폐쇄성 뇌혈관 질환의 중재적 방사선치료

Endovascular Treatment of Occlusive Cerebrovascular Diseases

김 동 익
연세의대 세브란스병원 진단방사선과
서울 서대문구 신촌동 134
Dong Ik Kim, M.D.
Department of Radiology
Yonsei University College of Medicine, Severance Hospital
E-mail : dikim@yumc.yonsei.ac.kr

Abstract

Carotid atherosclerosis is one the main risk factors for ischemic stroke. Based on NASCET and ECST results, carotid endarterectomy is strongly recommended for severe symptomatic stenosis. However, in the past several years, carotid artery stenting has emerged as a potential therapeutic alternative to carotid endarterectomy. The main limitation of carotid stenting is the potential risk of thromboembolic complication. Recently, cerebral protection during carotid stenting is technically feasible and clinically safe. In the published data of prospective registry with cerebral protection, the incidence of periprocedural neurologic complications was lower than in registries without cerebral protection and similar to the best results reported for carotid endarterectomy. The future status of the endovascular approach will be determined by randomized trials directly comparing carotid artery stenting with cerebral protection and endarterectomy. Occlusive atherosclerotic disease involving the intracranial cerebral vessels can be managed medically with antiplatelet and anticoagulant drug therapy or surgically. However, in patients who are unresponsive to medical therapy or who have unacceptable surgical risks, percutaneous angioplasty with stenting is an attractive alternative that can be performed in selected patients with relatively low risk and good clinical outcome.

Keywords : **Atherosclerosis; Carotid arteries; Endarterectomy; Stents; Revascularization; Embolism**

핵 심 용 어 : 죽상동맥경화증; 경동맥; 동맥절제술; 스텐트; 혈관재개통; 색전증

서 론

2002년 보고된 통계청의 자료에 의하면 뇌졸중(Stroke)은 우리나라 성인 사망원인 중 2위인 질환으로 1985년 이래 연간 발생빈도에는 큰 차이를 보이지 않고 있으나(1), 뇌졸중의 원인별 유병률에는 괄목할 만한 변화를 보이고 있다. 즉 1993년 보고된 국내 다기관 연구에 의하면 뇌졸중의 원인 중 뇌경색이 48.4%, 뇌출혈이 31.4%를 차지하였으나(2), 이 중 뇌경색의 발생빈도는 점차 증가하여 지난 2000년 한해 동안 건강보험심사평가원에 신고한 진료내역을 분석한 결과 전국 941개 병원에 뇌졸중으로 입원한 11만여명의 환자 중 약 65%가 뇌경색으로 진단되었다. 이러한 변화는 지난 20여년간 동물성 단백질과 지방 성분의 섭취가 증가하는 한국인의 식생활 형태와 유관하며, 따라서 점차 증가되는

폐색성 뇌혈관 질환에 대한 치료와 예방의 중요성이 대두되고 있다.

허혈성 뇌졸중의 원인은 뇌혈관 협착과 동반된 혈전증이나 심장 및 대동맥 질환에 의한 혈전색전증에 기인하며, 이 중 경동맥과 두개강 내 혈관의 협착 및 폐색이 약 30~40%를 차지한다.

경동맥 협착으로 인한 뇌졸중의 발생빈도는 협착의 정도와 프라그(plaque)의 성분에 관련이 있으며(3), 증상을 동반한 동측 경동맥의 협착이 70% 이상인 경우는 3년 이내 30~35%의 뇌졸중 혹은 이로 인한 사망의 위험이 있으며, 50~69%인 경우는 15~20%의 위험이 있는 것으로 알려져 있다(4, 5).

이러한 폐색성 뇌혈관 질환에 의한 뇌졸중의 예방을 위하여 1980년대부터 수술적 요법인 EC−IC Bypass Surgery, 혹은 경동맥절제술(carotid endarterectomy)이 시도되었으며, 내과적 약물치료와의 비교 연구로 NASCET(North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial) 및 ECST(European Carotid Surgery Trial) 등에 의하면 70% 이상의 경동맥 협착을 동반한 증상이 있는 환자에서는 경동맥절제술의 우위가 입증된 바 있다(4, 5).

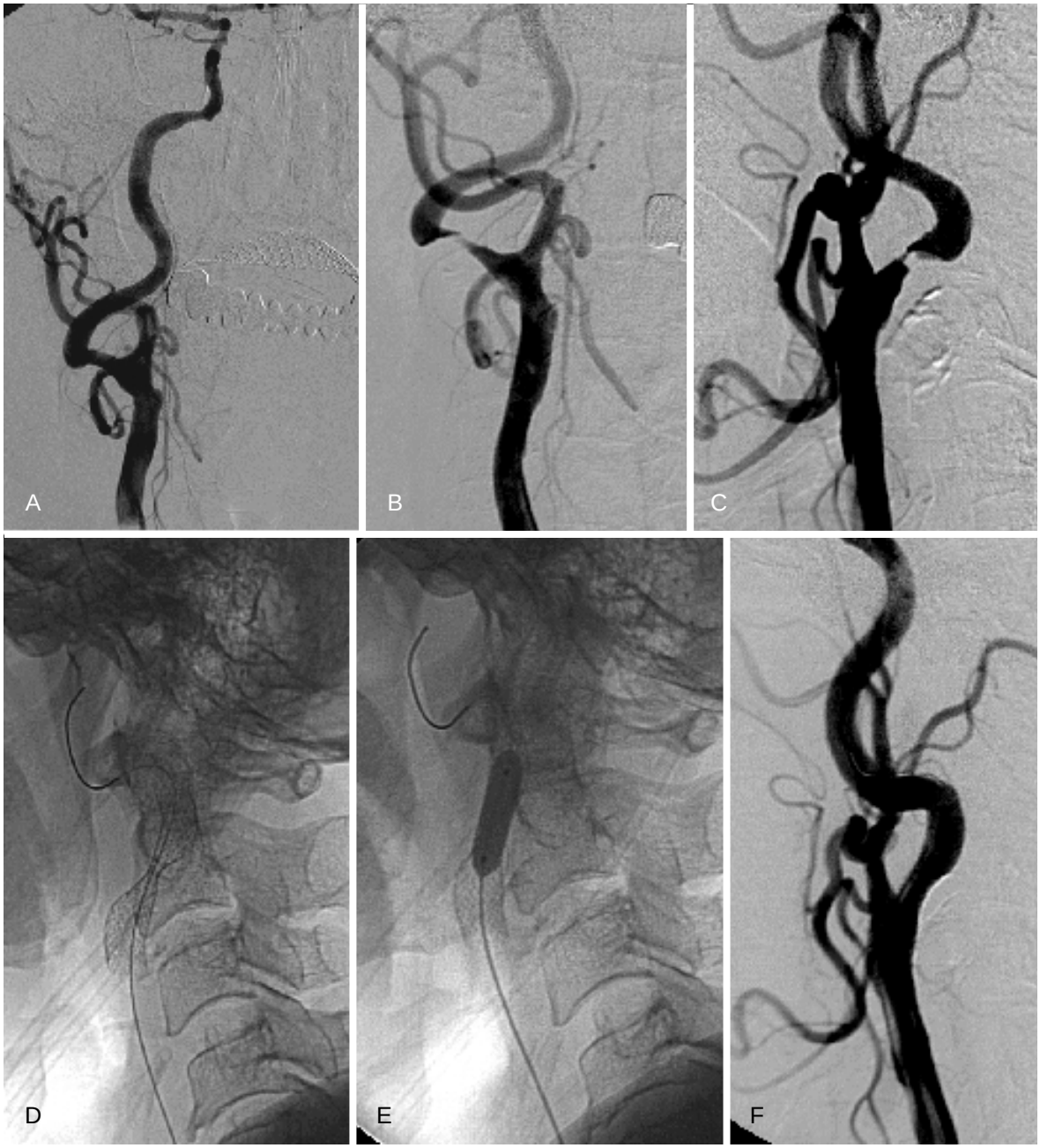
1990년대에 이르러 경동맥 협착에 대한 혈관성형술이 시도되었으며, 최근 10년 동안 스텐트삽입술의 기술적인 발전으로 경동맥에 대한 스텐트 삽입에 의한 혈관성혈술(Carotid Angioplasty and Stenting, CAS)이 경동맥절제술을 대체할 새로운 치료요법으로 발전하여 왔다. 따라서 문헌고찰과 시술경험을 토대로 경동맥의 협착에 대한 혈관확장술의 기술적 발전과 randomized study에 근거한 치료의 타당성 및 수반되는 시술의 위험도에 대하여 기술하고, 두개강 내 혈관 협착에 대한 혈관확장술의 적응증에 대하여 알아보고자 한다.

경동맥 협착에 대한 혈관성형술과 스텐트삽입술

1. 시술의 배경과 이론적 근거

1991년에 발표된 NASCET의 연구 결과에 의하면 70% 이상의 경동맥 협착이 있는 환자에서 2년간 동측의 뇌졸중의 위험도가 내과적 치료를 받은 군에서는 26%인데 비하여 경동맥절제술을 받은 군에서는 9%로서 절대적 위험도의 감소가 17%로 시술의 타당성을 입증하였으며(4), 그 이외에도 ECST(European Carotid Surgery Trial), Veterans Affairs Cooperative Symptomatic Carotid Stenosis Trial(VACSP−309) 등의 연구 결과도 유사하여 수술이 내과적 치료에 비하여 뇌졸중의 예방에 우월함을 알 수 있었다(5, 6). NASCET의 자료에 의하면 수술 후 30일에서 90일 사이에 5.8%의 뇌졸중 발생 혹은 사망이 있었으며, 심근 경색의 빈도를 더 하면 수술 후 합병증의 빈도는 6.7%이었다.

경동맥절제술이 이미 많은 임상적 시도에 의하여 그 안정성이 검증되어 구미 각국에서는 가장 많이 시행되고 있는 혈관 수술로 정착되었으나, 혈관성형술 및 스텐트 삽입은 1980년대 처음 시도된 이후 지난 10년간 시술되었으며, 시술방법과 기구의 많은 발전을 보였다. 이러한 발전에도 불구하고 시술의 정착이 어려운 대표적인 이유로는 시술과정에 발생할 수 있는 뇌혈전 현상에 대한 우려로서 그동안 뇌혈관 도플러검사 등 여러 보고에서 경동맥의 스텐트 삽입과정에 작은 색전물질의 뇌혈관 유입이 입증되었으며(7, 8), 이러한 현상이 경동맥절제술보다 더 빈번하다고 알려졌다(8). 그러나 이러한 미세색전 현상에도 불구하고 임상증상을 초래하는 뇌경색의 빈도는 경동맥절제술과 비교하여 뚜렷한 차이를 보이고 있지 않다(9, 10). 또한 시술 후 심근경색의 빈도가 보다 낮으며,



시술 전 전후상에서 우경동맥분지부의 50%의 협착이 보이며(A), 3년 추적 혈관조영술상 동일 부위에 90%의 협착이 진행되었음(B, C). 우선 3 mm 풍선카테타로 협착부를 확장 후 8 mm×4 mm 스텐트를 삽입함(D). 이후 5 mm×2 cm 풍선카테타로 다시 혈관확장을 시행함(E). 마지막 혈관조영술상 경동맥분지의 협착은 보이지 않음.

그림 1. 우내경동맥 협착에 대한 스텐트 삽입 및 혈관 확장술

수술에 의한 뇌신경마비의 합병증을 피할 수 있다는 장점으로 보다 활발히 시행되고 있다.

경동맥절제술과의 비교 연구로는 Carotid and Vertebral Transluminal Angioplasty Study(CAVATAS)가 대표적이며, 증상이 있는 504명의 환자에서 주요 합병증 발생에 두 시술방법간의 유의할 만한 차이점은 없었으며 이러한 사실은 3년간의 추적에서도 입증되었다(11). 최근 가장 괄목할 만한 발전으로는 스텐트 시술과정 중 협착 원위부의 경동맥에서 풍선이나 필터 등의 보호기구를 사용하여 색전을 예방하는 기구의 출현이다. Estes 등의 보고에 의하면 혈관성형술 및 스텐트 삽입 후의 뇌졸중 발생률은 6~8% 정도이나 원위부 색전을 방지하기 위한 뇌 보호기구(cerebral protection devices)가 사용되기 시작하여 NASCET의 결과와 유사하거나 혹은 더 낮은 합병증의 발생률을 보고하는 논문이 많아지고 있다.

가장 괄목할 만한 보고로는 Stenting and Angioplasty with Protection in Patients at High Risk for Endarterectomy(SAPPHIRE)가 있으며, 수술에 위험요인이 있는 환자군에 대한 두 시술간의 비교에서 스텐트 시술의 우위를 입증하였고(13), Reimers 등의 750명의 환자에 대한 다기관 연구결과의 보고에서 98%에서 뇌 보호용 필터나 풍선의 사용이 가능하였다. 30일간 합병증 발생이 3.8%로서 경동맥절제술의 6~8% 빈도보다 우월함을 보여주었다(14). 이러한 결과에도 불구하고 새로운 시술법으로 자리잡기 위하여는 보다 장기간의 추적 결과가 필요하며 더 많은 연구 결과를 기대하여야 할 것이다.

2. 적용 대상

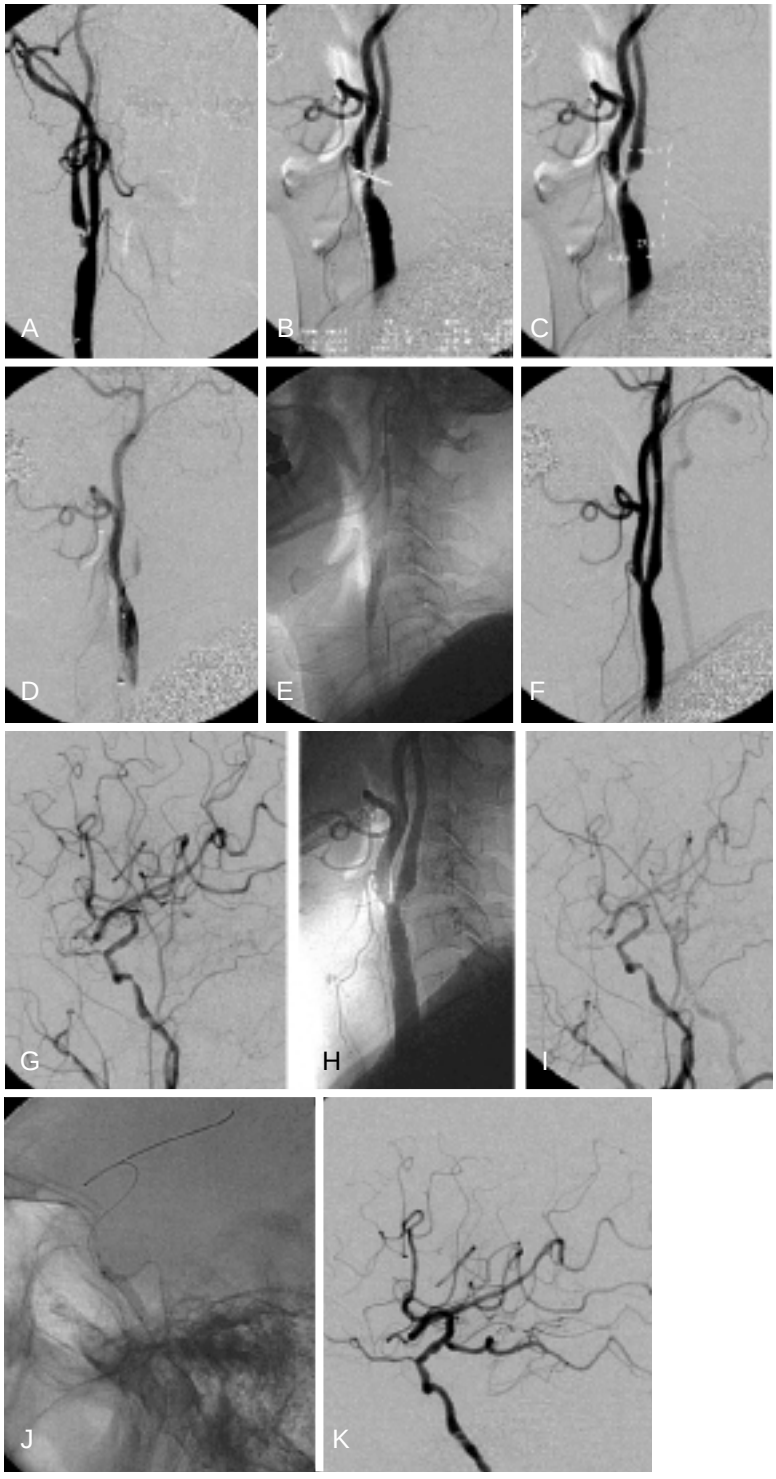
혈관성형술 및 스텐트 삽입의 시행 초기에는 시술 대상을 수술의 적응이 되지 않는 군, 즉 관상동맥질환 등의 심장 질환이 심하거나 추골-기저동맥의 심한 협착으로 마취가 위험한 경우, 일측 경동맥 폐색이 있는 경우, 나이가 너무 많아 수술이 어려운 경우, 경동맥 협착 부위가 두개기저부에 가까워 수술이 어려운 경우, 경동맥절제술 후 재협착된 경우, 방사선조사로 인한 경동맥협착 등의 경우에 한하여 시행하여 왔다. 그러나 스텐트 및 뇌 보호기구 등의 발전으로 인하여 경동맥 절제술의 적응과 같이 증상이 있는 70~99%의 경동맥 협착이 있는 환자가 대상이 되며, 또한 50~69%의 협착이 있으며 증상이 있는 경우도 적응이 된다고 할 수 있다(그림 1, 2).

3. 시술 방법

환자는 시술 48~72시간 전부터 항혈소판제제를 투여하고, 시술과 동시에 전신적인 항응고요법을 실시한다. 경동맥의 과도한 확장으로 인한 서맥 및 저혈압을 예방하기 위하여 일시적인 심박조율기(temporary pacemaker) 삽입 혹은 아트로핀을 투여하며, 항상 혈압감시장치를 사용하여 만일 저혈압이 발생하면 즉시 수액 공급이나 도파민을 정주하여 혈압을 유지시킨다. 시술 전 경동맥 혈관조영술을 실시하여 좁아진 부분, 정상적인 내경동맥, 총경동맥의 직경을 정확히 측정하여 시술 전후 혈관성형술에 사용할 풍선카테타 및 삽입할 스텐트의 크기를 결정한다(그림 2B, 2C).

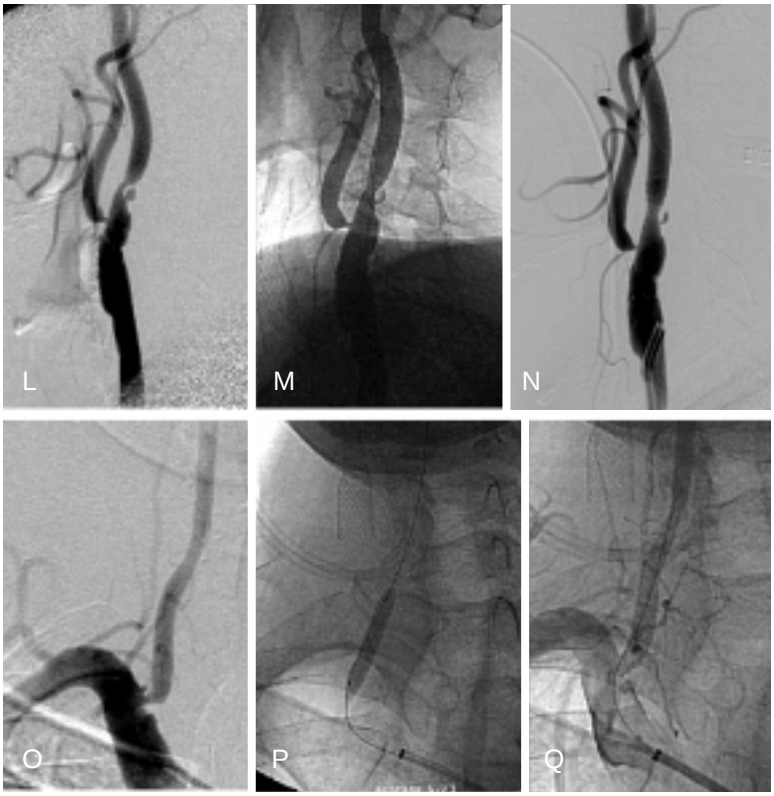
원위부의 색전증을 예방하기 위하여 뇌 보호기구(Percusurge Guardwire, Medtronics, U.S.A.)를 사용하여 내경동맥의 원위부까지 삽입 후 풍선을 확장하여 시술하며, 될 수 있으면 경동맥 폐색시간을 5분 이하로 한다(그림 2E). 뇌 보호기구는 최근 Filterwire(Boston Scientific, U.S.A.), Emboshield(Abbott, U.S.A.) 등의 사용이 가능하여 졌으며, 앞으로 더 발전이 있을 것으로 기대된다.

좁아진 부위가 4 mm 이하이면 시술 전 4 mm 크기의



풍선카테타로 혈관성형술을 실시하는 것이 좋다. 스텐트는 Wallstent (Boston Scientific Co., U.S.A.) 또는 Precise Stent(Johnson & Johnson, U.S.A.)가 주로 사용되며, 크기는 대개 직경/길이가 7~10 mm/30~50 mm 정도이다. Wallstent의 경우 삽입중 퍼지면서 길이가 줄어드는 단점이 있으며, Precise Stent는 형상합금인 나이티놀 제제로 만들어져 원심력에 의한 혈관벽 밀착이 잘 되며 설치시 길이가 짧아지지 않는 장점이 있어 최근에 많이 사용된다.

스텐트 삽입 후 총경 동맥과 스텐트 사이에 공간이 남게 되면 급성 폐쇄, 혹은 재협착의 원인이 될 수 있으므로 정확한 측정과 더불어 시술 후 혈관 성형술을 보조적으로 실시한다. 시술 후 고혈압은 hyperperfusion syndrome을 초래할 수 있으므로 혈압 조절에 매우 유의하여야 한다. 헤파린은 시술과 동시에 투여를 중지하며 자연적으로 tapering되도록 한다. 시술 후 24~48시간 정도 중환자실에서 집중 감시하며, 항혈소판제제는 지속적으로 투여한다. 스텐트의 재협착이 대개 6개월 이내에 생길 수 있으므로 도플러 초음파 검사를 시술 6개월 후에 실시하여 추적 관찰하는 것이 바람직하다.



57세 남자 환자가 우측 경계성 뇌경색을 주소로 내원함. 초기 혈관조영술상 양측 경동맥분지 및 우척추동맥기시부에 심한 협착이 보이고(A~C, L, O). 좌척추동맥은 형성부전상태임. 우경동맥협착부는 풍선확장술과 스텐트를 삽입하였으며(D~F). 시술 후 협착부는 잘 확장되었으나 우내경동맥 해면상분절에 60%의 협착이 보임(G). 추적검사 기간중 반복적인 일과성 허혈발작이 있었으며 초기시술 후 6개월에 시행한 혈관조영술상 우내경동맥 해면상분절에 보다 진행된 협착성 프라크가 보였고(H), 원위우경동맥협착부(J, K), 좌경동맥협착부(L~N) 및 우척추동맥기시부에 스텐트 및 혈관확장술을 시행함(O, P).

그림 2. 양측 경동맥과 척추동맥 협착증에 대한 혈관 확장술 및 스텐트 삽입술

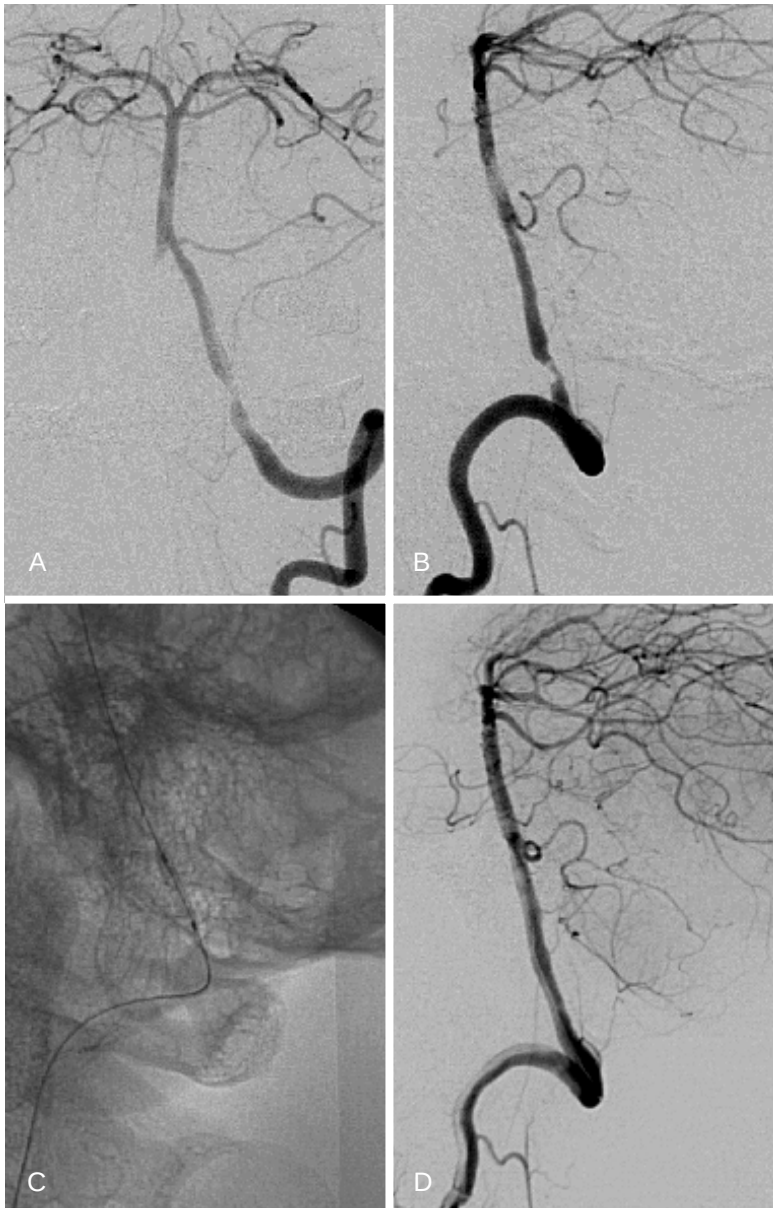
4. 결과 및 합병증

경동맥 혈관성형술과 스텐트삽입술의 합병증 중 가장 흔한 것은 시술 부위에서 떨어져 나온 혈전이나 동맥경화 등에 의한 급성 허혈성 뇌경색이다.

시술중 사용되는 뇌 보호기구로는 풍선카테타와 필터 와이어가 있으며, 풍선카테타는 일시적으로 뇌혈류를 차단시키므로 측부혈행이 충분하지 않은 환자의 경우 일시적인 발작을 일으킬 수 있어 사용이 불가능한 경우도 있다. 또한 외경동맥으로만 혈류가 가므로 측부혈행에 의한 안동맥의 색전이 발생할 위험도 있다. 필터를 사용한 뇌 보호기구는 80~140 micron 정도의 구멍이 있어 뇌혈류가 차단되지 않는 장점이 있으나 구멍의 크기보다 작은 색전물질이 뇌에 어떠한 영향을 줄 지는 아직 규명되지 않았다.

따라서 시술의 합병증으로 발생하는 뇌경색은 뇌 보호기구의 사용에 따른 예방이 어느 정도는 가능한 것으로 뇌 보호기구의 사용 이전이 보고된 Estes의 연구 결과에 의하면 경동맥 스텐트 삽입 후 뇌졸중 발생률은 6~8%, 시술 후 추적관찰중 재시술이 필요하였던 경우가 6% 정도로 NASCET의 5.5%에 비하여 약간 떨어지는 결과였다(4, 12). 또한 Roubin 등은 107명의 환자에서 122예의 시술을 시행하였으며, 이 중 증상이 동반된 74예의 경동맥 협착 환자 중 1예의 사망, 2예의 심한 뇌졸중, 5예의 약한 뇌졸중이 있었다(15).

Viet 등의 연구 결과(16)에 의하면 1994년부터 1998년까지 4년 동안 390명의 환자에서 421예의 스텐트 삽입술을 시행한 결과 98%의 성공률을 보였고 1.7%의 사망률, 0.9%의 중증 뇌졸중, 5.5%의 경미한 뇌졸중이 있었으며, 경미한 뇌졸중의 발생빈도는 연도별로 6.8%



좌척추동맥조영상 좌척추동맥의 경막내분절에 70%의 협착이 보임(A, B). 우척추동맥은 이미 폐쇄되었음. 혈관확장술과 스텐트 삽입 후 협착부는 사라짐(C, D).

그림 3. 심한 척추뇌저동맥부전을 주소로 내원한 환자에 시행한 좌척추동맥 원위부의 혈관확장술 및 스텐트 삽입술

(1994~1995), 5.8%(1995~1996), 5.3%(1996~1997), 4.0%(1997~1998)로 점차 감소하는 추세를 보였다. 이는 스텐트 및 카테타의 발전과 더불어 시술자의 경험이 늘어남에 따라 합병증의 빈도도 줄어드는 경향을 보여주는 것이다.

최근 뇌 보호기구를 사용한 최근의 연구 결과에 의하면 시술 후 합병증이 1.1% 정도로 매우 우수하다(13, 14, 17).

스텐트 삽입 후의 재협착은 시술 후 6개월 이내에 혈관 내피의 비후로 인하여 재협착이 발생할 가능성이 5% 정도에서 보고되고 있으므로 도플러 초음파검사로 추적 관찰이 필요하다. Palmaz 스텐트와 같은 풍선확장용 스텐트를 사용한 경우에 높은 빈도를 보여 최근에는 거의 사용하지 않는다. 이는 경동맥이 움직임이 많은 부위에 있을 뿐만 아니라 압박을 받을 수도 있기 때문에 스텐트의 변형을 초래할 수 있다.

90% 이상의 심한 경동맥 협착이 오랜 기간에 걸쳐 있었던 환자에서는 스텐트 삽입 후 일시적으로 갑자기 증가된 혈류에 뇌의 조절기능이 적응을 못하여 hyperperfusion injury가 발생할 수도 있다. 이는 뇌기저핵 주위에 회복하기 어려운 다량의 출혈을 동반하기 때문에 시술 후 24시간 이상 중환자실에서 평상보다 낮은 혈압을 유지할 필요가 있다(18, 19).

두개강 내 뇌혈관 협착에 대한 혈관성형술 및 스텐트 삽입술

두개강 내 동맥경화성 뇌혈관 질환은 뇌졸중의 주요원인으로 특히 한국인을 포함한 동양권에 호발하는 것으로 알려져 왔으며 허혈성 뇌졸중의 10~29%를 차지하고 있다(20). 뇌혈관 협착은 발견 후 추적기간중 높은 뇌졸중의 요인으로서 자연경과에 대한 연구에 의하면 중대뇌동맥(middle cerebral artery)은 연간 8%(21), 내경동맥은 연간 7.6%(22), 후뇌혈관(posterior circulation)은 부위에 따라 차이는 있으나 8~40%(23)에서 허혈성 뇌졸중을 초래한다고 알려졌다. 내과적인 치료요법으로 warfarin과 aspirin 등의 예방 효과는 높지 않을 뿐 아니라 약물 복용에 따른 문제점으로 인하여(23) 다른 치료요법의 필요성이 대두되고 있다.

최근 뇌혈관의 협착에 대한 두개내 풍선확장술과 스텐트삽입술에 대한 시도가 간헐적으로 보고되고 있으나, 이러한 시술법이 뇌혈관 협착의 자연 경과나 약물요법에 비하여 예후에 도움을 줄 수 있는지에 대한 의구심이 있을 뿐 아니라(24) randomized study의 어려움 등으로 시술의 타당성을 주장하기에는 시기적으로 이른 감이 있다.

그러나 내과적인 약물치료에도 불구하고 반복적인 일과성 허혈 발작이 있는 환자에서 원인이 되는 뇌혈관의 국소적인 협착이 심한 경우(50~70% 이상)와 관상동맥우회술 등의 수술이 예정된 환자에서 국소적 협착이 발견된 경우 등의 비교적 한정된 적응증에 해당되는 환자에서는 스텐트 삽입술이 시행되고 있다(25~27). 지금까지의 보고와 저자의 경험에 의하면 시술의 성공률과 안전성은 대상 혈관의 크기 및 부위에 따라 상이하며, 내경동맥과 추골동맥(vertebral artery) 협착 환자에서는 효과적인 치료방법이 될 수 있으나(그림 2, 3), 중대뇌동맥과 기저동맥의 경우 협착 부위까지 도달하기 어려운 경우가 있다. 시술에 따른 혈관 파열 및 박리 등 합병증의 위험이 있으며, 재협착의 빈도가 높기 때문에 엄격한 기준 하에서 시행되어야 한다.

향후 시술법과 시술기구의 급속한 발전이 예상되지만, 시술례에 대한 장기적인 추적검사 결과와 약물요법과의 randomized trial에 의한 비교 연구 등을 통하여 치료의 타당한 근거를 마련하여야 하겠다.

참 고 문 헌

1. Korea National Statistical Office. Statistical Yearbook, 2002
2. The Korean Neurological Association. Epidemiology of Cerebrovascular diseases in Korea : a collaborative study, 1989—1990. J Korean Med Sci 1993 ; 281 - 9
3. Henrik Silesen. The natural history of patients with carotid stenosis. Pathophysiol Haemost Thromb 2002 ; 32 : 378 - 80
4. The North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high—grade carotid stenosis. N Engl J Med 1991 ; 325 : 445 - 53
5. The European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. MRC European Carotid Surgery Trial : interim results for symptomatic patients with severe(70~99%) or with mild(0~29%) carotid stenosis. Lancet 1991 ; 337 : 1235 - 43
6. Mayberg MR, Wilson SE, Yatsu F, Weiss DG, Messina L, Winn HR, et al. Carotid endarterectomy and prevention of cerebral ischemia in symptomatic carotid stenosis. Veterans Affairs Cooperative Studies Program 309 Trialist Group. JAMA 1991 ; 266 : 3289 - 94
7. Crawley F, Clifton A, Buckenham T, Loosemore T, Taylor RS, Brown MM. Comparison of hemodynamic cerebral ischemia and microembolic signals detected during carotid endarterectomy and carotid angioplasty. Stroke 1997 ; 28 : 2460 - 4

8. Orlandi G, Fanucchi S, Fioretti C, Acerbi G, Puglioli M, Murri L, et al. Characteristics of cerebral microembolism during carotid stenting and angioplasty alone. Arch Neurol 2001 ; 58 : 1410 - 3
9. Theron JG, Payelle GG, Coskun O, Huet HF, Guimaraens L. Carotid artery stenosis : treatment with protected balloon angioplasty and stent placement. Radiology 1996 ; 201 : 627 - 36
10. Cremonesi A, Manetti R, Setacci F, Setacci C, Castriota F. Protected carotid stenting ; clinical advantages and complications of embolic protection devices in 442 consecutive patients. Stroke 2003 ; 34 : 1936 - 43
11. Endovascular versus surgical treatment in patients with carotid stenosis in the Carotid and Vertebral Artery Transluminal Angioplasty Study (CAVATAS) : a randomised trial. Lancet 2001 ; 357 : 1729 - 37
12. Estes JM, Donaldson MC, Whittemore AD. Stenting for carotid stenosis? N Engl J Med 1997 ; 337 : 427 - 8
13. Yadav J. Stenting and Angioplasty with Protection in Patients at High Risk for Endarterectomy (SAPPHIRE). Chicago, Ill : American Heart Association, 2002
14. Reimers B, Schluter M, Castriota F, Tubler T, Corvaja N, Colombo A, et al. Routine use of cerebral protection during carotid artery stenting : results of a multicenter registry of 753 patients Am J Med 2004 ; 116 : 217 - 22
15. Roubin GS, New G, Iyer SS, Vitek JJ, Al—Mubarak N, Kuntz RE, et al. Immediate and late clinical outcomes of carotid artery stenting in patients with symptomatic and asymptomatic carotid artery stenosis : a 5—year prospective analysis. Circulation 2001 ; 103 : 532 - 7
16. Vitek J, Roubin G, Iyer S. Immediate and Late Outcome of Carotid Angioplasty with Stenting. Nashville, Tenn : AANS/CNS/ASITN 1999 ; 43 : 41
17. Henry M, Amor M, Tzvetanov K, Chati Z. A new cerebral protection device for carotid angioplasty and stenting. First clinical experience with the Percusurge Guardwire. J Endovasc Surg 1999 ; 6 : 93
18. Meyers PM, Higashida RT, Phatouros CC, Malek AM, Lempert TE, Halbach VV, et al. Cerebral hyperperfusion syndrome after percutaneous transluminal stenting of the craniocervical arteries. Neurosurgery 2000 ; 47 : 335 - 45
19. Schoser BG, Heesen C, Eckert B, Thie A. Cerebral hyperperfusion injury after percutaneous transluminal angioplasty of extracranial arteries. J Neurol 1997 ; 244 : 101 - 4
20. The Warfarin—Aspirin Symptomatic Intracranial Disease (WASID) Trial Investigators. Design, progress and challenges of double—blind trial of warfarin versus aspirin for symptomatic intracranial arterial stenosis. Neuroepidemiology 2003 ; 22 : 106 - 17
21. Bogousslavsky J, Barnet HJM, Fox AJ, Hachinski VC, Taylor W. Atherosclerotic disease of the middle cerebral artery. Stroke 1986 ; 13 : 1112 - 20
22. Craig DR, Meguro K, Watridge C, Robertson JT, Barnett HJ, Fox AJ. Intracranial internal carotid artery stenosis. Stroke 1982 ; 13 : 825 - 8
23. Chimowitz MI, Kokkinos J, Strong J, Brown MB, Levine SR, Furlan AJ, et al. The Warfarin—Aspirin Symptomatic Intracranial Disease Study. Neurology 1995 ; 45 : 1488 - 93
24. Charturvedi S, Caplan LR. Angioplasty for intracranial atherosclerosis. Is the treatment worse than disease? Neurology 2003 ; 61 : 1647 - 8
25. Lylyk P, Cohen JE, Ceratto R, Ferrario A, Mirranda C. Angioplasty and stent placement in intracranial atherosclerotic stenosis and dissections. AJNR 2002 ; 23 : 430 - 6
26. Connors JJ III, Wojak JC. Percutaneous transluminal angioplasty for intracranial atherosclerotic lesions : evolution of technique and short—term results. J Neurosurg 1999 ; 91 : 415 - 23
27. Marks MP, Marcellus M, Norbach AM, Steinberg GK, Tong D, Albers GW. Outcome of angioplasty for atherosclerotic intracranial stenosis Stroke 1999 ; 30 : 1065 - 9