대한방사선의학회지 2002;47:411 - 418

소아에서 발생한 외상성 두개강내 동맥류[1]

이상규 · 송창준 · 신병석 · 김종철 · 안영섭 · 송시헌[2]

목적: 소아에서 발생한 외상성 두개강내 동맥류의 영상소견을 보고하고자 한다.

대상과 방법: 수술로 확진된 5명의 외상성 두개강내 동맥류 환아를 대상으로 하였다. 환아는 모두 남자였으며, 연령은 3 - 15세(평균연령 7세)였다. 두부외상은 모두 비관통성 외상이었다. 환아들은 외상 직후의 조영전 CT와 추적관찰 중 CT와 MRI을 시행하였고, 전 예에서 혈관조영술로 동맥류를 확인하였다. 수술소견에서 전 예의 동맥류는 주위 조직과 유착이 심한 가성동맥류로 추정되었다.

결과: 전 예에서 동맥류는 전대뇌동맥 혹은 그 분지에 위치하여 각각 전대뇌동맥의 A2 분절, callosomarginal 동맥의 첫번째 분지의 기시부, anterior internal frontal 동맥의 기시부, 그리고 callosomarginal 동맥의 기시부, pericallosal 동맥의 첫번째 분지와 두번째 분지 사이에서 관찰되었다. 외상 직후 조영전 CT를 시행한 4예 모두에서 전측 대뇌반구사이열에 지주막하출혈이 보였다. 추적관찰 중 전 예에서 시행한 조영전 CT에서 3예는 전측 대뇌겸주위에 결절형 고음영이, 2예는 전측 대뇌반구사이열에 재발된 지주막하출혈이, 2예에서 뇌실내출혈을 동반한 뇌내출혈의 발생이 보였다. 결절형 고음영을 보인 2예에서 시행한 조영증강CT에서 동맥류는 결절형 조영증강으로 보였다. 추적관찰 중 MRI을 시행한 1예에서 보인 동맥류의 신호소실은 조영증강 MRI에서 결절형 조영증강을, MR angiogram에서 동맥류를 확인할 수 있었다. 1예의 MRI에서 미상핵과 비교적 전대뇌동맥영역에서 경색이 보였다.

결론: 두부외상 후 CT에서 고음영의 결절, MRI에서 결절형 신호소실, 지주막하출혈과 뇌내출혈이 전측 대뇌겸주위에 보이는 경우 외상성 두개강내 동맥류의 가능성을 고려해야 할 것으로 사료된다.

외상성 두개강내 동맥류는 외상에 의한 두개내부의 동맥 손상으로 발생하는 동맥류로 성인에 있어서 전체 동맥류 중 1% 미만으로 드물며, 이중 활동이 많은 30대 남성에서 가장 호발하는 것으로 알려져 있다. 소아에서는 두개강내 동맥류의 발생이 약 1.3%로 드물지만 다른 원인의 동맥류 빈도가 낮아 외상성 두개강내 동맥류의 빈도가 성인에 비해 상대적으로 높은 비중을 차지한다. 이중 pericallosal 동맥의 외상성 동맥류는 매우 드물어 1995년까지 17예만이 보고 되어있다 (1, 2). 외상성 두개강내 동맥류는 자연소실부터 파열되는 경우까지 임상경과가 다양하지만 파열시 사망률및 이병률이 높고 파열전 수술적 치료시 비교적 예후가 좋아 초기에 빠른 진단이 중요한 질환이다.

이에 저자들은 5명의 두부외상이 있었던 소아들에서 전대뇌동맥과 그 가지에 발생한 외상성 두개강내 동맥류를 경험하였기에 이에 대한 조기 진단에 도움이 될 수 있는 영상소견을 제시하고자 하는 바이다.

[1]충남대학교 의과대학 진단방사선과학교실
[2]충남대학교 의과대학 신경외과학교실
이 논문은 2002년 3월 18일 접수하여 2002년 7월 30일에 채택되었음.

대상과 방법

1988년부터 1999년까지 12년간 본원에서 두부외상 후 외상성 두개강내 동맥류로 진단된 총 5명의 환아를 대상으로 영상자료와 진료기록을 후향적으로 분석하였다. 환아는 모두 남자로 연령은 3세에서 15세(평균연령 7세)였다. 외상성 두개강내 동맥류는 두부외상 후 임상소견과 전산화단층촬영과 자기공명영상을 시행후 혈관조영촬영으로 진단하였고, 모든 예에서 수술로 확인되었다. 전 예에서 의식변화를 초래하는 큰 외상이 두부에 있었고, 외상의 종류는 자동차 사고 4예(2예는 보행 중 발생한 자동차사고, 1예는 자전거를 타고 가던 중 발생한 자동차사고, 1예는 자동차 뒷자석에 타고 가던 중 발생한 자동차사

고)와 낙상에 의한 외상 1예로 모두 비관통성 외상이었다. 이후 4예는 수 일내에 의식상태의 호전이 있었으며 1예(Patient 2)는 현재까지 식물상태로 신경학적 변화가 없었다. 영상진단 당시 3예는 의식상태의 악화가 있었고, 2예(Patient 2, 3)는 특별한 임상소견의 변화 없이 우연히 진단되었다.

환아에서 시행한 전산화단층촬영은 1예(Patient 3)를 제외한 4예에서 외상 후 24시간 내에 조영전 전산화단층촬영을 시행하였고, 경과관찰 중 Patient 1은 외상 후 59일째에 조영전과 조영증강 전산화단층촬영, 60일째 조영전과 조영증강 자기공영영상과 자기공명혈관촬영, 67일째 혈관조영촬영, 72일째 수술을 시행하였고, Patient 2는 외상 후 17일째 조영전과 조영증강 자기공명영상, 134일째에 조영전 전산화단층촬영, 144일째 혈관조영촬영, 151일째 수술을 시행하였고, Patient 3은 외상 후 140일째 조영전과 조영증강 전산화단층촬영, 160일째 혈관조영촬영, 175일째 수술을 시행하였고, Patient 4는 외상 후 20일째 조영전 전산화단층촬영, 22일째 혈관조영촬영, 24일째 수술을 시행하였고, Patient 5는 외상 후 20일째 조영전 전산화단층촬영, 21일째 혈관조영촬영과 수술을 시행하였다. 따라서 경과관찰 중 조영전 전산화단층촬영과 혈관조영촬영은 모두에서, 조영증강 전산화단층촬영은 2예에서, 조영전과 조영증강 자기공명영상은 2예에서 시행하여 이중 1예에서 자기공명혈관촬영을 시행하였다.

외상 후 환아에서 시행한 전산화단층촬영은 1예(Patient 5)의 외상 직후 영상(외부에서 시행하여 기종을 알 수 없었음.)을 제외한 모두에서 GE 8800(GE Medical System, Milwaukee, U.S.A.)와 HiSpeed advantage scanner(GE Medical system, Milwaukee, U.S.A.)를 사용하였다. 조영전 전산화단층촬영은 두께 1 cm, 재구성 간격 1 cm으로 얻었고, 조영증강은 2 ml/kg의 조영제를 주입하여 90초 후에 영상을 얻었다. 자기공명영상은 1.5 - T Signa Advantage(GE Medical system, Milwaukee, U.S.A.)와 1.5 - T Magne - tom(Siemens, Erlangen, Germany)을 사용하였으며, T1 강조(450 - 550/10 - 14 msec, TR/TE)영상과 T2 강조(2800 - 3500/96 - 98 msec, TR/TE)영상을 얻었고, 조영증강은 0.02 ml/kg의 조영제를 주입하여 10초 후 영상을 얻었다. 자기공명혈관촬영은 3D - TOF 기법을 이용하여 얻었다. 혈관조영촬영은 3예에서는 디지털감산촬영기(GE, adventx, LCV)를 사용하여, 2예에서는 고식적 혈관조영촬영을 통해 영상을 얻었다.

환아들의 모든 전산화단층촬영과 자기공명영상에서 동맥류가 위치한 전대뇌동맥주변의 영상소견을 분석하였다. 초기 영상은 두개강내 소견과 두개강외 소견으로 분류하여 두개강내 출혈, 뇌좌상 및 미만성 축삭손상, 두개골의 골절과 두피 종창과 같은 동반질환에 대해 분석하였다. 경과관찰 중 조영전과 조영증강 전산화단층촬영 및 자기공명영상에서 전대뇌동맥주변의 소견과 영상소견의 변화를 관찰하였다. 혈관조영술은 모든 예에서 외상 후 20일에서 160일(평균 76일)에 시행했으며, 동맥류의 위치와 모양만을 분석할 수 있었고, 크기와 이외의 소견은 당시의 자료가 불충분하여 알 수 없었다. 동맥류로 추정되는 영상소견인 조영전 전산화단층촬영에서 고음영 결절, 조영증강 전산화단층촬영에서 조영되는 결절, 조영전 자기공명영상에서 신호소실, 조영증강 자기공명영상에서 조영되는 결절의 최대직경을 수술시 보인 동맥류의 외연의 최대직경과 비교하였다.

혈관조영술 후 당일부터 15일(평균 6일)내에 수술을 시행하여 수술시야에서 주변과 유착이 심한 가성동맥류로 추정되는 동맥류를 확인할 수 있었고, 수술시야에서 동맥류의 최대 직경을 측정하였다.

결 과

모든 예에서 전대뇌동맥이나 그 가지에 동맥류가 위치하였으며, 각각은 우측 전대뇌동맥의 A2 분절의 원위부, 좌측 per - icallosal 동맥의 첫번째 가지와 두번째 가지사이, 좌측 callo - somarginal 동맥의 첫번째 가지의 기시부, 우측 anterior inter - nal frontal 동맥의 기시부, 우측 callosomarginal 동맥의 기시부에 위치하였다. 동맥류의 모양은 3예에서 경부가 보이는 둥근 형태로, 2예(Patient 3, 5)에서 경부를 구분할 수 없는 불규칙한 형태로 보였다 (Fig. 1). 수술시야에서 동맥류의 최대 직경은 0.6 cm에서 1.5 cm(평균 0.8 cm)이었다.

동맥류가 위치한 전대뇌동맥주변의 소견은 외상 직후 조영전 전산화단층촬영을 시행한 4예 모두에서 전측 대뇌겸 주위에 지주막하출혈이 있었다. 이중 1예(Patient 5)는 전대뇌동맥주변인 뇌량과 투명중격에 출혈성 axonal shearing injury의 소견을 동반하였다. 추적관찰 중 전산화단층촬영에서 3예(Patient 1 - 3)에서 동맥류는 고음영의 결절형 병변으로 보였으며, 이중

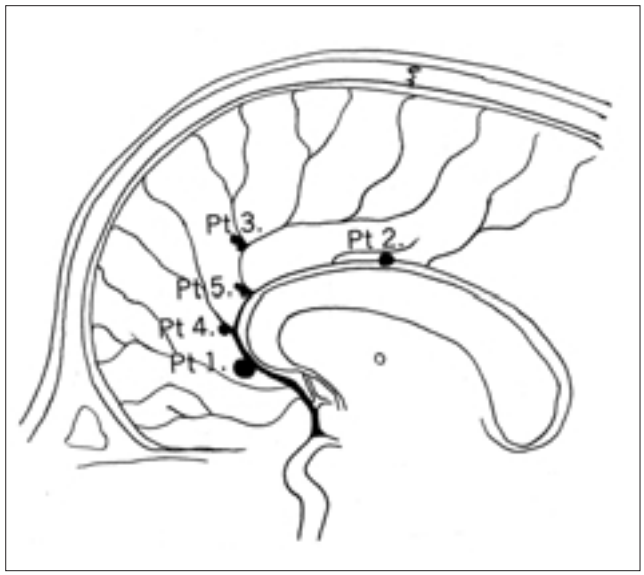


Fig. 1. Locations of the traumatic intracranial aneurysms; Patient(Pt) 1.: Distal A2 segment of the anterior cerebral artery, Pt 2.: Between the first and the second branch of the pericallosal artery, Pt 3.: Origin site of the first branch of the callosomarginal artery, Pt 4.: Origin site of the anterior internal frontal artery, Pt 5.: Origin site of the callosomarginal artery.

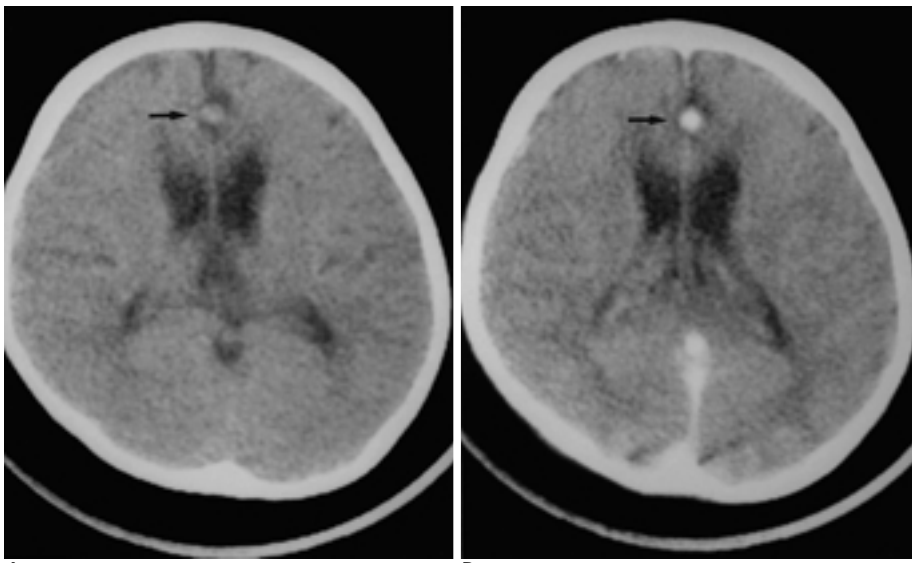
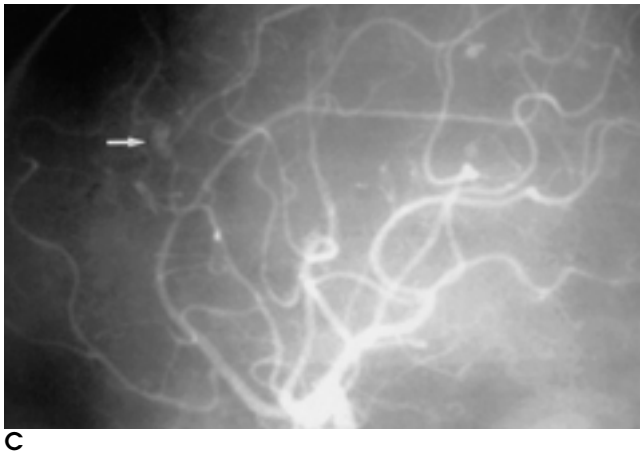


Fig. 2. Patient 3. 3-year-old-child who experienced pedestrian injury during walking. Follow-up precontrast CT (**A**) scan on 140th day shows nodular high density(arrow) around the anterior falx. Postcontrast CT (**B**) scan shows strong nodular enhancement(arrow) at the lesion. Internal carotid angiogram (**C**) shows an aneurysm(arrow) at the origin site of the first branch of the callosomarginal artery.



조영증강을 시행하였던 2예(Patient 1, 3)는 모두 강한 결절형 조영증강 (Fig. 2)을 보였다. 나머지 2예의 경우 1예(Patient 4)는 투명중격의 뇌내혈종과 뇌실내출혈이, 다른 1예(Patient 5)는 전두엽과 전측 뇌량에 광범위한 뇌내출혈과 뇌실내출혈이 새로이 발생하였다. 전측 대뇌겸주위에 지주막하출혈이 재발된 경우가 2예(Patient 1, 4)가 있었다 (Table 1).

추적관찰 중 자기공명영상을 시행한 2예 중 1예(Patient 2)는 외상 후 17일째(동맥류 발견 110일전) 시행하였으나 동맥류를 의심할 수 있는 이상 신호강도를 관찰할 수 없었으며, 동맥류가 발생한 반대측의 우측 전대뇌동맥영역인 후측 뇌실주변의 뇌경색, 다발성 axonal shearing injury와 좌전측 측두엽의 좌상이 보였고, 나머지 1예(Patient 1)에서 전측 대뇌겸주위에 결절형 신호소실을 보이는 동맥류를 관찰하였고, 좌측 기저핵에서 전측 뇌실주변으로 발생한 소공 경색과 좌측 전두엽과 두정-후두엽에 분해되는 혈종이 관찰되었다 (Table 1). 결절형 신호소실을 보인 1예(Patient 1) 조영증강 자기공명영상에서 신호소실은 강한 결절형 조영증강을 보였고, 자기공명혈관촬영의 원천영상(source image)에서 결절형의 고신호강도가 보여 재구성한 3차원영상에서 동맥류를 확인할 수 있었다 (Fig. 3).

동맥류로 추정되는 조영전 전산화단층촬영에서 고음영 결절의 최대직경은 2예(Patient 1, 3)에서 수술시 보인 동맥류의 최대직경보다 작지만 비교적 비슷한 크기였고, 1예(Patient 2)는 수술시 보인 최대직경보다 매우 컸다. 조영증강 전산화단층촬영에서 조영되는 결절의 최대직경은 1예(Patient 3)에서 수술시 보인 동맥류의 최대직경과 같았고, 1예(Patient 1)는 작지만 비교적 비슷한 크기였다. 1예(Patient 1)의 조영전 자기공명영상에서 신호소실과 조영증강 자기공명영상에서 조영되는 결절의 최대직경은 전산화단층촬영에서 조영되는 결절과 같아 수술시 보인 동맥류의 최대직경보다 작지만 비교적 비슷한 크기였다 (Table 1).

외상 직후 동반된 손상으로 두개골절을 포함한 두개강외 손상은 1예(Patient 2)에서 좌측 전두골의 골절과 동반된 두피종창, 1예(Patient 1)에서 우측 전두부의 두피종창과 분쇄성 함몰 골절, 접인봉합(sphenosquamous suture)의 이개골절, 상부 안와벽 골절, 제 2 형 Le Fort 골절을 확인할 수 있었고, 나머지 2예(Patient 4, 5)는 전산화단층촬영에서 특별한 손상은 없었다. 전대뇌동맥주변의 손상을 제외한 두개강내 손상은 2예(Patient 1, 2)에서 뇌실내출혈을, 1예(Patient 1)에서 양측 전두엽과 좌측 두정-후두엽에 출혈성 뇌좌상을, 1예(Patient 2)에서 좌측 궁융부에 경막하혈종을 확인할 수 있었다.

고 찰

외상성 동맥류는 동맥의 손상방법에 따라 1) 예리한 흉기나 총알로 유발되는 관통성 외상에 의한 동맥류, 2) 둔기나 충격으로 유발되는 비관통성 외상에 의한 동맥류, 3) 수술과 같은 인위적인 조작으로 유발되는 동맥류로 나눌수 있다. 이중 비관통성 외상이 대부분의 원인을 차지한다. 비관통성 외상에 의한 동맥류는 위치에 따라 두개기저에 발생하는 경우와 원위부에 발생하는 경우로 나뉜다. 원위부에 발생하는 외상성 동맥류는

Table 1. Mechanisms of Injuries, CT/MR Findings, Locations and sizes of Traumatic Intracranial Aneurysms

Number of Patient	Age/Sex	Mechanism of Injury	Initial Intracranial CT Finding	Perianeurysmal Finding on F/U CT		Other Finding on F/U CT	Perianeurysmal Finding on F/U MR	Other Finding on F/U MR	Location and size of Aneurysm
				Precontrast	Postcontrast				
1.	8/M	MVA during bicycling	SAH in AIHF and frontal convexity IVH Hemorrhagic cortical contusions	Nodular high density D = 1.4 cm	Strong nodular enhancement D = 1.3 cm	SAH in AIHF	Signal void with strong enhancement D = 1.3 cm	Infarction Resolving hematoma	Distal A2 segment of ACA D = 1.5 cm
2.	15/M	MVA during walking	SAH in AIHF IVH SDH in Lateral Convexity	Nodular high density D = 1.3 cm	No evaluation	Not shown	Nonspecific	Infarction Axonal shearing injuries Cortical Contusions	Between 1st.and 2nd branch of pericallosal A. D = 0.7 cm
3.	3/M	MVA during walking	No evaluation	Nodular high density D = 0.7 cm	Strong nodular enhancement D = 0.8 cm	Not shown	No evaluation		Origin site of first branch of callosomarginal A. D = 0.8 cm
4.	3/M	MVA during riding car	SAH in AIHF and sylvian cistern	ICH in septum pallucidum	No evaluation	SAH in AIHF IVH	No evaluation		Origin site of anterior internal frontal A. D = 0.6 cm
5.	5/M	Fall down injury	SAH in AIHF Hemorrhagic axonal shearing injuries	ICH in anterior corpus callosum and frontal lobe	No evaluation	IVH	No evaluation		Origin site of callosomarginal A. D = 0.6 cm

MVA: motor vehicle accident, F/U: follow-up, AIHF: anterior interhemispheric fissure, SAH: subarachnoid hemorrhage, ACA: anterior cerebral artery, SDH: subdural hematoma, IVH: intraventricular hemorrhage, ICH: intracerebral hemorrhage, D: maximum diameter of nodular lesion or aneurysm

전측 대뇌겸주변으로 발생하는 전대뇌동맥영역의 동맥류와 두개골 골절시 발생한 예리한 골편이나 경막에 뇌피질 동맥이 손상되어 발생하는 원위부 뇌피질동맥류로 분류할 수 있다 (3). 조직학적으로는 진성, 가성, 혼합형 동맥류로 나눌 수 있다. 대부분의 외상성 동맥류는 가성 동맥류이다. Asari 등(4)의 보고에 따르면 23명의 조직학적으로 증명된 외상성 동맥류 환자중 19명이 가성 동맥류이며, 나머지 4명은 진성 동맥류여서 가성동맥류가 많은 것으로 보고하였다. 이런 가성 동맥류는 동맥벽 전 층의 열상이 선행하고, 그에 따른 혈종과 섬유조직화로 발생된다. 따라서 가성 동맥류는 정상 동맥벽의 구조물이 없다. 진성 외상성 동맥류는 정상구조물 즉 내막, 탄성층, 중막중 일부가 파열되고, 파열되지 않은 일부 층에 의해 형성되는 동맥류를 말하며, 혼합형은 진성 동맥류가 발생한 후 이 곳이 파열되어 가성동맥류가 발생된 경우를 말한다 (1, 5 - 7). 저자들의 경우 5예 모두에서 동맥류의 경부를 클립으로 결찰하여 조직학적 검사는 시행하지 못했으나 수술소견에서 동맥류는 주변과 유착이 심한 점으로 미루어 가성동맥류로 추정되었다.

외상성 두개강내 동맥류가 발생한 연령과 위치에 대한 보고는 Ventureya와 Higgins (1)가 총 436예의 외상성 두개강내 동맥류를 연령별로 분석한결과 19세이하에서 약 30%가 발생했으며, 이중 10세미만에서 44%, 10세이상 19세까지 56%를 차지한다고 보고하였다. 따라서 소아에서는 다른 원인의 동맥류 빈도가 낮아 상대적으로 높은 비중(14 - 39%)을 차지한다. 또한 20세 미만에서 발생한 131예의 두경부 외상성 동맥류의 위치를 분석한 결과 38%는 전대뇌동맥, 29%는 내경동맥, 25%는 중대뇌동맥에 위치하였고, 단지 8%만 척추동맥을 포함한 후측 순환에서 발생한 것으로 나타나 소아에서의 두경부 외상성 동맥류는 대개 내경동맥과 연관된 전측 순환에서 호발한다고 하였다. Quattrocchi 등(8)은 보고된 250예의 외상성 두개강내 동맥류를 분석한 결과 내경동맥에서 48%, 중대뇌동맥에서 26%, 그리고 후측 순환에서 8%로 유사한 결과를 보고하였다.

저자들과 유사한 예를 보고한 Nakstad 등(9)이 경험한 912명의 동맥류중 소아의 pericallosal 동맥 혹은 그 가지에서 발생한 경우는 3예(0.3%)가 있었으며, 모두 외상성 동맥류였다. 이들은 이런 위치에서 외상성 동맥류가 발생하는 이유로 두개강의 전측부의 충격으로 고정된 대뇌겸과 충격시 비교적 움직임이 있는 pericallosal 동맥과 뇌량의 근처 대뇌조직에 발생하는 비틀림힘에 의한 pericallosal 동맥의 손상때문이라는 가설로 설명하였다. 다른 가설로는 머리의 사면 혹은 측면충격시 뇌량주위동맥과 그 가지의 움직임으로 두개강의 고정된 대뇌겸의 하연에 의해 손상된다는 가설이 있다 (10). 하지만 per-icallosal 동맥의 주행경로는 대뇌겸의 하방으로 주행하다가 A5 분절에서 대뇌겸의 자유연과 교차하여 동맥의 원위부는 대뇌겸의 상방으로 평행하게 주행한다. 따라서 pericallosal 동맥과 대뇌겸의 자유연이 교차하는 지점에서 발생하는 경우에는 설명이 되지만 저자들이 경험한 대뇌겸의 자유연의 하방으로 추정되는 전대뇌동맥의 A2 분절의 원위부, anterior internal frontal 동맥의 기시부, callosomarginal 동맥의 기시부에 발생

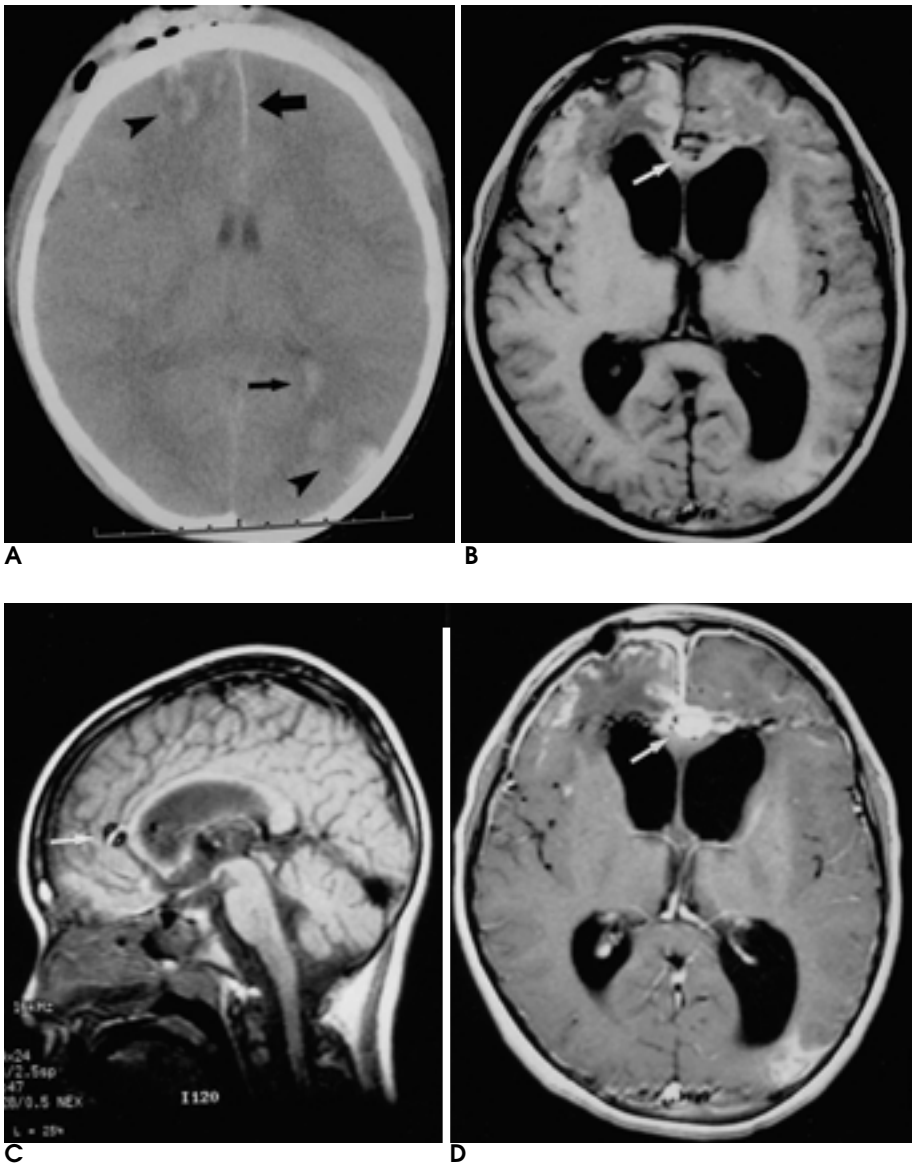


Fig. 3. Patient 1. 8-year-old-child who experienced motor vehicle accident during bicycling. Initial precontrast CT (**A**) scan shows hemorrhagic contusions (arrow head) in the right frontal and the left parieto-occipital lobe, and subarachnoid hemorrhage (large arrow) in the anterior interhemispheric fissure and intraventricular hemorrhage (small arrow). Follow-up T1 weighted axial (**B**) and sagittal (**C**) MR scan shows nodular signal void (arrow) around the anterior falx. Strong nodular enhancement (arrow) around the anterior falx is showed on the enhanced T1 weighted scan (**D**). MR angiogram (**E**) shows aneurysm (arrow) in the anterior cerebral artery. Internal carotid angiogram (**F**) shows an aneurysm (arrow) in the anterior cerebral artery.

한 동맥류의 경우 명확히 설명이 되지 않는다. 따라서 저자들의 경험에서 동맥류의 발생위치와 관련하여 손상기전을 추정할 때 전자의 주장에 보다 동의하는 바이다.

외상성 두개강내 동맥류를 시사하는 소견으로는 외상 직후 전산화단층촬영에서 모든 예에서 보인 전측 대뇌겸주위의 지주막하 출혈은 전대뇌동맥 및 그 가지의 손상의 직접적인 징후이며, 이후 외상성 두개강내 동맥류의 발생가능성을 시사하는 소견으로 추정된다. Gallari 등(11)은 보고된 문헌을 검토하여 전대뇌동맥주변에 외상성 두개강내 동맥류가 발생하였던 예들의 초기영상에서 전측 대뇌반구사이열에 지주막하출혈이 보이는 경우가 대부분인 것으로 보고하여 저자들의 결과와 일치하는 소견이었다. 또한 외상 당시 보였던 전두부의 두부종창, 전두엽 혹은 측두엽의 좌상 및 미만성 축삭 손상은 외상성 두개강내 동맥류의 발생가능성을 시사하는 간접적인 징후로 사료된다. 추적관찰 중 조영전 전산화단층촬영에서 전측 대뇌겸주위에 결절형 고음영이 보이거나 경과관찰 중에 새롭게 발생한 전측 대뇌겸주위의 지주막하출혈과 뇌실내출혈의 경우 외상성 동맥류를 의심할 수 있고, 특히 조영증강후 결절형 고음영병변이 조영증강되는 경우 외상성 두개강내 동맥류의 특이적인 소견이며, 혈관조영술로 확진할 수 있다. 자기공명영상에서 다른 원인의 동맥류처럼 신호소실을 보일 수 있으며, 조영증강후 강하게 조영될 수 있지만 명확히 보이지 않을 수도 있다. 또한 외상을 받은 환자에서 미상핵의 경색이나 전대뇌동맥영역내의 뇌경색은 외상성 두개강내 동맥류를 진단하는 데 도움이 되는 소견으로 사료된다. 저자들은 이런 경색의 이유로 동맥류가 발생된 동맥과 경색부위의 동맥영역은 정확히 일치하지 않아 아마도 동반된 지주막하출혈과 동맥류 자체로 인한 인접혈관의 압박으로 사료된다.

동맥류의 크기는 혈관조영술 당시 크기를 측정치 않아 혈관조영촬영에서는 알 수 없었지만 전산화단층촬영과 자기공명영상에서 동맥류로 추정되는 결절형 병변이 보인 3예에서 이들의 크기를 수술시야에서의 크기와 비교시 2예는 서로 비슷한 크기였으나, 나머지 1예(Patient 2)는 외상후 17일째 시행한 자기공명영상에서 보이지 않던 동맥류가 외상후 134일째 조영전 전산화단층촬영에서 고음영의 결절이 보였고 이는 매우 작았던 동맥류가 점차 크기가 증가되었을 것으로 추정되며 Nakstad 등(9)도 외상성동맥류의 혈관조영촬영의 추적검사시 동맥류의 크기가 자라는 예를 보고한 바 있다. 그러나 조영전 전산화단층촬영에서 측정된 동맥류는 수술시야에서는 이보다 작게 측정이 되어 아마도 동맥류 주변 뇌실질의 변화가 반영되었을 가능성이 있으나 수술소견에서 이에 대한 언급은 없어 이에 대한 원인은 명확히 알 수 없었다.

Nakstad 등(9)은 일반적인 동맥류의 전형적인 위치는 혈관의 분지부이지만 외상성 pericallosal 동맥류의 위치는 혈관 분지부와 상관없이 발생한다고 하였고, 강시원 등(12)은 뇌혈관조영검사에서 외상성 동맥류와 선천성 동맥류의 감별점은 첫째 동맥류에 조영제가 서서히 충만되었다가 서서히 사라지며, 둘째 혈관분지 지점이외의 원위부에 호발하고, 셋째 불규칙한 모양의 동맥류를 보이며, 넷째 동맥류의 경부가 없다는 점이라고 하였다. 저자들은 후향적 분석으로 혈관조영촬영에서 조영제의 충만속도는 명확히 알 수 없었지만, 동맥류의 위치는 혈관분지부에서 3예가 발생하였으며, 동맥류의 모양은 2예에서 경부를 구분할 수 없는 불규칙한 형태로 보였으나 3예에서는 경부가 보이는 둥근 형태로 보여 이런 경우가 오히려 많았다.

동반되었던 뇌손상은 외상 당시 뇌실내출혈, 동맥류 발생부위와 관계 없는 경막하혈종, 출혈성 뇌좌상이 있었고, 추적관찰 중 교통성 수두증, 경막하활액낭종, 좌상부위의 뇌연화증이 보였지만 이는 두부외상시 흔히 동반되는 소견으로 저자들의 경우 외상성 두개강내 동맥류의 진단에 도움이 되지 않았으며, 외상성 동맥류와의 연관성도 명확하지 않은 것으로 사료된다. Buckingham 등(3)은 소아의 외상성 동맥류에서 동반되는 증후군으로 69예를 분석하여 두개강내 출혈 57%, 반복성 비출혈 10%, 진행성 뇌신경마비 7%, 커지는 두부 골절 6%, 뇌수두종 4%등이 있다고 보고한 바 있다.

외상성 동맥류의 발견시기로는 대개 외상 후 2 - 4주이며, 이런 이유로는 외상 후 첫째날의 경우 동맥류 내부 전체를 채우는 혈종에 의해 혹은 혈관 연축에 의한 동맥류 경부의 압박으로도 안 보일 수 있어 보통 1 - 2주가 지난 후에 뇌혈관조영술로 보일 수 있기 때문이다 (9). 하지만 우리의 경우 혈관조영술로 진단까지 21일에서 160일까지 평균 약 12주(83일)가 걸려 우연히 발견된 2예를 제외하더라도 약 37일 걸려 다른 보고에 비해 비교적 진단이 늦었다. 이런 이유는 두부외상환자의 진단 및 경과관찰로 혈관조영술보다는 전산화단층촬영의 이용이 보편화되면서 혈관조영술에서 명확히 보이는 동맥류가 전산화단층촬영에서는 단순한 혈종으로 오인되기 때문으로, Giannotta와 Weiss (13)는 두부외상시 진단방법으로 전산화단층촬영을 사용한 후 혈관조영술의 사용은 급격히 줄어들었고, 외상성 동맥류의 초기진단 또한 감소되었음을 보고하였다.

외상성 두개강내 동맥류의 자연경과는 약 15%에서 자발적으로 소실될 수 있으며, 이런 판단은 약 2주경에 가능하여 혈관촬영에서 동맥류가 불규칙한 모양을 갖는 경우, 불균질하게 조영되는 경우, 그리고 외상 후 늦게 발견된 경우에 자연소실될 가능성이 높다고 보고하였고, 이런 경우 동맥류의 경부는 구분할 수 없고, 혈관조영촬영으로 추적관찰시 동맥류의 크기가 감소하고, 동맥류로 인한 뇌내출혈이 보이지 않았다고 하였다 (10, 14). 하지만 자발적 소실 후 2년 후에 재발한 예도 보고된 바 있고 (15), Buckingham 등(3)은 추적검사가 가능했던 58예의 외상성 두개강내 동맥류를 분석하여 이중 42예에서 증상 발현적인 동맥류의 출혈이 있었으며, 이중 13예에서 동맥류출혈로 사망하였고, 두개강내 출혈부위가 많을수록 예후는 안 좋았다. 따라서 동맥류 파열전 수술로 치료하면 대개 후유증 없이 회복되며, 동맥류가 파열되는 경우 예후가 안 좋아 발견 즉시 수술을 하는 것이 원칙이다.

소아에서 동맥류 파열시 사망률과 이환률이 어른에 비해서 낮은 것으로 보고되어 어른의 경우 48시간내 사망률은 14 - 34%에 이르지만 소아의 경우 11%로 낮다. 그 이유로는 출혈시 발생되는 혈관연축이 적고, 동맥경화의 빈도가 성인에 비해 적기 때문으로 보고하였다 (16, 17). 저자들의 경우 수술적 치

료후 3예는 좋은 예후를 보이고 있으나 전두엽과 전측 뇌량에 광범위한 뇌내출혈과 뇌실내출혈이 있었던 1예(Patient 5)는 수술후 중증의 기능성 장애가 남아 예후가 안 좋았고, 1예(Patient 2)는 수술전과 같은 식물상태로 남아있다.

향후 전산화단층혈관촬영과 자기공명혈관촬영은 동맥류의 발생위험이 많은 환자군에서 비침습적인 초기 진단 목적으로 역할이 기대된다. Korogi 등(18)은 동맥류의 크기가 5 mm 이하인 경우에서는 유용하지 않고, 민감도는 전대뇌동맥과 중대뇌동맥에서 높지만 내경동맥에 위치하는 경우 떨어지는 것으로 보고하였다. Chang 등(19)은 디지탈감산혈관촬영과 고선명 자기공명혈관촬영간의 동맥류 발견률은 동등하다고 하였다. 저자들의 환아중 자기공명혈관촬영을 시행한 1명에서 크기가 1.5 cm인 동맥류가 전대뇌동맥의 A2 분절에서 발견할 수 있었고, 혈관촬영에서도 같은 소견이었다. 하지만 아직까지는 동맥류의 진단에 혈관촬영술이 보편화되어 있고, 보다 정확한 것으로 인식되어 있다.

결론적으로 외상당시 특히 두부의 전외측에 큰 외상을 받은 직후 시행한 조영전 전산화단층촬영에서 전측 대뇌반구사이열의 지주막하출혈이 보이는 경우 전대뇌동맥영역의 외상성동맥류의 발생가능성을 고려하여야 하며, 경과관찰 중 조영전 전산화단층촬영에서 전측 대뇌겸주위에 고음영결절, 재발한 지주막하출혈, 새롭게 발생한 뇌실내출혈, 혹은 인접 뇌실질에 출혈이 보이는 경우 외상성 동맥류를 의심해야 한다. 특히 조영증강영상에서 결절형 조영증강을 보일 경우 외상성 동맥류를 시사하는 소견으로 사료된다. 자기공명영상에서 동맥류는 보이지 않을 수 있지만, 다른 동맥류처럼 신호소실을 보일 수도 있어 진단에 도움이 되며, 전대뇌동맥영역 혹은 기저핵의 경색은 간접적인 징후로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Ventureyra EC, Higgins MJ. Traumatic intracranial aneurysms in childhood and adolescence. *Childs Nerv Syst* 1994;10:361-379
2. Opeskin K. Traumatic pericallosal artery aneurysm. *Am J Forensic Med Pathol* 1995;16:11-16
3. Buckingham MJ, Crone KR, Ball WS, Tomsick TA, Berger TS, Tew JM Jr. Traumatic intracramial aneurysms in childhood: Two cases and a review of the literature. *Neurosurgery* 1988;22:398-408
4. Traumatic aneurysm of peripheral cerebral arteries. Report of two cases. *Neurosurg* 1977;46:795-803
5. Acosta C, Williams, PE, Clark K. Traumatic aneurysms of the cerebral vessels. *J Neurosurg* 1972;36:531-536
6. Parkinson D, West M. Taumatic intracranial aneurysms. *J Neurosurg* 1980;52:11-20
7. Menezes AH, Graf CJ. True traumatic aneurysm of anterior cerebral artery. *J Neurosurg* 1974;40:544-548
8. Quattrocchi KB, Nielsen SL, Poirier V, Wanger FC Jr. Traumatic aneurysm of the superior cerebellar artery: case report and review of the literature. *Neurosurgery* 1990;27:476-479
9. Nakstad P, Nornes H, Hauge HN. Traumatic aneurysms of the pericallosal arteries. *Neuroradiology* 1986;28:335-338
10. Nov AA, Cromwell LD. Traumatic pericallosal artery aneurysm. *J Neuroradiol* 1984;11:3-8
11. Gallari G, Chibbaro S, Perra G. Traumatic aneurysms of the pericallosal artery in children. Case report. *J Neurosurg Sci* 1997;41:189-193
12. 강시원, 천경아, 백준현, 신경섭. 외상성 두개내 동맥류: 1예 보고. *대한방사선의학회지* 1994;31:1029-1032
13. Giannotta SL, Weiss MH. Pitfalls in the diagnosis of head injury. *Clin Neurosurg* 1982;29:288-299
14. Tsubokawa T, Kotani A, Sugawara T, Moriyasu N. Treatment for traumatic aneurysm of the cerebral artery. Identification between deteriorating type and spontaneously disappearing type. *No Shinkei Geka* 1975;3:663-72
15. Nakstad P. Spontaneous occlusion of traumatic pericallosal aneurysm and pericallosal artery. *Neuroradiology* 1987;29:312
16. Allison JW, Davis PC, Sato Y, et al. Intracramial aneurysms in infants and children. *Pediatr Radiol* 1998;28:223-229
17. Patel AN, Richardson AE. Ruptured intracranial aneurysms in the first two decades of life. A study of 58 patients. *J Neurosurg* 1971;35:571-576
18. Korogi Y, Takahashi M, Mabuchi N, et al. Intracranial aneurysms: Diagnostic accuracy of three-dimensional, Fourier transform, time-of flight MR angiography. *Radiology* 1994;193:181-186
19. Chang TS, Joo JY, Lee SK, Chien D, Laub G. Evaluation of cerebral aneurysm with high-resolution MR angiography using a sectional-interpolation technique: correlation with digital subtraction angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999;20:229-235

J Korean Radiol Soc 2002;47:411 - 418

Traumatic Intracranial Aneurysms in Children[1]

Sang-Kyu Yi, M.D., Chang-June Song, M.D., Byung Suck Shin, M.D.,
Jong Chul Kim, M.D., Young-Seob Ahn, M.D., Shi-Hun Song, M.D.[2]

[1]*Department of Radiology, Chungnam National University College of Medicine*
[2]*Department of Neurosurgery, Chungnam National University College of Medicine*

Purpose: To describe the imaging findings of traumatic intracranial aneurysms (TICA) in children.

Materials and Methods: Five boys aged 3 - 15 (mean, 7) years with surgically confirmed TICA were included in this study. All had a history of nonpenetrating head trauma, and they underwent precontrast CT imaging immediately after the injury and follow-up CT or MRI. In all cases, angiography revealed the presence of aneurysms, which at surgery were shown to be pseudoaneurysms with severe adhesions.

Results: Angiography demonstrated that all aneurysms were located in the anterior cerebral artery (ACA) or its branches. The precise locations were the A2 segment of the ACA, the site of origin of the callosomarginal artery or its first branch, or of the anterior internal frontal artery, or between the first and second branch of the pericallosal artery. In all patients, precontrast CT performed immediately after trauma depicted subarachnoid hemorrhage (SAH) in the anterior interhemispheric fissure (AIHF). Follow-up precontrast CT showed nodular high density around the anterior falx in three, recurrent SAH in the AIHF in two, and intracerebral hemorrhage (ICH) with intraventricular hemorrhage in two. In two patients with a nodular high-density lesion, nodular enhancement was demonstrated at postcontrast CT, and in one, follow-up MRI revealed a nodular signal void around the anterior falx; nodular enhancement was seen at postcontrast imaging, and MR angiogram depicted a saccular aneurysm. In one patient, MRI demonstrated infarction in the caudate nucleus and ACA territory.

Conclusion: If, after head injury, an area of nodular high density is revealed by CT, or a signal void by MRI, or if SAH or ICH is present around the anterior falx, the possibility of TICA should be considered.

Index words : Aneurysm, intracranial
Aneurysm, CT
Aneurysm, MR
Brain, injuries
Children, central nervous system

Address reprint requests to : Sang-Kyu Yi, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Chungnam National University Hospital,
640, Daesa-dong, Jung-gu, Taejon 301-040, Korea.
Tel. 82-42-220-7333 Fax. 82-42-253-0061