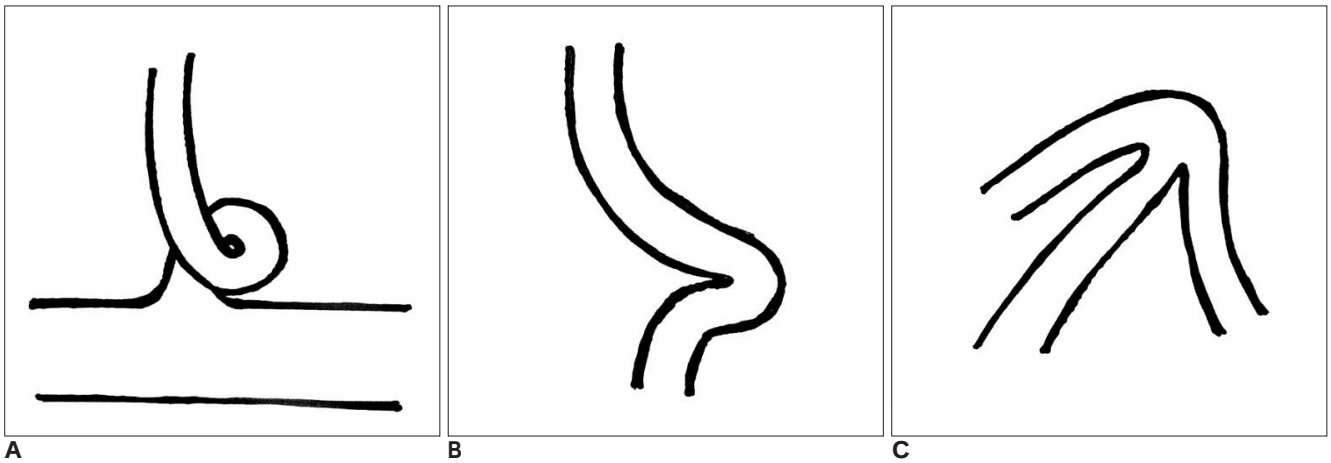


Fig. 3. Classification of vascular tortuosity. (**A**) Vascular coiling is that branching vessels are twisted and rolled, forming into round shape. (**B**) Simple tortuosity is defined as overlapping of twisted vessels, making an acute angle. (**C**) When the bifurcation of middle cerebral artery angle is larger than 180 degree, it looks like arrow shape. We classified it into overlapped bifurcation.

후교통동맥에서는 모두 접합부 팽대(3/3)였고, 뇌저동맥 상부에서도 접합부 팽대(2/3)가 있었다. 접합부 팽대가 가양성을 보이는 대표적인 경우로 널리 인식됐으나 본 연구를 보면 가양성 두개내동맥류의 원인으로 접합부 팽대 이외에도 다양한 원인이 있었으며, 특히 전교통동맥에서의 정상변이, 중뇌동맥 분지부에서의 중첩 등과 같이 위치에 따라 다른 여러 가지 원인들도 있음을 알 수 있었다.

MRA에서 동맥류가 의심되면 일반적인 다음 단계의 검사로 DSA나 CTA를 통해 동맥류를 확진하게 된다. 그러나 DSA는 시간이 비교적 오래 걸리고 입원이 필요하며 침습적 시술에 의한 합병증이나 심각한 신경학적 합병증이 동반될 수 있고, CTA 또한 고용량의 요오드제제가 고속으로 정맥주사되기 때문에 아나필락시스를 일으킬 위험을 내재하고 있다(3). 따라서 저자들은 MRA에서 가양성 동맥류의 함정에 대하여 정확히 이해하여 동맥류 진단의 특이도를 높인다면 불필요한 침습적인 2차 검사(DSA, CTA)를 줄일 수 있다고 생각한다.

저자들은 본 연구결과와 경험을 바탕으로 MRA의 가양성 동맥류의 함정을 피하는데 도움이 되는 몇 가지 방법을 다음과 같이 제시한다. 첫째, 본 연구에서 제외된 증례 중 2예에서는 수직축과 수평축 두 가지의 MIP 회전영상 중 한쪽 회전영상에서는 가양성 동맥류가 보였으나 다른 회전영상에서는 동맥류가 보이지 않았으며 판독 시 주의를 기울이면 이러한 명백

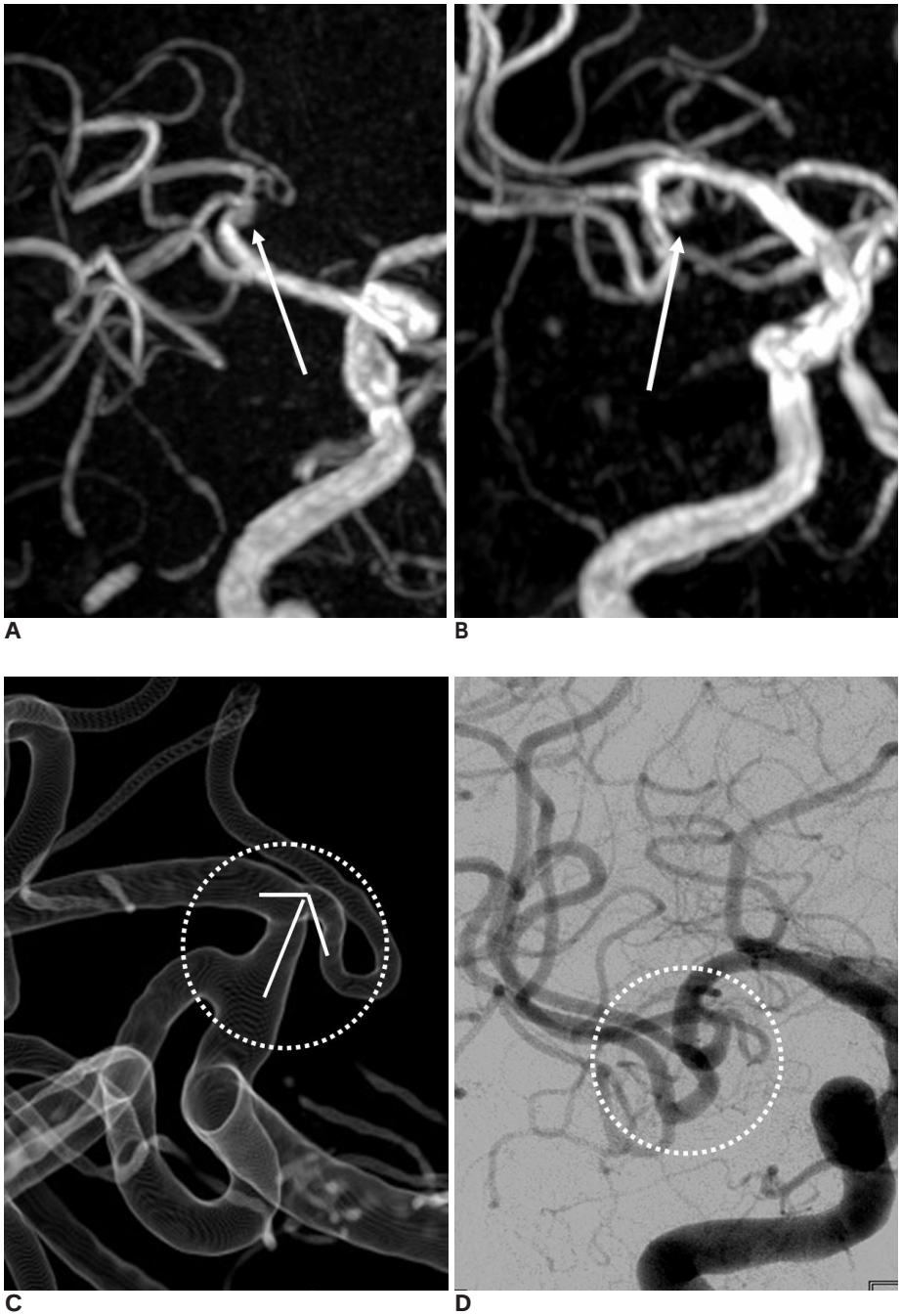


Fig. 4. False positive aneurysm of the middle cerebral artery (MCA) bifurcation in 68-year-old woman. A small aneurysm (arrows) is seen at the right MCA M2 segment bifurcation area on MR angiography (**A, B**). On selective angiography of right carotid artery (**C, D**), vascular angle of right MCA M2 segment bifurcation area is over 180 degree and overlapped. It looks like arrow shape (in circles).

한 잘못을 하는 것을 피할 수 있을 것이다(Fig. 5). 둘째, 3 mm 이하의 작은 병변이 있을 경우 주의 깊은 관찰이 필요하며 분지하는 혈관이 있는지, 또는 MIP영상에서 겹치는 혈관을 구별하고자 원천영상(source image)을 확인하여야 한다. 셋째, 중첩에 의한 오진을 줄이고자 내경동맥을 좌우로 잘라서 FOV를 설정한 후 회전하여야 하겠으며 FOV 설정 시 subvolume을 적절하게 설정하여 혈관이 겹쳐 보이지 않도록 주의해야겠다. 넷째, 본 연구는 MIP 방법으로 영상을 재구성하였는데 이 방법은 영상에서 가장 밝은 픽셀 값들을 서로 연결하여 나타내기 때문에 고음영의 바탕이 같이 투영되어 없는 병변이 있는 것처럼 보이게 할 수 있다. 또한, 2차원으로 영상을 나타내기 때문에 다른 혈관 또는 동맥류가 아닌 다른 병변들끼리 겹쳐 병변처럼 보일 수 있고, 작은 동맥류는 오히려 보이지 않을 수도 있다. 따라서 컴퓨터 프로그램을 이용한 3차원

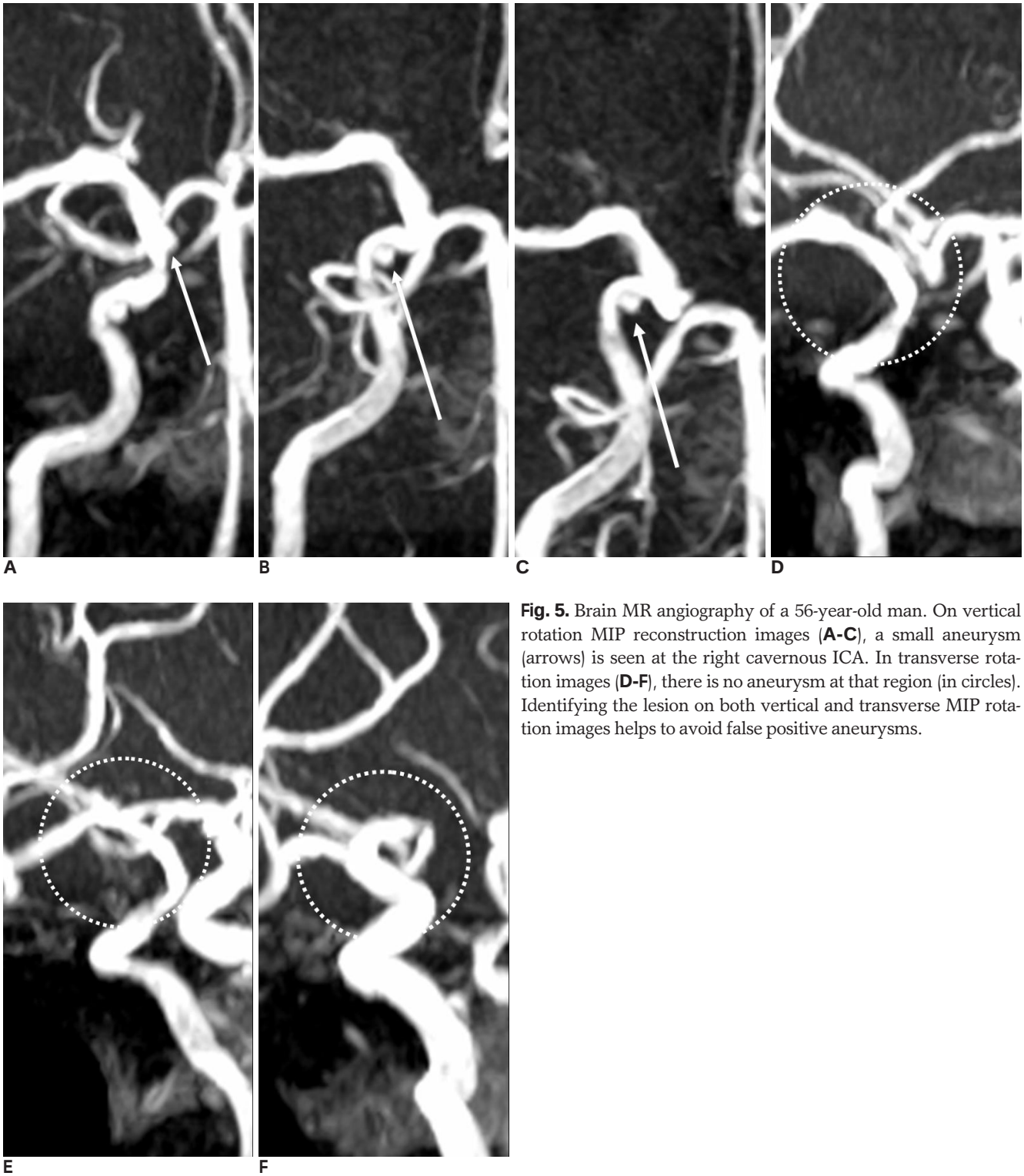


Fig. 5. Brain MR angiography of a 56-year-old man. On vertical rotation MIP reconstruction images (**A-C**), a small aneurysm (arrows) is seen at the right cavernous ICA. In transverse rotation images (**D-F**), there is no aneurysm at that region (in circles). Identifying the lesion on both vertical and transverse MIP rotation images helps to avoid false positive aneurysms.

용적묘사(volume rendering, 이하 VR) 영상을 추가로 만들어서 영상의 역치(threshold value)를 적절히 조절하고 다양한 방향으로 회전하며 분석하여 MIP 영상의 한계를 극복하는 것이 필요하겠다(11). Mallouhi 등(12)은 MRA영상을 재구성 할 때 MIP보다는 VR이 동맥류의 발견과 특성화, 혈관 구분에 우월하다고 하였다. 다섯째로 조영증강 MRA의 활용이 있다. Isoda 등(13)은 생체 외(in vitro) 실험에서 조영증강 MRA 영상이 TOF MRA 영상보다 두개내동맥류의 발견에 더 좋다고 보고하였으나 생체 내에서의 비교에 대한 연구는 아직 부족하여 어느 영상이 더 낫다고 보기는 어렵다. 그러나 조영증강 MRA는 주사 시간(scan time)이 짧고 유동 인공물이 적기 때문에 몸을 가만히 있는 것이 불가능한 환자에서 더 좋은 영상을 얻을 수 있는 장점이 있다(14).

이 연구의 한계는 다음과 같다. 이 연구에서는 MRA에서 보인 동맥류를 확진하는 검사로서 DSA 뿐만 아니라 CTA도 최적기준(gold standard)으로 정하였다. 현재 3D DSA가 두개내동맥류를 진단하는데 최적기준으로 여겨지며 CTA나 다른 영상으로는 작은 크기의 동맥류를 식별하는데 제한이 있는 것으로 알려졌다(15). 그러나 Villablanca 등(16)은 CTA가 작은 크기의 동맥류를 식별하는데 DSA보다 더 좋다는 연구결과를 발표하는 등 어느 것이 더 정확한가에 관한 논란의 여지가 남아있다. CTA는 비침습적인 장점이 있어서 동맥류가 의심되는 경우 CTA를 먼저 시행하여 동맥류를 진단하고 그 소견이 확실하지 않을 때 DSA를 추가로 시행하는 방법을 많이 쓰는 것이 좋다는 연구 결과도 있는 등(17), MRA에서 보이는 뇌동맥류를 확인하는데 어느 정도 최적기준의 구실을 한다고 볼 수 있겠다. 두 번째로 이 연구는 여러 병원의 자료를 판독지의 결과만을 분석하여 동맥류로 진단된 환자를 선택하였기 때문에 판독자가 시기에 따라 다르고 판독 결과는 판독자의 경험이나 판독능력, 그리고 영상의 질 뿐만 아니라 다른 여러 인위적인 요소에 의해서 영향을 받을 수 있었다. 또한, 같은 판독자라도 서로 다른 심신상태와 판독환경에서 영상을 판독하였기 때문에 동맥류의 가양성 판독률에는 편견(bias)이 있을 가능성이 있다. 본 연구자들도 이번 연구에서 예상되는 가양성 판독률의 편견에 대하여 충분히 인지하였으며 가양성 동맥류의 빈도에 대한 연구는 이미 기존 연구(1, 4)에서 충분히 다루어졌으므로, 이 연구는 가양성 동맥류로 보일 수 있는 원인의 분석을 주목적으로 하였다.

결론적으로 MRA에서 잘못 진단된 가양성 두개내동맥류는 크기가 3 mm 이하가 많았으며, 실제 동맥류와 자주 발생하는 부위가 비슷하였다. 주요 혈관에서 접합부 팽대가 가장 많은 원인을 차지하였으나 전교통동맥에서의 정상변이, 중뇌동맥에서의 혈관의 사행성과 같이 위치에 따라 여러가지 원인이 있었다. MRA에서 가양성 두개내동맥류의 위험과 함정을 이해하는 것은 선별 MRA의 진단정확도를 증가시키는데 기여할 것이며 침습적 검사와 그에 의한 부작용을 줄이는데 기여할 것이다.

참 고 문 헌

1. Okahara M, Kiyosue H, Yamashita M, Nagatomi H, Hata H, Saginoya T, et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance angiography for cerebral aneurysms in correlation with 3D-digital subtraction angiographic images: a study of 133 aneurysms. *Stroke* 2002;33:1803-1808
2. Kouskouras C, Charitanti A, Giavroglou C, Foroglou N, Selviaridis P, Kontopoulos V, et al. Intracranial aneurysms: evaluation using CTA and MRA. correlation with DSA and intraoperative findings. *Neuroradiology* 2004;46:842-850
3. Wardlaw J.M, White P.M. The detection and management of unruptured intracranial aneurysms. *Brain* 2000;123:205-221
4. Wanke I, Doerfler A, Dietrich U, Egelhof T, Schoch B, Stolke D, et al. Endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 2002;23:756-761
5. White PM, Wardlaw JM. Unruptured intracranial aneurysms. *J Neuroradiol* 2003;30:336-350
6. White PM, Wardlaw JM, Easton V. Can noninvasive imaging accurately depict intracranial aneurysms? A systematic review. *Radiology* 2000;217:361-370
7. Katano H, Karasawa K, Sugiyama N, Yamashita N, Sasaki S, Kamiya K, et al. Unruptured cerebral aneurysms; the features of cases undetected with MR angiography. *No Shinkei Geka* 2004;32:587-594
8. Horikoshi T, Akiyama I, Yamagata Z, Nukui H. Retrospective analysis of the prevalence of asymptomatic cerebral aneurysm in 4518 patients undergoing magnetic resonance angiography-when does cerebral aneurysm develop? *Neurol Med Chir* 2002;42:105-112
9. Gibbs GF, Huston J 3rd, Bernstein MA, Riederer SJ, Brown RD Jr. Improved image quality of intracranial aneurysms: 3.0 T versus 1.5 time of flight MR angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 2004;25:84-87
10. Majoie CB, Sprengers ME, van Rooij WJ, Lavini C, Sluzewski M, van Rijn JC, et al. MR angiography at 3T versus digital subtraction angiography in the follow-up of intracranial aneurysms treated with detachable coils. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005; 26:1349-1356
11. Adams WM, Laitt RD, Jackson A. The role of MR angiography in the pretreatment assessment of intracranial aneurysms: a comparative study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000;21:1618-1628
12. Malouhi A, Felber S, Chemelli A, Dessl A, Auer A, Schocke M et al. Detection and characterization of intracranial aneurysms with MR angiography: comparison of volume-rendering and maximum-intensity projection algorithms. *AJNR Am J Roentgenol* 2003;180:55-64
13. Isoda H, Takehara Y, Isogai S, Masunaga H, Takeda H, Nozaki A, et al. MRA of intracranial aneurysm models: a comparison of contrast-enhanced three-dimentional MRA with time-of-flight MRA. *J Comput Assist Tomogr* 2000;24:308-315
14. Nael K, Villablanca JP, Saleh R, Pope W, Nael A, Laub G, et al. Contrast-Enhanced MR angiography at 3T in the evaluation of intracranial aneurysms: a comparison with Time-of-Flight MR angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006;27:2118-2121
15. Suzuki IM, Matsui, Ueda F, Hattori Y, Minami T, Kobayashi K, et al. Contrast-enhanced MR angiography (enhanced 3-D fast gradient echo) for diagnosis of cerebral aneurysms. *Neuroradiology* 2002;44:17-20
16. Villablanca JP, Jahan R, Hooshi P, Lim S, Duckwiler G, Patel A, et al. Detection and characterization of very small cerebral

aneurysms by using 2D and 3D helical CT angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 2002;23:1187-1198
17. El Khaldi M, Pernter P, Ferro F, Alfieri A, Decaminada N, Naibo L, et al. Detection of cerebral aneurysms in nontraumatic subarachnoid haemorrhage: role of multislice CT angiography in 130 consecutive patients. *Radiol Med* (Torino) 2007;112:123-137

J Korean Radiol Soc 2007;57:307 - 314

False-positive Intracranial Aneurysms on MR Angiography: Incidence and Causes[1]

Bo Ram Park, M.D., Chang Woo Ryu, M.D.[2], Eui Jong Kim, M.D.,
Woo Suk Choi, M.D., Deok Hee Lee, M.D.[3]

[1]Department of Radiology, Kyung Hee University Medical Center
[2]Department of Radiology, East-West Neo Medical Center, College of Medicine Kyung Hee University
[3]Department of Radiology, Seoul Asan Medical Center, College of Medicine Ulsan University

Purpose: The purpose of this study is to analyze the incidence and causes of false-positive intracranial aneurysms on MR angiography (MRA).

Materials and Methods: We retrospectively evaluated 210 cases that were incidentally diagnosed as intracranial aneurysms on MRA. All the cases were confirmed by CT angiography (CTA) or digital subtraction angiography (DSA). We investigated the incidence, location, size, and causes of the false-positive aneurysms on MRA.

Results: Of 210 cases, 28 cases were confirmed as false-positive aneurysms. Most of the lesions were located on the middle cerebral artery (n = 9, 7 lesions located in the bifurcation and 2 lesions located in the trunk) and the anterior communicating artery (n = 5). The diameters of most of the lesions (78.6%) were smaller than 3 mm. Causes were junctional dilatation (n = 14), vascular tortuosity (n = 6), normal variation (n = 3) and unknown causes (n = 3).

Conclusion: Understanding the risks and pitfalls of false-positive intracranial aneurysms determined on MRA would be helpful for improving the diagnostic accuracy of screening MRA and for reducing the number of unnecessary invasive examinations.

Index words : Intracranial aneurysm
False positive reactions
Magnetic resonance angiography

Address reprint requests to : Chang Woo Ryu, M.D. Department of Radiology, East-West Neo Medical Center, College of Medicine Kyung Hee University, Sangil-dong 149, Kangdong-gu, Seoul 134-090, Korea.
Tel. 82-2-440-6186, 6933 Fax. 82-2-440-6932 E-mail: radryu@khu.ac.kr