대한방사선의학회지 1999;40:1041-1049

풍선폐색술을 이용한 내경동맥류의 치료결과와 방사선학적 추적검사 소견의 분석[1]

정선양 · 김동익 · 이규창[2] · 허승곤[2] · 윤평호 · 최진영 · 김동준

목적 : 내경동맥류 중 수술이 어려워 풍선카테타를 이용한 근위부 내경동맥 폐색을 시행한 환자의 임상적 결과와 추적검사로 시행한 CT와 MR에서 동맥류의 혈전형성 양상과 크기의 변화를 분석하고자 하였다.

대상 및 방법 : 1987년부터 1995년까지 내경동맥류로 내원한 28명의 28예의 동맥류에서 근위부 내경동맥의 풍선폐색을 시행하였다. 내경동맥류는 침상돌기상부에 4예, 해면정맥동에23예, 경부에 1예가 위치하였다. 풍선폐색 후 추적검사를 하지 않은 해면정맥동의 동맥류 7예를 제외한 21예의 동맥류를 대상으로 하였다. 평균 추적기간은 18.6개월이었다. 자발성 동맥류가 17예, 외상성 가동맥류가 4예였다.

결과 : 침상돌기상부와 해면정맥동에 위치한 동맥류 20예중 16예 (80%)에서 종괴효과에 의한 뇌신경 증상을 나타냈다. 해면정맥동의 내경동맥류 16예중 5예에서 동맥류 파열에 의한 소견인 비출혈(3예), 경동맥해면정맥동루 (1예), 지주막하출혈 (1예)을 나타내었다. 침상돌기상부의 1예와 경부의 1예의 내경동맥류에서 제 9, 12번 뇌신경 증상을 나타내었다. 풍선폐색후 지주막하 출혈로 사망한 침상돌기상부 동맥류 2예와 1일후 후뇌동맥의 허혈이 일어난 해면정맥동의 동맥류1예를 제외한 모든 환자에서 증상의 호전을 보였으며 추적 기간중 지연성 허혈증상을 보이는 예는 없었다. 추적검사상에서 19예는 2개월내에 동맥류가 완전한 혈전을 형성하였지만, 나머지 2예는 불완전한 혈전을 형성하였고 이들은 모두 침상돌기 상부의 거대동맥류였다. 자발성 내경동맥류는 풍선폐색후 완전한 혈전을 형성한 경우는 크기가 서서히 감소하였고, 불완전한 혈전을 형성한 경우는 장기간 크기가 감소하지않다가 완전한 혈전을 형성한 후에야 크기가 감소하기 시작하였다. 외상성 가동맥류 3예는 자발성 동맥류에 비해 크기의 빠른 감소를 보였다.

결론 : 근위부 내경동맥의 풍선폐색술은 수술적 접근이 어려운 안동맥하부의 내경동맥류의 치료에서 안전하면서도 효과적인 방법이나, 침상돌기상부의 내경동맥류에서는 풍선폐색후 측부순환을 통한 혈류의 유입으로 동맥류의 출혈을 유발하거나, 동맥류내에 불완전한 혈전을 형성하여 색전증의 위험성이 따르는 치료방법으로 생각된다.

내경동맥류의 치료법으로 동맥류 경부의 수술적 클리핑(clipping)이 널리 시행되고 있다. 그러나, 동맥류의 위치, 크기, 벽의 두께 등의 여러 요인으로 수술이 어려운 경우 내경동맥의 수술적 결찰 또는 Selverstone clamp (1,2), Drake tourniquet (3), 분리풍선(detachable balloon) (4,5)을 이용한 내경동맥의 결찰이 시행되고 있다.

수술적 클리핑이 어려운 거대동맥류의 치료법으로 사용되는 풍선폐색법 (balloon occlusion)과 Selverstone clamp법은 여러면에서 다르다. 풍선폐색법은 국소마취하에서 경혈관적으로 시행하므로 환자가 의식이 있는 상태에서 폐색검사를 시행하여 뇌신경학적 검사와 혈역학을 평가할 수 있는 장점이 있지만, 동맥의 급성 폐색을 유발하고 일단 분리되면 제거가 어렵다는 단점이 있다. 이에 비해 Selverstone clamp는 전신마취하에 수술을 시행하여 내경동맥에 위치시키게 되며 단계적인 폐색이 가능하고 첫 2-3일내에는 언제든지 개통이 가능한 점이 풍선폐색법과 다르다 (5,6). 풍선카테타 치료의 기술적 발전으로 모혈관을 폐색시키지않고 동맥류내로 금속성 코일이나 풍선을 삽입하는 방법이 쓰여지게 되었고 (4,5), 때때로 이러한 방법에서 동맥류내의 혈전에 의한 원위부의 색전과 동맥류의 파열에 의한 합병증이 보고되고 있다 (3,7). 1990년 이후 GDC (Guglielmi detachable coil)를 이용한 내혈관적 치

[1]연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실
[2]연세대학교 의과대학 신경외과학교실
이 논문은 1998년 8월 14일 접수하여 1999년 3월 24일에 채택되었음.

료 (endovascular treatement)가 시작된 이후 고위험군의 뇌동맥류에서 대체치료법으로 사용되게 되었다 (8). 그러나, 많은 갯수의 코일사용으로 인해 경제적 부담이 크며 동맥류의 넓은 경부와 불완전 폐쇄로 인한 원위부의 색전증이 많이 보고되고 있다. 특히 거대 동맥류의 경우 동맥류의 경부가 넓고 불분명하며 모혈관의 일부가 포함되는 경우가 있어 내경동맥의 보존이 어려워 (1) 동맥류의 근위부와 원위부를 동시에 풍선을 사용하여 막는 폐색법이 사용되고 있으며, 풍선폐쇄검사를 시행하여 신경학적 증상이 있는 경우 풍선카테타를 사용한 모혈관보존을 통한 GDC 치료를 사용할 수 있다. 그러나, 경막내 침상돌기상부 내경동맥의 거대동맥류는 풍선이나 코일을 이용한 내혈관적 치료의 일차적인 대상이 되지 않으며, 해면정맥동부위에 위치한 거대내경동맥류의 경우도 GDC 치료보다는 근위부 내경동맥의 풍선폐색이 우선적으로 시행되고 있다. 해면정맥동부위에 위치한 동맥류의 경우 근위부 내경동맥 폐색시 첫번째 측부순환의 가지인 안동맥 높이의 내경동맥까지 혈전 (thrombosis)이 형성되기 때문에 비교적 안전한 방법으로 아직도 사용되고 있다 (5).

이제까지 내경동맥의 수술적 결찰후 치료결과에 대한 보고와 지연성 허혈 및 출혈, 새로운 뇌동맥류의 발생, 혈역학적 변화에 따른 앞뒤 교통동맥의 비정상적 확장과 같은 합병증에 관하여 많이 보고되어 왔다 (1,9). 그러나 풍선카테타를 이용한 근위부 내경동맥 폐색법은 단순하면서도 효과적이어서 널리 시행되고 있지만 그 임상결과와 추적검사에 관한 보고는 아직 미흡한 형편이다.

이에 저자들은 수술적 접근이 어려워 풍선카테타를 이용한 근위부 내경동맥 폐색을 시행한 내경동맥류를 대상으로 하여 임상적 결과를 조사하여 임상증상의 변화 및 합병증의 발현을 조사하고, 추적검사로 시행한 CT와 MR에서 동맥류의 혈전형성 양상과 크기의 변화를 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

임상적 대상

1987년부터 1995년까지 내경동맥류로 본원에 내원한 환자중에서 수술적 접근이 어려운 28명의 28예의 동맥류에서 풍선카테타를 이용하여 동맥류 근위부 내경동맥 폐색을 시행하였다. 28예중 내경동맥의 침상돌기상부에 위치한 동맥류가 4예, 해면정맥동에 위치한 동맥류가 23예, 경부에 위치한 동맥류가 1예였다. 이중 풍선폐색술 시행후 추적검사로 CT나 MR을 시행하지 않은 해면정맥동에 위치한 동맥류를 가진 7명의 환자를 제외한 21예의 동맥류를 대상으로 하였다. 21명중 남자가 8명, 여자가 13명이었으며, 평균연령은 44.2세 (19-65세)였다. 환자들 모두 풍선폐색전후 CT나 MR을 시행하였다. 동맥류의 크기는 1cm 미만의 소동맥류가 1예, 1-2.5cm의 대동맥류가 6예, 2.5cm이상 크기의 거대 동맥류가 14예였다. 소동맥류 1예는 안동맥의 기시부에서 발생한 경우로 내과적 질환으로 수술의 적응이 되지 않았으며, 동맥류내에 코일이나 풍선의 삽입이 어려워 근위부 내경동맥의 폐색을 시행하였다. 17예는 자발성 (spontaneous) 동맥류였으며 4예는 외상성 가동맥류 (traumatic pseudoaneurysm)였다.

혈관촬영검사

혈관촬영검사는 여러 방향에서 시행하여 동맥류의 경부를 잘 볼 수 있도록 하였으며, Willis고리의 개통여부와 부가적으로 다른 부위에 동맥류가 있는지 검사하였다. 병변측 경동맥을 압박하고 반대측 내경동맥과 추골동맥에서 각각 혈관촬영을 시행하여 전, 후교통동맥의 개통여부와 측부순환 혈관의 발달여부 (cross filling)를 검사하였다.

풍선폐쇄검사

시술 직전 환자의 체중 Kg당 50 unit의 헤파린을 정맥주입하였으며, 시술 시간동안 시간당 1000 unit의 헤파린을 추가 주입하였다. 풍선폐색 검사는 9F의 유도카테타를 내경동맥의 기시부에 위치하고 동축기법 (coaxial technique)으로5F occlusion balloon catheter (MediTech, MA, U.S.A.)를 내경동맥의 추체부 직하부위에 위치한 후 20분간 동맥폐색을 시행하였다. 동맥폐색 동안 지속적인 신경학적 증상 발현여부를 검사하였으며, 동시에 뇌파검사 및 stump pressure를 측정하였다. 검사 시간동안 신경학적 증상의 변화를 보인 경우에는 외경동맥과 내경동맥간의 우회술을 시행한 후 재검사를 시행하였다. 동맥류에 대한 근위부 모혈관 폐색술은 동축 카테타에 부착된 16번 Debrun latex balloon catheter (Nycomed, Paris, France)를안내도관 카테타 (introducer catheter)를 통해 넣은후 동맥류 바로 아래의 내경동맥에 위치시키고 조영제와 혼합한 생리식염수로 풍선을 팽창시켜 혈관폐색을 확인한후 풍선을 분리시키고 그 근위부의 내경동맥에 1-2개의 풍선을 추가적으로 분리시켜 위치시켰다. 풍선폐색을 시행한 직후에 측부순환 여부와 이를 통한 동맥류내로의 조영제의 유입여부를 확인하기위해 동측 총경동맥과 반대측 내경동맥과 추골동맥에서 혈관촬영을 시행하였다. 일부 환자에서는 시술이 끝난후 헤파린효과의 역전을 위해 protamin sulfate를 주입하였다. 풍선폐색검사 직후 환자에게 충분한 수액공급을 시행하였고 일부 환자에서는 항혈소판제제인 아스피린을 주거나 대퇴부 카테타 제거후 약 4시간후부터 소량의 헤파린을 주입하였다. 이러한 치료는 혈전성 동맥류와 풍선폐색 상부의 내경동맥으로부터의 색전증을 예방하기 위해 수일간에 걸쳐 시행되었다. 임상적 증상과 소견은 풍선폐색 시행전과 후를 비교하였고 기간에 따른 증상의 호전 여부와 합병증 여부에 관하여 조사하였다.

임상적 추적결과와 추적검사로 시행한 영상분석

시술전 초기검사로 17예에서 CT를, 9예에서 MR을, 3예에서 MR 혈관촬영술을 시행하였다. 추적검사로 14예에서 CT를, 15예에서 MR을, 9예에서 MR 혈관촬영술을 시행하였다. CT나 MR의 평균 추적기간은 18.6개월 (2일-8년) 이었다. CT와 MR 소견의 분석은 풍선폐색시술 전후를 비교하여 시간경과에 따른 동맥류 크기의 변화, 혈전형성 양상과 신호강도의 변화 등을 분석하였다. 시간에 따른 동맥류 크기의 감소를

알아보기위해 아래의 공식을 이용하여 감소율 (reduction rate)을 구하였다 (10).

감소율(%) = [(A×B) - (a×b)] / (A×B)×100
(A, a : 풍선폐색 전과 후의 동맥류의 최장경, B, b : 풍선폐색 전과 후의 동맥류의 최단경)

임상소견은 내원당시의 증상과 소견, 풍선폐색검사시의 증상출현여부와 근위부 경동맥의 풍선폐색이후의 임상증상의 변화와 새로운 증상의 출현 유무를 의무기록을 참조로 분석하였다.

결 과

임상적 소견 및 추적결과

21명 환자의 내원당시 임상증상 및 소견을 분석해보면 침상돌기상부와 해면정맥동에 위치한 동맥류 20예중 16예(80%)에서 종괴효과에 의한 압박증상으로 해면정맥동주위에 위치한 뇌신경 증상을 나타냈는데, 제2 번 뇌신경증상을 9예에서, 제 3번 뇌신경증상을 10예에서, 제 4번 뇌신경증상을1예에서, 제 5번 뇌신경증상을 3예에서, 제 6번 뇌신경증상을 3예에서 나타내었다. 해면정맥동에 위치한 동맥류 16예중 5예에서는 주변의 부비동과 해면정맥동내로의 파열로 인하여 비출혈과 경동맥해면정맥동루 (carotid cavernous fistula)로 나타났고, 비출혈을 나타낸 3예는 모두 외상성 동맥류였다. 1예에서는 지주막하 출혈로 나타났다. 침상돌기상부의 내경동맥 동맥류 1예와 경부의 동맥류1예는 해면정맥동의 내경동맥 동맥류와 달리 혀의 편위 (tongue deviation), 구개수 편위 (uvular deviation), 구토반사 (gag reflex)의 감소와 같은 제 9,12번 뇌신경 증상을 나타내었다. 침상돌기상부의 내경동맥류 1예의 경우 위와같은 증상은 거대동맥류에 의한 뇌간의 압박이나 가성연수마비 (pseudobulbar palsy)에 의한 것으로 추정된다. 기타 증상 및 소견으로는 안구돌출증 (exophthalmos), 안구통, 안와 잡음 (periorbital bruit), 두통, 고혈압, 비폐색이 있었다.

풍선폐색후 추적검사상 21예중 3예에서 합병증을 나타내었는데 풍선폐색후 1예에서는 7일후에 지주막하 출혈이 발생하여 16일후에 사망하였고, 1예에서는 2일후에 지주막하 출혈이, 3일후에 뇌내혈종 (intracerebral hematoma)이 발생하여 사망하였는데 이 두 예 모두 침상돌기상부에 위치한 동맥류였다. 이중 1예는 폐색후 7일에 혈관촬영을 시행하였는데 동맥류내에는 조영제의 유입이 관찰되지 않았고 동맥류 경부의 풍선이 위치한 부위에서 조영제의 누출이 관찰되었다. 나머지 1예는 해면정맥동부위에 위치한 동맥류로 풍선폐색후 1일만에 후대뇌동맥 (posteror cerebral artery) 분포 부위에 뇌경색 (cerebral infarction)이 발생하였는데 이는 동맥류 뒤쪽에서 나가는 지속적인 삼차신경동맥의 존재로 이곳까지 혈전형성이 파급되어 일어난 현상으로 생각되었다. 추적기간중 지연성 허혈증상을 보이는 예는 없었다. 치료후 생존한 모든 환자는 두통, 안면통, 안구돌출증, 안구통, 시력저하, 시야장애, 비출혈이 호전되었다. 대부분의 외안근 마비도 호전되었다. 설인신경과 설하신경의 압박증상을 나타낸 2예에서도 증상이 호전되었다.

풍선폐색검사 결과

풍선폐색 검사시 21명중 16명의 환자에서는 아무 문제없이 진행되었지만 3예에서 검사 도중 증상을 나타내었는데 2예에서는 구음장애 (dysarthria), 좌측사지의 약화의 허혈 증상을 나타내었으나 곧 회복되었고, 1예에서는 동맥류의 경부에 풍선폐색을 시행시 삼차신경통 (trigerminal neuralgia)을 호소하였으나 풍선을 deflation시킨후 증상이 즉각 소실되었다. 결과적으로 21명중 19명 (90.5%)에서 폐색검사를 잘 견뎌내었다. 폐색검사가 성공적이지 못한 2명의 환자에서는 외경동맥과 내경동맥간의 우회술을 시행한 후 각각 6일과 6주후에 폐색검사를 재시행하여 환자가 잘 견뎌내어 근위부 경동맥의 풍선폐색을 시행하였다.

방사선학적 소견

동맥류는 내경동맥의 침상돌기상부에 4예, 해면정맥동에 16예, 경부에 1예가 위치하였다. 동맥류의 모양은 모든 예에서 낭상 (saccular shape)을 보였다. 다른 부위에서의 동맥류는 추가로 발견되지 않았다. 풍선폐색 시행전 시행한 혈관조영술, CT, MR을 분석해볼때 혈전을 형성하지 않은 동맥류가 14예(67%), 부분적인 혈전을 형성한 동맥류가 7예 (33%)였고, 1예에서는 동맥류의 크기가 작아서 CT, MR로는 검출이 어려웠고 혈관촬영술에서 검출되었다. 지주막하 출혈을 1예에서 보였으며, 비출혈로 내원한 3예에서는 두개골 기저부의 골절과 부비동내의 혈종소견을 동반하였다.

풍선폐색 직후 시행한 총경동맥의 혈관촬영상 외경동맥과 내경동맥의 문합을 보이는 경우가 6예로 상악동맥 및 중뇌막동맥의 분지와 눈동맥사이에서 가장 흔하였다. 이중 4예에서는 문합혈관을 통해 동맥류내로의 조영제 유입이 관찰되었다.

풍선폐색후 추적검사로 시행한 CT, MR상 1개월 이내에 17예에서는 완전한 혈전을 형성하였지만 4예에서는 불완전한 혈전을 형성을 하였다. 4예중 2예는 해면정맥동에 위치한 내경동맥류로 이중 1예는 풍선폐색직후 혈관조영술상 문합혈관을 통한 동맥류내로의 조영제의 유입이 없었고, 7일후에는 동맥류내에 불완전한 혈전을 형성하였고, 2개월 후에는 완전한 혈전을 형성하였다. 나머지 1예에서는 처음부터 침상돌기상부의 내경동맥에 비정상적인 확장이 동반되어있었고 풍선폐색직후 외경동맥과 내경동맥의 문합혈관을 통하여 동맥류내로 일부 조영제의 유입이 있었고 29일후에 불완전한 혈전형성을, 45일후에 완전한 혈전형성을 보였다. 4예중 나머지 2예는 침상돌기 상부의 동맥류로 2예 모두 풍선폐쇄직후에는 문합혈관을 통한 조영제의 유입이 없었고, 1예에서는 2년 4개월만에 완전한 혈전이 형성되었지만 나머지 1예에는 8년이 지난후에도 완전한 혈전이 형성되지 않았다.

풍선폐색전 혈전 형성이 없는 7예에서는 CT상 경계가 분명하고 조영증강후 균등한 조영증강을 보였으며 MR상 T1강조영상과 T2 강조영상에서 혈류에 의한 신호소실을 보이거나 일부는 느린 혈류에 의한 신호강도의 증가를 보이는 부분이

있었고 조영증강후 빠른 혈류를 가진 부분은 신호소실을, 느린 혈류를 가진 부분은 일부 조영증강을 보였다. 풍선폐색전에 부분적인 혈전형성을 보인 동맥류 14예에서는 대개 혈전은 동맥류의 가장자리에서 관찰되며 CT상 혈전이 있는 부분은 조영증강전에는 고음영 또는 저음영를 보이고 조영증강후에는 조영증강을 보이지 않았고 혈전이 없는 부분은 조영증강이 되어 혈류가 존재하는 부분임을 알수 있었다. MR상에서 혈전은 다양한 시기의 혈종에 부합하는 신호강도를 보였고 혈류가 있는 부위는 조영증강후 신호소실을 보이거나 일부 조영증강을 보였다.

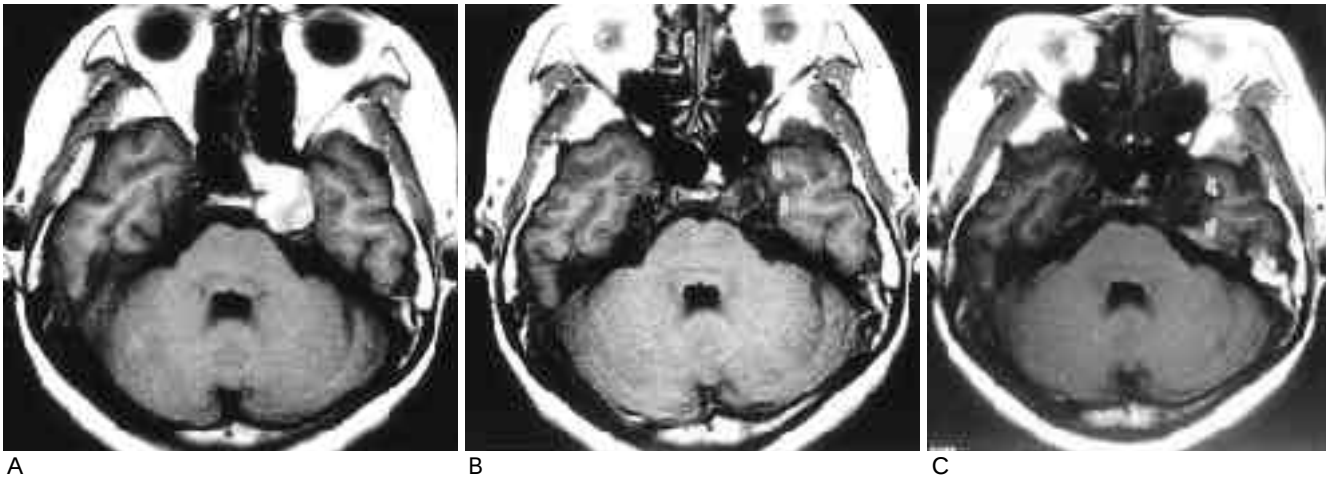
풍선폐색후 추적검사로 시행한 CT상 혈전이 형성된 부위는 조영증강이 나타나지 않았고, 처음에는 고음영을 보였다가 시간이 지남에따라 저음영으로 변화되었다. MR에서는 주로 동맥류의 가장자리에서 먼저 혈전이 형성되어 더 오래된 시기의 혈종의 신호강도를 보였지만 동맥류의 중앙부에서는 증례와 시기에 따라 다양한 혼합된 신호강도를 보였다. 일부 불완전한 혈전을 형성한 경우 아직 동맥류내에 혈류가 존재하는 부분은 CT상 조영증강을 보였고, MR상 혈류에의한 신호소실이나 조영증강을 보였고, MR 혈관촬영술에서는 혈류에 의한 고신호강도를 보였다. CT나 MR상 6예에서는 조영증강후 동맥류벽의 조영증강 (peripheral rim enhancement)을 보였다. 풍선폐색이후 시행한 CT, MR, MR 혈관촬영술상 새로운 동맥류의 출현은 관찰되지 않았다. 추적검사로 MR 혈관촬영술을 시행한 9예를 분석해보면 풍선폐색을 시행한 측의 전대뇌동맥과 중대뇌동맥은 반대측의 앞교통동맥과 뒤교통동맥을 통해 혈류공급을 받고 있었으며 이들 동맥에 특이할만한 확장소견은 관찰되지 않았다.

풍선폐색후 한달이내의 추적검사만을 시행한 12예에서는 동맥류의 크기에 변화가 없었고, 한 달 이상의 추적검사를 가진 9예의 기간에 따른 동맥류의 크기변화를 분석해보면 Table 1과 같다. 대체로 시간이 지날수록 동맥류의 크기가 서서히 감소하였는데 (Fig. 1), 특히 외상성 가동맥류 3예에서는 자발성 동맥류보다 크기의 훨씬 빠른 감소를 나타내었다 (Fig. 2).

Table 1. Size Change of Aneurysm after Balloon Occlusion

Case No.	Follow-up Period (mon)	Reduction Rate (%)	Case No.	Follow-up Period (mon)	Reduction Rate (%)
1	1	0	6	0.3	0
	1.5	0		0.9	0
	5.3	0		35	0
	21	50		50	0
	34	50		86	0
				97	0
2	0.8	0	7	2	50
	11.3	44		24	100
				44	100
3	8.5	50	8	4.5	0
4	2.3	0		6	37.3
	8.6	0			
5	2.8	0	9	0.4	0
	3.4	0		1	31.4
	5.5	-20.6*		2.3	77.1
	13.5	0			
	28	30.1			
	120	64			

Case 1,2,3,4 : spontaneous internal carotid aneurysm below the level of opthalmic artery
Case 5,6 : spontaneous internal carotid aneurysm above the level of opthalmic artery
Case 7,8,9 : traumatic pseudoaneurysm of internal carotid artery
* : Negative value means that the size of aneurym increased from the preembolization state.



A B C

Fig. 1. Internal carotid aneurysm arising from cavernous portion showing slow decrease in size during long-term follow-up after balloon occlusion (case 1).
A. Precontrast MR 5 months after balloon occlusion : The aneurysm demonstrates complete thrombosis and heterogeneous high signal without change of size.
B. Precontrast MR 21 months after balloon occlusion : The size of aneurysm (arrows) decreased to 50% of initial state and shows lobulated shape.
C. Precontrast MR 34 months after balloon occlusion : The size of aneurysm (arrows) shows no interval change, comparing with CT scan examed 21 months after balloon occlusion.

침상돌기 상부에 위치한 2예의 경우 다른 위치의 동맥류보다 느린 크기의 감소를 보였다. 이중 1예는 22주 추적검사에서 오히려 동맥류의 크기가 초기보다 26.7% 증가하였고 2년후에야 원래 크기보다 30.1%가 감소하였다 (Fig. 3). 나머지1예에서는 8년후에도 완전한 혈전을 형성하지 않았고 동맥류의 크기도 풍선폐색전과 변화가 없었다 (Fig. 4).

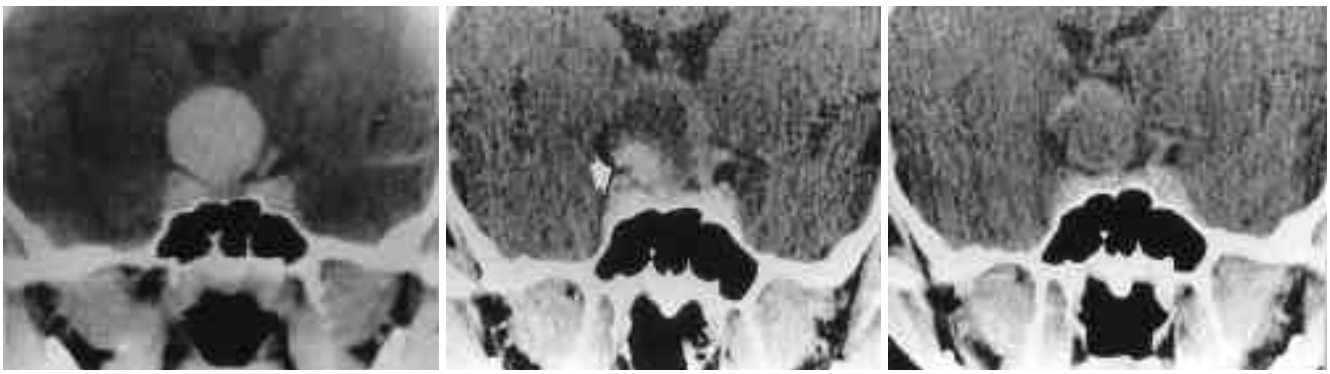
고 찰

뇌동맥류는 자발성, 외상성 또는 감염성 (mycotic) 원인에 의해 발생한다고 하며 자발성인 경우가 가장 흔하다. 대부분의 뇌동맥류는 구조적 요인과 혈역학적 요인에 의해 발생한다고 생각되어지고 있으며, 대부분의 경막내에 위치한 낭상동맥류는 큰 혈관의 분기부에서 발생한다. 뇌동맥류는 나이가 많을수록, 혈압이 높을수록, 여자인 경우에서 호발한다고 한다 (11). 본연구에서는 자발성이 81% (17/21)였고 나머지 19% (4/21)는 외상성 동맥류였다. 고혈압을 가진 경우가 29% (6/21)로 현저하지는 않았다.

크기가 2.5 cm 이상되는 거대 동맥류는 동맥류내와 주위로의 반복적인 출혈에 의해 서서히 크기가 증가된다고 하며 이러한 출혈은 주로 과혈관성인 동맥류의 벽에서 기인한다고 한다. 거대동맥류는 흔히 다양한 시기의 여러층의 혈전을 포함하고 있으며, 외벽은 두꺼운 섬유질로 구성되어있어 지주막하 공간내로의 출혈은 드물며 전형적으로 종괴효과에 의한 증상이 흔히 유발된다 (12,13). 본 연구의 경우 75% (15/20)의 거대동맥류가 해면정맥동부위의 내경동맥에서 발생하였다. 해면정맥동에 위치한 동맥류에 의한 증상은 크게 지주막하 출혈, 비출혈, 경막하출혈, 동맥류 원위부의 색전에 의한 증상과 허혈

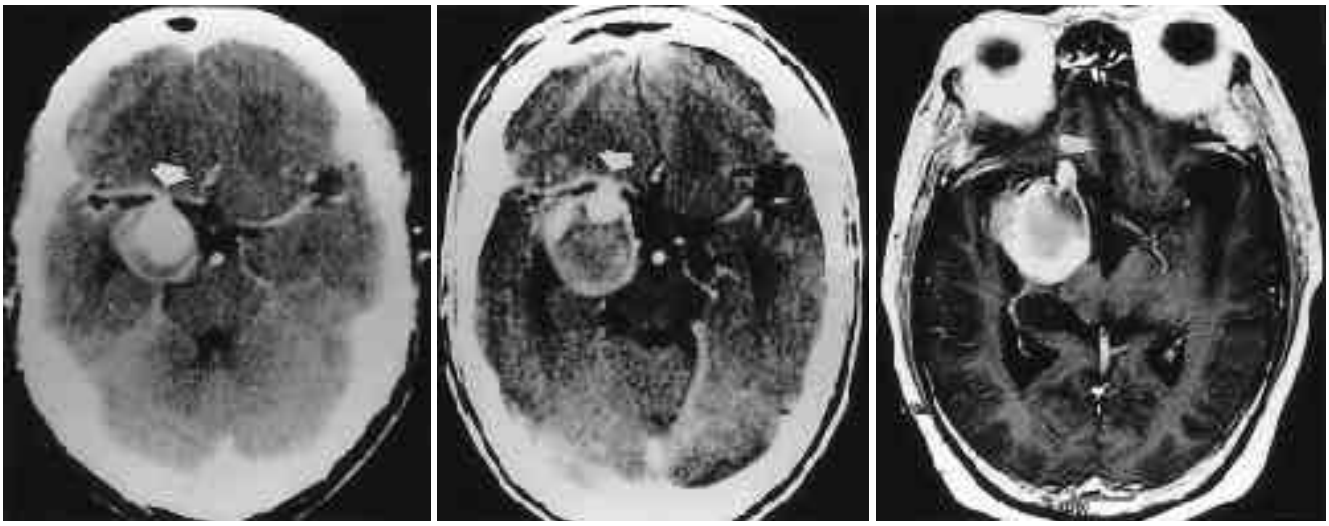
A B C

Fig. 2. Traumatic pseudoaneurysm rapidly decreased in size after balloon occlusion (case 9).
A. Initial angiogram : 3.5 cm sized aneurysm is located in cervical portion of internal carotid artery.
B. Postcontrast CT scan 30 days after balloon occlusion : The completely thrombosed low density aneurysm (arrows) decreased in size.
C. Postcontrast CT scan 70 days after balloon occlusion : The aneurysm (arrows) decreased in size to 77.1% of initial state.



A B C

Fig. 3. Complete thrombosis of aneurysm is considerably delayed in ones arising from the supraclinoid portion of the internal carotid artery (case 5).
A. Initial CT scan before balloon occlusion: Internal carotid aneurysm of supraclinoid portion shows homogeneous enhancement without thrombosis.
B. Postcontrast CT scan 5.5 months after balloon occlusion: Nonthrombosed portion of aneurysm shows contrast enhancement. The size of aneurysm increased to 26.7 % of initial state.
C. Postcontrast CT scan 2 years and 4 months after balloon occlusion: The aneurysm has completely thrombosed without portions of contrast enhancement. The size of the aneurysm increased to 30.1% of initial state.



A B C

Fig. 4. Internal carotid aneurysm arising from supraclinoid portions with remaining incompletely thrombosed state. The aneurysm size showed no change for a long time after balloon occlusion (case 6).
A. Initial postcontrast scan: Three cm sized aneurysm arising from supraclinoid portion of the internal carotid artery showed central enhanced portion (arrow) and peripheral thrombosed portion with low density.
B. Postcontrast CT scan 3 years after balloon occlusion: Contrast enhanced portion (arrow) within the aneurysm sac decreased slightly in size. However, the size of aneurysm showed no interval change.
C. Postcontrast T1-weighted image after 8 years of balloon occlusion : Contrast enhanced portion (arrow) of the aneurysm still remains. The aneurysm shows no change of size and the thrombosed portion with high signal remain 8 years after balloon occlusion.

증상등의 혈관성 증상과 주위구조의 압박에 의한 압박성 증상으로 나눌 수 있으며 대개 압박 증상을 나타낸다 (11,14). 지주막하 출혈은 동맥류의 낭이나 경부가 해면정맥동의 경막 밖으로 나와 지주막하강에 도달되어야만 일어나며, 비출혈은 외상성 동맥류에서 흔히 발생하며 동맥류가 접형골동내로 불거져 부비동벽을 침식시킬 때 일어난다. 두번째로 압박 증상은 동맥류의 크기, 자라는 방향, 위치에 따라 다르게 나타난다. 앞으로 자랄때는 상안와열 (superior orbital fissure)을 압박하여 상안와열증후군의 원인이 되며, 암석골 (petrous bone)을 침식시키며 후외측으로 자랄 때는 실명과 출혈성 이염 (hemorrhagic otitis)를 유발한다. 내측으로 자랄때는 뇌하수체줄기(pituitary stalk)를 눌러 프로락틴분비의 억제를 방해하며, 외측으로 자랄때는 전형적인 해면정맥동 증후군 (cavernous sinus syndrome)을 나타낸다. 본 연구에서는 해면정맥동부위에 위치한 15예의 거대 동맥류 모두에서 종괴 효과에 의한 증상을 나타내었고, 27% (4/15)에서 동맥류 파열에 의한 증상으로 내원하였으며 비출혈을 주소로한 3예 모두 외상성 원인으로 동맥류가 부비동내로 연장되어 파열되어 비출혈이 발생하였다.

혈관촬영술은 동맥류의 진단에 있어 표준방법으로 되어있고 동맥류의 정확한 기시부, 모양, 경로를 평가하는데 가장 정확하여 특히 수술이나 색전술 여부를 결정시 매우 중요하다. 그러나 혈전으로 인하여 동맥류 크기와 모양의 정확한 측정과 검출이 어려운 경우가 있다 (14). MR이나 CT는 동맥류의 모양과 크기의 측정에는 유리한 반면 작은 크기의 동맥류를 놓칠 수 있는 단점이 있고, 본 연구에서도 1 cm 미만의 소동맥류 1예는 MR이나 CT에서 검출이 불가능하였다. 내경동맥 폐색검사는 임상적 그리고 신경학적감시하에 시행하여 내경동맥을 희생시킬 때 위험성이 있는 사람을 가려내는 효과적인 방법으로 널리 쓰이고 있다 (15,16). 본 연구에서는 21예중 2예에서 폐색검사도중과 직후에 허혈증상을 나타내었으나 곧 회복되었고 나머지에서는 성공적으로 시행되었다. 풍선폐색술의 방법은 보고자마다 분리장소, 풍선의 내용물, 갯수등 여러면에서 다르나 (1,17), 본 연구에서는 침상돌기의 상부나 해면정맥동에 위치한 내경동맥류의 경우 가능한한 첫번째 풍선은 동맥류 바로 근위부의 내경동맥에 위치시켰고 첫번째 풍선이 혈전조직을 형성하기전 파열할 것에 대비하여 추가로 암석부분과 경부의 내경동맥에 각각 풍선을 위치시켰다.

CT상 대부분의 동맥류는 풍선폐색후 24시간 이내에 시행한 CT에서 동맥류내에 고밀도의 혈전을 나타내었으며, 오랜 시간이 지난후에야 저밀도로 변화하였는데 증례마다 추적기간이 불규칙하고 저신호 강도로 변화하는 시기가 다양하여 그 시기에 관해서는 예측하기 어려웠다. 또한 경계가 명확했던 동맥류의 크기가 감소하면서 불규칙한 모양으로 변화되었는데, 외상성 동맥류 3예와 오랜동안 동맥류내에 완전한 혈전을 형성하지 않은 2예를 제외하고는 크기가 오랜 시간에 걸쳐 서서히 감소하여 불규칙한 모양으로 변화하였는데, 적게는 8개월에서부터 길게는 21개월이 걸렸다. 그러나 환자마다 그 시기가 다양하여 모양 변화의 시기를 추정하는 것은 어려울 것으로 생각된다. 외상성 가동맥류는 자발성 거대동맥류와 비교하여 특징적으로 풍선폐색후 빠른 크기의 감소를 보이고 있다. 이러한 결과는 외상에

의한 가동맥류는 진성 동맥류벽이 없어 크기의 빠른 감소를 보이는 것으로 생각된다. 반면에 자발성 거대동맥류는 동맥류벽 내나 주변으로의 반복적인 출혈에 의해 동맥류가 커진다고 설명하고 있는데, 이로인한 동맥류벽의 혈전과 섬유조직 형성이 풍선폐색이후 동맥류내 완전한 혈전이 형성된 이후에도 크기의 느린 감소를 보이는 것을 설명할 수 있을 것으로 생각된다. 풍선폐색 약 2년이후까지도 동맥류의 완전한 혈전을 형성하지 않은 1예의 경우 완전한 혈전이 형성된 후에야 동맥류 크기가 감소하였고, 약 8년후까지도 완전한 혈전을 형성하지 않은 1예의 경우에서는 풍선폐색전과 비교하여 동맥류 크기의 감소를 보이지 않았다. 이러한 결과는 풍선폐색이후 동맥류내에 완전한 혈전이 형성된 이후에야 서서히 동맥류 크기가 감소한다는 사실을 시사한다. 풍선폐색후 동맥류의 혈전형성은 내경동맥의 폐색부위와 동맥류사이에 조그마한 혈관가지라도 없어야 완벽하게 이루어진다. 침상돌기상부에 위치한 내경동맥류의 경우 안동맥, 전교통동맥, 후교통동맥으로부터 들어오는 역류 (retrograde flow)로 인하여 동맥류내가 일부 개통된채로 남아있게 된다. 본 연구의 경우에서도 침상돌기상부에 위치한 동맥류4예중 2예는 오랜동안 완전한 혈전을 형성하지 않았고, 이중1예에서는 풍선폐색후 2년후에야 완전한 혈전을 형성하였고, 나머지 1예에서는 8년후에도 완전한 혈전이 형성되지 않았다. 이와 같이 풍선폐색후 동맥류가 부분적인 혈전을 형성한 경우 동맥류낭으로부터 색전증의 위험성이 존재하게 된다 (18). 본 연구의 경우에서는 지연성 허혈증이나 출혈은 일어나지 않았다. 본 연구 결과 근위부 동맥의 폐색직후에 시행한 동측 총경동맥과 반대측 내경동맥과 추골동맥의 혈관촬영시에 나타나는 외경동맥과 내경동맥의 문합혈관의 존재 유무와 동맥류낭내로의 조영제 유입유무는 동맥류의 불완전한 혈전형성과 큰 관련이 없는 것으로 생각되고, 내경동맥류의 위치 즉 눈동맥의 상부 또는 하부에 위치하는지 여부가 더 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다.

본 연구에서는 풍선폐색술이후 총 21예중3예에서 합병증이 일어났다. 2예는 침상돌기상부에 위치한 내경동맥류로 폐색후 각각 2일과 7일후에 지주막하출혈과 뇌내출혈이 발생하여 사망하였다. 이중 1예는 폐색후 7일에 혈관촬영을 시행하였는데, 동맥류내에는 조영제의 유입이 관찰되지 않았고 동맥류 경부의 풍선이 위치한 부위에서 조영제의 누출이 관찰되었다. 나머지 1예는 두개강외혈관과 두개강내혈관의 우회술을 시행후 풍선폐색을 시행한 환자로 풍선폐색 2일후에 지주막하출혈이, 3일후에 뇌실뇌출혈과 뇌내출혈이 발생하여 사망하였는데 그 원인은 측부혈관을 통한 빠른 혈류의 역류로 뇌동맥류 파열이 일어난 것으로 생각된다. 해면정맥동에 위치한 동맥류 1예는 풍선폐색후 1일만에 후대뇌동맥 분포 부위에 뇌경색이 발생하였는데, 이는 지속적인 삼차신경동맥(persistent trigerminal artery)의 존재로, 풍선폐색후 삼차신경동맥의 혈전형성과 그 원위부 혈관의 색전에의한 뇌경색으로 생각된다. 본 연구의 침상돌기상부에 위치한 내경동맥류 4예중 2예는 완전한 혈전이 지연되었고 나머지 2예는 지주막하 출혈로 사망하여 침상돌기상부 내경동맥류에서 근위부 내경동맥 풍선폐색법은 위험성을 수반하는 치료법으로 생각된다. 반면 해면정맥동과 경부에 위치한 내경동맥류17예중 지속적인 삼차신경동맥이 존재한 1예를 제외한 모든 경우에서 완전한 혈전형성과 성공적인 결과를 보여, 이들의 경우 근위부 내경동맥 풍선폐색법은 효과적이면서도 안전한 치료법으로 생각된다.

풍선폐색후 추적검사시 혈전이 형성된 기존의 동맥류이외의 다른 부위에 새로운 뇌동맥류의 발생(de novo aneurysm formation)이 일부 보고되고 있다. 이는 풍선폐색을 시행한 쪽의 혈관내압은 현저히 감소하지만 반대쪽의 내경동맥과 후측순환부의 만성적인 혈역학적 스트레스를 증가시켜 일어난다고 생각되어지고 있다 (19,20). 또한 뇌동맥류형성의 전단계로 생각되는 앞교통동맥의 방추형 확장과 앞뇌동맥의 A1 분절의 비대칭적 확장이 보고되고 있다 (21). 그러나 혈관조영술을 이용한 체계적인 추적검사에 관하여는 아직 보고된 바가 없다. 본 연구에서는 추적검사로 시행한 CT, MR, MR 혈관촬영술에서 새로운 동맥류의 출현은 관찰되지 않았고, 몇 예에서 시행한 MR 혈관촬영술에서도 비정상적으로 확장된 앞, 뒤 교통동맥이 관찰된 예는 없었다. 그러나 본 연구의 경우도 MR 혈관촬영술이 10년이하의 짧은 추적기간으로 소수에서만 시행되어 풍선폐색후의 혈역학적 변화와 새로운 뇌동맥류의 출현을 평가하기에는 많은 제한점이 있는 것으로 생각된다.

결론적으로 근위부 내경동맥의 풍선폐색술은 수술적 클리핑이 불가능하거나 GDC를 사용한 내혈관적 치료가 어려운 내경동맥류중 특히 안동맥이하 부위의 내경동맥류에서 풍선폐색검사를 병행함으로써 증상의 호전과 위험성을 예방할 수 있는 간단하고도 효과적인 치료법으로 사료된다. 그러나 침상돌기상부의 내경동맥류에서는 풍선폐색후 측부순환을 통한 혈류의 유입으로 불완전한 혈전의 형성으로 색전증의 위험이 존재하여 주의깊은 추적검사가 시행되어야 할 것으로 생각되며, 풍선폐색후 지주막하 출혈을 유발하여 위험성이 따르는 치료방법으로 생각된다. 해면정맥동이나 경동맥에 위치한 동맥류의 경우 빠른 시기내에 완전한 혈전형성이 이루어지며, 이후 서서히 동맥류 크기가 감소하게 되는데 특히 외상성 가동맥류는 자발성 동맥류보다 훨씬 크기의 빠른 감소를 보인다. 그러나 침상돌기상부에 위치한 동맥류의 경우 완전한 혈전형성의 지연과 더불어 동맥류크기의 감소도 상대적으로 매우 느린 감소를 보인다.

참 고 문 헌

1. Giannotta SL, McGillicuddy JE, Kindt GW: Gradual carotid artery occlusion in the treatment of inaccessible internal carotid artery aneurysms. *Neurosurgery* 1979 ; 5 : 417-421
2. Sundt TM Jr, Piepgras DG: Surgical approach to giant intracranial aneurysms. Operative experience with 80 cases. *J Neurosurg* 1979 ; 51 : 731-742
3. Drake CG: Giant intracranial aneurysms: experience with surgical treatment in 174 patients. *Clin Neurosurg* 1979 ; 26 : 12-95
4. Debrun G, Fox A, Drake G, Peerless S, Girvin J, Ferguson G: Giant unclippable aneurysms: treatment with detachable balloons. *AJNR* 1981 ; 2 : 167-173
5. Fox AJ, Vinuela F, Pelz DM, Peerless SJ, Ferguson GG, Drake CG, Debrun G: Use of detachable balloons for proximal artery occlusion in the treatment of unclippable cerebral aneurysms. *J Neurosurg*

1987 ; 66 : 40-46
6. Gelber BR, Sundt TM Jr: Treatment of intracavernous and giant carotid aneurysms by combined internal carotid ligation and extra-to intracranial bypass. *J Neurosurg* 1980 ; 52 : 1-10
7. Langford KH, Vitek JJ, Zeiger E: Migration of detachable mini-balloon from the ICA causing occlusion of the MCA. Case report. *J Neurosurg* 1983 ; 58 : 430-434
8. Malisch TW, Guglielmi G, Vinuela F, Duckwiler G, Gobin P, Martin NA, Frazee JG. Intracranial aneurysms treated with the Guglielmi detachable coil: midterm clinical results in a consecutive series of 100 patients. *J Neurosurg* 1997 ; 87 : 176-183
9. Gurdjian ES, Lindner DW, Thomas LM: Experiences with ligation of the common carotid artery for treatment of aneurysms of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 1975 ; 23 : 311-318
10. Ebara M, Kita K, Sugiura N, Yoshikawa M, Fukuda H, Ohto M, Kondo F, Kondo Y: Therapeutic effect of percutaneous ethanol injection on small hepatocellular carcinoma: evaluation with CT. *Radiology* 1995 ; 195 : 371-377
11. Linskey ME, Sekhar LN, Hirsch W Jr, Yonas H, Horton JA: Aneurysms of intracavernous carotid artery: clinical presentation, radiographic features and pathogenesis. *Neurosurgery* 1990 ; 26 : 71-79
12. Schubiger O, Valavanis A, Wichmann W: Growth-mechanism of giant intracranial aneurysms: demonstration by CT and MR imaging. *Neuroradiology* 1987 ; 29 : 266-271
13. Symon L: Surgical experiences with giant intracranial aneurysms. *Acta Neurochir* (*Wien*) 1992 ; 118 : 53-58
14. Vazqyez Anon V, Aymard A, Gobin YP, Casasco A, Ruffenacht D, Khayata MH, Abizanda E, Redondo A, Merland JJ: Balloon occlusion of the internal carotid artery in 40 cases of giant intracavernous aneurysm: technical aspects, cerebral monitoring, and results. *Neuroradiology* 1992 ; 34 : 245-251
15. Inagawa T, Yamamoto M, Kamiya K, Ogasawara H: A change of computed tomographic findings of two cases of giant internal carotid artery aneurysms after cervical carotid artery occlusion. *Hiroshima J Med Sci* 1987 ; 36 : 407-414
16. Mclvor NP, Willinsky RA, TerBrugge KG, Rutka JA, Freeman JL: Validity of test occlusion studies prior to internal carotid artery sacrifice. *Head Neck* 1994 ; 16 : 11-16
17. Raymond J, Theron J: Intracavernous aneurysms: treatment by proximal balloon occlusion of the internal carotid artery. *AJNR* 1986 ; 7 : 1087-1092
18. Drake CG, Peerless SJ, Ferguson GG: Hunterian proximal arterial occlusion for giant aneurysm of the carotid circulation. *J Neurosurg* 1994 ; 81 : 656-665
19. Drapkin AJ, Rose WS: Serial development of‘ de novo ’aneurysm (after carotid ligation: case report. *Surg Neruol* 1992 ; 38 : 302-308
20. Timperman PE, Tomsick TA, Tew JM Jr, van Loveren HR: Aneurysm formation after carotid occlusion. *AJNR* 1995 ; 16 : 329-331
21. Kirgis HD, Fisher WL, Llewellyn RC, Peebles EM: Aneurysms of the anterior communicating artery and gross anomalies of the circle of Willis. *J Neurosurg* 1966 ; 25: 73-78

대한방사선의학회지 1999;40:1041-1049

J Korean Radiol Soc 1999;40:1041-1049

Evaluation of Results and Radiologic Follow-up in Detachable Balloon Occlusion Therapy of the Internal Carotid Artery Aneurysms[1]

Sun Yang Chung, M.D., Dong-Ik Kim, M.D., Kyu Chang Lee, M.D.[2], Seung Kon Huh, M.D.[2], Pyeong Ho Yoon, M.D., Jin Young Choi, M.D., Dong Jun Kim, M.D.

[1]*Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Yonsei University*
[2]*Department of Neurosurgery, College of Medicine, Yonsei University*

Purpose : The author has studied the clinical results of CT and MR findings of proximal carotid artery occlusion using detachable balloons in the treatement of unclippable internal carotid (IC) aneurysms.

Materials and Methods : From 1987 to 1995, twenty-eight patients with IC aneurysms were treated by proximal artery occlusion with detachable balloons. Of these patients, 4 had aneurysms arising from the supraclinoid portion of the IC artery, 23 had aneuryms arising from cavernous portion of the IC artery, and one had aneurysm arising from cervical portion of the IC artery. Of the 28 patients, 7 patients without CT or MR examinations were excluded in this study. The mean follow-up period was 18.6 months. The causes of aneurysm formation were spontaneous in 17 cases and traumatic in 4 cases.

Results : Of 20 patients with aneurysms arising from supraclinoid and cavernous portion of the IC artery, 16 patients (80%) had cranial nerve symptoms by mass effect. Five patients had epistaxis (3 patient), carotid cavernous fistula (1 patient) or subarachnoid hemorrhage (1 patient) due to aneurysm rupture. Two patients, each with aneuryms arising from supraclinoid and cervical portion of carotid artery had 9th and 12th cranial nerve symptom. There were three instances of complication after permanent occlusion; two patients had subarachnoid and intracerebral hemorrhage by aneurysm rupture and expired. One patient had ischemia of posterior cerebral artery teritorry after one day. Delayed ischemic event did not occur during the follow-up period. All aneurysms of the carotid artery below the level of ophthalmic artery presented radiographic proof of complete thrombosis within two months. However, complete thrombosis of aneurysm was considerably delayed in two aneurysms arising from the supraclinoid portion of the carotid artery. In long-term follow-up study, completely thrombosed aneurysms decreased in size slowly. But incompletely thrombosed aneurysms did not decrease in size for a long time and began to contract after formation of complete thrombosis. All three traumatic pseudoaneuryms characteristically decreased in size rapidly, comparing with spontaneous aneurysms.

Conclusion : In conclusion, proximal IC balloon occlusion for unclippable IC aneurysms is a convenient, safe, and effective way of producing aneurysm obliteration. Longer-term follow-up study is needed for incompletely thrombosed aneuryms after balloon occlusion of the proximal IC artery.

Index words : Aneurysm, carotid
Catheter and catheterization
Aneurysm, therapy

Address reprint requests to : Dong-Ik Kim, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Yonsei University College of Medicine, #134 Shinchon-dong, Seodaemun-ku, Seoul, 120-752, Korea.
Tel. 82-2-361-5837 Fax. 82-2-393-3035