

## 두개내-외우회로형성술 : 수술수기 및 수술주위 처치

원광대학교 의과대학 신경외과학교실

강 성 돈

### Extracranial-Intracranial Bypass Surgery : Surgical Techniques and Perioperative Management

Sung Don Kang, MD

Department of Neurosurgery, School of Medicine, Wonkwang University, Iksan, Korea

#### ● ABSTRACT

Options for extracranial-intracranial bypass surgery of anterior circulation include saphenous vein grafts, occipital to middle cerebral artery (MCA) anastomosis, and most commonly superficial temporal artery (STA) to MCA anastomosis. Although less common, posterior circulation revascularization has been successfully performed. The operative techniques and perioperative management such as anesthetic techniques and electrophysiologic monitoring are reviewed. Finally the author's surgical experiences of STA-MCA anastomosis in 30 patients with symptomatic internal carotid artery or MCA stenooclusion are reported. (Kor J Cerebrovascular Disease 4:119-23, 2002)

KEY WORDS : Extracranial-intracranial bypass surgery · Operative techniques · Perioperative management.

## 서 론

두개내-외우회로형성술(EIAB)은 최초로 Worringen과 Kunlin<sup>17)</sup>이 1963년에 복재정맥(saphenous vein)을 이용해 총경동맥과 내경동맥간에 문합술을 시행하였으나 환자는 사망하였고 부검 상 문합부위는 잘 통하는 것을 확인하였으며, 그 뒤로 Loughed 등<sup>10)</sup>이 처음으로 임상적으로 성공하였다. 뇌허혈의 혈관재생(revascularization)을 위해 작은 동맥의 문합에 대한 관심이 증가하면서 Donaghy<sup>6)</sup>와 Yasargil<sup>18)</sup>은 실험실에서 측두동맥-중대뇌동맥 문합을 한 후 1967년 Yasargil<sup>18)</sup>이 인체에서 2예를 성공하였다. 그 후 수술현미경 및 수술수기의 발달, 미세수술기구 그리고 봉합 재료의 개발과 함께 미세문합술이 급속도로 발전하게 되었

고, 따라서 전순환계와 후순환계의 혈관재생을 위해 여러 종류의 EIAB가 시도되고 있다.

1985년에 발표된 측두동맥(STA)-중대뇌동맥(MCA) 문합술의 국제공동연구<sup>78)</sup>는 뇌경색 재발을 억제하는 데 있어서 내과적 치료와 비교할 때 측두동맥-중대뇌동맥 문합술이 더 효과적이라고 할 수 없다고 하였다. 그러나 이 연구는 환자 선택에 있어서 뇌 혈역학적인 면을 고려하지 않았다는 점에서 문제가 있다. 이후에 보고된 연구에서는 측두동맥-중대뇌동맥 문합술이 뇌혈역학 장애가 있는 환자군에서 뇌경색의 재발을 감소시키고 신경학적 증상을 개선하는 효과가 있다고 주장하며, 점차 그 보고가 증가되고있는 추세이다.<sup>9,11,12)</sup>

직경 1 mm 정도의 작은 혈관에 문합을 해야하기 때문에 합병증을 줄이고 성공율을 높이기 위해서는 실험실에서의 연습이 필수적이고 환자의 적절한 선택이 중요할 것이다. 저자는 EIAB의 수술수기 중 간접수술법은 생략하고 직접 수술법을 전순환계와 후순환계로 나누어 고찰하고 수술주위의 환자처치(perioperative management)에 대해서도 서술하고자한다. 또한 본 교실에서 그 동안 내경동맥 원위

논문접수일 : 2002년 4월 12일  
심사완료일 : 2002년 7월 10일  
교신저자 : 강성돈, 570-711 전북 익산시 신용동 344-2  
원광대학교 의과대학 신경외과학교실  
전화 : (063) 850-1268 · 전송 : (063) 852-2606  
E-mail : kangsd@wonkwang.ac.kr

부 또는 중대뇌동맥 근위부의 폐색이 있는 뇌경색 환자에서 시행했던 30례의 EIAB를 경험하고 그 결과도 보고한다.

### 수술주위 처치

수술 후 문합부에 혈전이 발생하는 것을 막기 위해 수술 전에도 계속해서 항혈소판제제를 사용하여야 하고 수술 전날 밤에 도플러로 두피에 측두동맥의 위치를 표시해 둔다. 마취 유도 시 혈압의 변동을 피하면서 뇌허혈 합병증을 막기 위해 수술 동안 정상혈압을 유지하고, PCO<sub>2</sub>는 35 mmHg 정도로 하는 것이 뇌혈관의 수축을 막기 위해 바람직하다. 후순환계 EIAB 시는 체성유발전위검사나 뇌간청각유발전위를 하여 뇌허혈을 예방하거나, 경도도의 저체온법(32~33℃)을 시행하기도 한다. 수술 전이나 경막을 열었을 때 뇌부종이 심하지 않는 한 마니톨은 사용하지 않는 것이, 뇌가 너무 가라앉음으로서 문합 부위가 깊어짐으로 인한 수술의 어려움을 피할 수 있다.

수술 후에도 수술 전처럼 항혈소판제제를 사용하여야 하고, 혈종과 같은 합병증을 확인하기 위해 1~2일 정도는 중환자실에서 잘 관찰하는 것이 좋다. 문합의 개방정도를 평가하기 위해 측두동맥에 경도개도플러검사를 해야하고, 뇌혈관조영술과 SPECT를 이용해 추적검사를 하며 퇴원 후에도 허혈 증상의 재발에 대한 지속적인 관찰을 하는 것이 좋다.

### 수술수기

#### 1. 전순환계

#### 2. 측두동맥-중대뇌동맥 문합술

가장 많이 시행되고 있는데 피질동맥에 문합하기 때문에 상대적으로 합병증의 발생이 적으나 충분한 혈액을 공급하지 못하는 단점이 있다. 그러나 더 높은 혈류의 확보를 위해서는 측두동맥을 중대뇌동맥의 근위부에 문합하기도 한다.<sup>5)</sup>

환자를 양외위로 하여 머리를 반대로 돌려서 수술 부위가 바닥에 평행하도록 한다. 측두동맥의 전두부 분지(frontal branch)나 두정부 분지(parietal branch)를 공급혈관으로 사용할 수 있다. 두피 절개는 공급혈관 위에 직접하는데 가능하면 선형의 절개를 하는 것이 피부절개를 만드는 절개보다 술 후 창상의 회복에 도움이 된다. 측두동맥을 박리하는 동맥만을 하지 않고 동맥에 0.5 cm의 표재성측두근막(superficial temporal fascia)을 남긴 채로 박리하며 측두동맥의 모든 분지는 응고 후 자른다. 측두근을 자른 후 외이

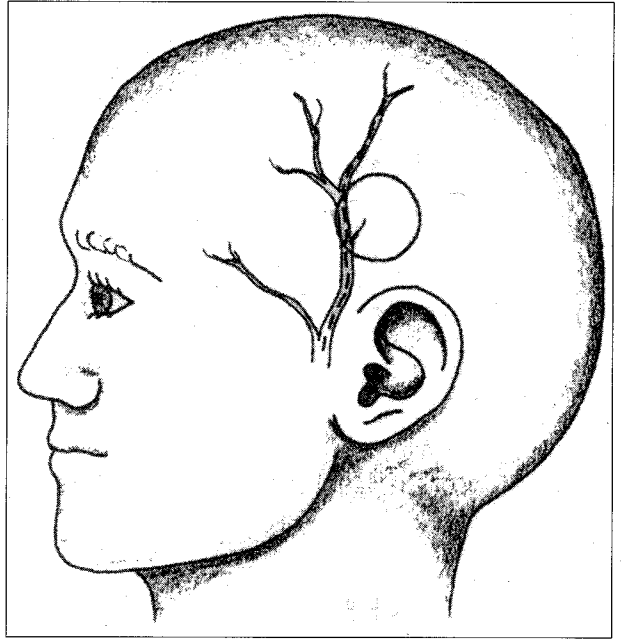


Fig. 1. Technique for preparing a vertically directed parietal branch of the superficial temporal artery. The incision (broken line) is placed directly over the artery. After the artery is dissected from its bed, the same incision will be retracted open for preparation of the craniectomy.

도에서 6 cm 직상방 부위를 중심으로 한 직경 3~4 cm 정도의 개두술을 시행한다(Fig. 1). 혈관을 문합할 때 깨끗한 수술 시야의 확보를 위해 철저한 지혈을 하고 tack-up stitches를 한다. 중대뇌동맥의 작은 피질분지(angular branch)가 나오기까지 경막을 절제한다. 현미경 하에서 직경 1 mm 정도의 피질동맥을 6~8 mm 조심스럽게 박리하며 몇개의 아주 작은 동맥분지는 응고 후 자른 다음 동맥의 밑에 색깔이 있는 배경 silastic을 넣는다. 박리한 측두동맥의 말단부 7~8 mm에 붙어 있는 근막을 깨끗이 제거하고 동맥의 근위부를 클립으로 일시결찰한 후 혈관을 자른 다음 1000 U/ml의 헤파린 생리식염수로 여러차례 세척한다. 다음 단계로 바비튜레이트를 정맥 내 주입하면서 피질동맥에 일시결찰하고 11번 메스를 이용하여 혈관에 구멍을 만든 후 미세가위로 측두동맥의 직경만큼 자른 다음 혈관을 세척한다. 10번 monofilament 나일론으로 피질동맥의 양쪽 귀통이를 먼저 봉합한 후 양쪽 면을 차례로 봉합(simple interrupted suture)하며 중간에 여러 차례 혈관을 세척한다. 봉합 시는 반대쪽 혈관 면을 봉합하지 않기 위해 봉합 시작 전에 양쪽 혈관 면을 anchoring suture해 놓으면 도움이 된다(Fig. 2). 문합이 완전히 끝난 후 원위부, 근위부, 측두동맥 순서로 클립을 제거한다. 약간의 출혈이 있을 경우 보통 솜으로 가볍게 눌러 주거나 surgical같은 흡수성지혈제로 지혈이 가능하다. 자연지혈이 안될 경우 1~2개의



**Fig. 2.** Two anchoring sutures (arrows) are placed in the midportion of either anastomotic surface, leaving these sutures untied until individual sutures have all been placed correctly. The advantage of this method is that the entire suture line is open as each of the two surfaces is sutured; therefore, the potential for placing a suture incorrectly is minimized.

봉합을 추가 할 수 있다. 혈류는 도플러를 이용해 확인해야 한다. 창상을 봉합할 때는 측두동맥에 압박이 가해지지 않도록 주의하며 경막, 두개골, 근육, 근막, 그리고 피부 차례로 봉합한다. 드레싱은 압박 붕대를 피하고 거즈 붕대로 해야 한다.

### 2) 후두동맥(OA) - 중대뇌동맥 문합술<sup>14)</sup>

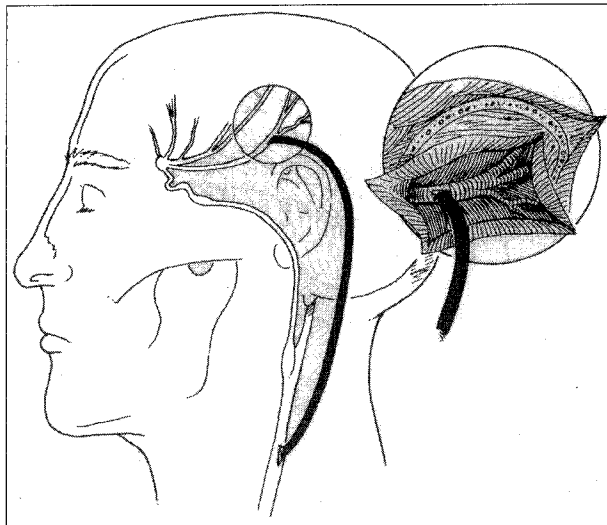
측두동맥이 공급동맥으로서 부적합 할 경우의 방법으로, 후두동맥은 유돌근(mastoid muscle)의 후면을 따라 후두부 궁융부(convexity)의 건막을 통해 두정 - 후두부에 이른다. 따라서 후두동맥이 후두근을 관통하는 부위에서부터 원위부로 후두동맥을 최대한 길게 박리하여 측두동맥 - 중대뇌동맥 문합술과 같은 방법으로 문합한다.

### 3) 복재정맥 이식술 : 두개내 - 외우회로형성술<sup>17)</sup>

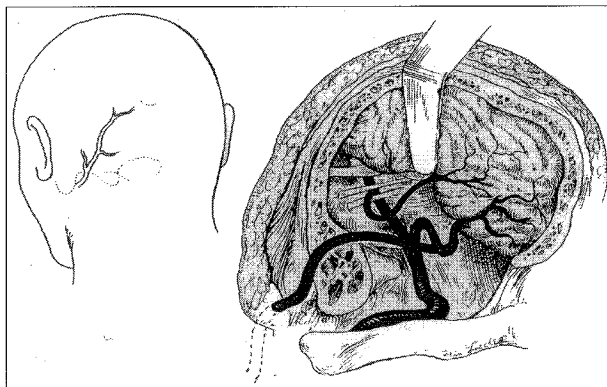
다리의 아래쪽에서 복재정맥을 취한 후 정맥이 꼬이는 것을 막기 위해 6-0 prolene으로 혈관에 표시한 후 발 쪽의 정맥을 총경동맥이나 외경동맥에 그 반대쪽을 중대뇌동맥에 연결해야 정맥에 존재하는 벨브로 인한 혈류 차단을 막을 수 있다. 먼저 근위부에 위치한 총경동맥이나 외경동맥에 문합을 한 후 피하조직을 통해 터널을 만들어 중대뇌동맥에 상기한 원리로 문합한다(Fig. 3).

### 2. 후순환계

전순환계에 비해 드물게 이용되지만 후두동맥을 후하소뇌동맥<sup>1)</sup>(PICA, Fig. 4)이나 전하소뇌동맥<sup>2)</sup>(AICA, Fig.



**Fig. 3.** The saphenous vein from a CCA to MCA bypass is illustrated. The vein is tunneled behind the ear and anastomosed to a major branch of the MCA with the patient under barbiturate burst suppression.

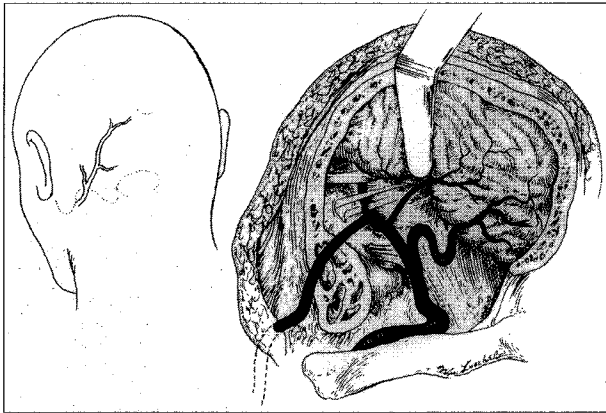


**Fig. 4.** OA to PICA anastomosis. The OA is dissected free from the scalp on the same or the opposite side. Through a suboccipital craniectomy, the perimedullary portion of the PICA is dissected beyond the origin of the medullary branches, and an end-to-side anastomosis is completed.

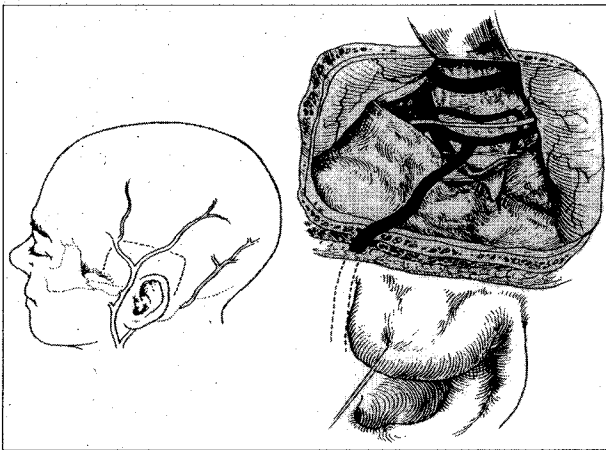
5), 측두동맥을 상소뇌동맥<sup>3)</sup>(SCA)이나 후대뇌동맥<sup>16)</sup>(PCA, Fig. 6)에 문합하는 방법이 있고, 그 외에 중재적이식술(interposition graft)로 복재정맥이나 요골동맥을 이용하여 외경동맥과 후대뇌동맥 또는 상소뇌동맥 사이에 문합하는 방법<sup>18)</sup>이 시행되고 있다.

## 본 교실의 경험례 보고

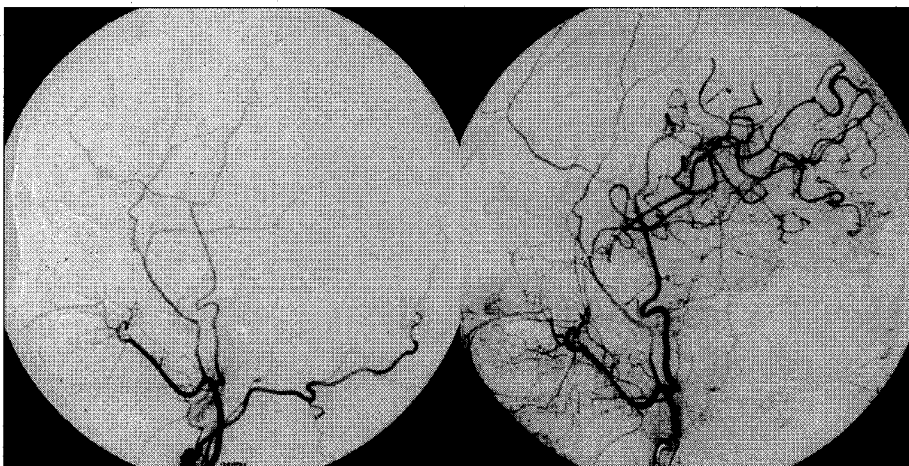
1996년 9월부터 2002년 6월까지 본원에 입원한 뇌경색 환자 중 뇌혈류 역학적 장애가 뇌경색의 원인으로 확인되어 측두동맥 - 중대뇌동맥 문합술을 총 30명에서 시행하였다. 수술 기준은 1) 뇌자기공명영상에서 대뇌동맥들의 경계지



**Fig. 5.** OA to AICA anastomosis. The OA is dissected on the ipsilateral side, and a suboccipital craniectomy is performed. The AICA is dissected in its lateral pontine portion, at the level of the foramen of Luschka. An end-to-side anastomosis is completed in an area beyond the origin of perforators to the pons.



**Fig. 6.** STA to SCA anastomosis. The largest STA branch is dissected to a distance of 15 cm from the tragus. Through a subtemporal craniotomy, the temporal lobe is elevated, and the tentorial incisura is exposed and transected. The perimesencephalic cistern is exposed, revealing the PCA, the fourth nerve, and the SCA. An end-to-side anastomosis is completed from the STA to the SCA at a point distal to the origin of the last branches to the mesencephalon.



**Fig. 7.** Pre (left) and postoperative (right) external carotid angiogram showing extensive filling of the entire middle cerebral artery system through the bypass.

역에 뇌경색이 있고, 2) 뇌혈관조영술 상 내경동맥 원위부나 중대뇌동맥에 폐색이 있으며, 3) SPECT에서 acetazolamide에 대한 뇌혈관의 반응성이 감소된 환자로 하였다. 4명을 제외한 모든 환자에서 수술 후 DSA에서 문합을 통한 양호한 측부순환이 형성되었는데 4명은 모두 수술 초창기에 발생했던 것이다. 수술전 국소 뇌혈관 반응성(rCVR)은 평균  $-14.8 \pm 2.6\%$ 에서 수술후  $6.9 \pm 2.7\%$ 로 유의( $p < 0.01$ )하게 증가하였다. 1명을 제외한 모든 환자에서 4주 내지 3년 추적 검사 상 더 이상의 뇌졸중 재발은 없었는데 이는 과거의 다른 보고들<sup>416)19)</sup>에 비해 더 양호한 경향을 보였다. 가장 최근에 수술하여 극적인 증상의 호전을 보였던 1례를 보고하고자 한다.

## 증 례

71세 남자 환자로 수년전 부터 좌측 반신마비가 일과성 허혈발작으로 있어 오다가 내원 2달 전 부터 점점 빈번하고 심하게 증상 발생하여 본원 신경과에 입원 후 보존적 치료 하였다. 자기공명영상 상 우측 중대뇌동맥 영역에 다발성 소뇌뇌경색(lacuna infarction)이 있었고, 뇌혈관조영술 상 우측 중대뇌동맥에 90%의 협착소견 보였으며 SPECT 상 우측 중대뇌동맥 영역에 혈류감소 소견을 보였다. 그러나 약물치료(정맥내 헤파린)에도 불구하고 증상은 점점 자주 나타나 심한 경우 하루에 3~4 차례씩 매일 발생하였고 수술을 위해 본과로 전원 되었다. 수술을 위해 2~3일 준비하는 중에도 하루에 여러 차례 증상이 발생 할 정도로 심한 상태였다. 수술 후 한달 채 증상의 재발은 한번도 없었고, 뇌혈관조영술 상 측두동맥을 통해 중대뇌동맥으로 양호한 측부순환이 형성되었으며(Fig. 7) SPECT 상 혈류는 거의 정상화 되 소견을 볼 수 있었다.

결론

측두동맥-중대뇌동맥 문합이 혈류역학적 장애에 의한 뇌경색을 예방하는데 효과적이라는 보고가 점차 증가 추세에 있다. 따라서 수술의 성공율을 높이기 위해서는 환자의 혈역학적 검사를 더 정확하고 다양하게 하여 환자를 선별하는 것이 중요하며, 실험실에서 동물을 이용해서 많은 시행착오를 경험한 후에 임상에 적용하는 방향으로 시행되어져야 할 것이다.

중심 단어 : 두개내 - 외우회로형성술 · 수술수기 · 수술주위 처치.

REFERENCES

- 1) Ausman JI, Chou SN, Lee M. Occipital to cerebellar artery anastomosis for brain stem faction from vertebral basilar occlusive disease. *Stroke* 7:13-21, 1976
- 2) Ausman JI, Diaz FG, de los Reyes RA. Anastomosis of occipital artery to anterior inferior cerebellar artery for vertebrobasilar junction stenosis. *Surg Neurol* 16:99-102, 1981
- 3) Ausman JI, Lee MC, Chater N. Superficial temporal artery to superior cerebellar artery anastomosis for distal basilar artery stenosis. *Surg Neurol* 12:277-85, 1979
- 4) Chater N. Results of neurosurgical microvascular extracranial-intracranial bypass for stroke: A decade of experience. *West J Med* 138:531-3, 1983
- 5) Diaz FG, Umansky F, Mehta B. Cerebral revascularization to a main limb of the middle cerebral artery in the Sylvian fissure. *J Neurosurg* 63:21-9, 1985
- 6) Donaghy P. Evaluation of extracranial-intracranial blood flow diversion, in Austin GM: *Microsurgical anastomoses for cerebral ischemia*. Springfield, Charles C Thomas, 1976, pp 256-74
- 7) EC/IC Bypass Study Group. Failure of extracranial-intracranial arterial bypass to reduce the risk of ischemic stroke. Results of an international randomized trial. *N Engl J Med* 313:1191-200, 1985
- 8) EC/IC Bypass Study Group. The international cooperative study of extracranial-intracranial arterial anastomosis: Methodology and entry characteristics. *Stroke* 16:397-406, 1985
- 9) Holohan TV. Extracranial-intracranial bypass to reduce the risk of ischemic stroke. *Can Med Assoc J* 144:1457-65, 1991
- 10) Loughheed WM, Marshal BM, Hunter M. Common carotid to intracranial internal carotid bypass venous graft. *J Neurosurg* 34:114-8, 1971
- 11) Nussbaum ES, Erickson DI. Extracranial-intracranial bypass for ischemic cerebrovascular disease refractory to maximal medical therapy. *Neurosurgery* 46:37-43, 2000
- 12) Powers WJ, Grubb RL Jr, Raichle ME. Clinical results of extracranial-intracranial bypass surgery in patients with hemodynamic cerebrovascular disease. *J Neurosurg* 70:61-7, 1989
- 13) Sekhar LN, Bucur SD, Bank WO. Venous and arterial bypass grafts for difficult tumors, aneurysms, and occlusive vascular lesions: Evolution of operative management and improved results. *Neurosurgery* 44:1207-24, 1999
- 14) Spetzler R, Chater N. Occipital artery -middle cerebral artery anastomosis for cerebral artery occlusive disease. *Surg Neurol* 2:235-8, 1974
- 15) Sundt TM, Piepgras DG, Houser OW. Interposition saphenous vein grafts for advanced occlusive disease and large aneurysms in the posterior circulation. *J Neurosurg* 56:205-15, 1982
- 16) Whisnant JP, Sundt TM Jr, Fode NC. Long-term mortality and stroke morbidity after superficial temporal artery-middle cerebral artery bypass operation. *Mayo Clin Proc* 60:241-6, 1985
- 17) Woringer E, Kunlin J. Anastomose entre la carotide primitive and le carotide intra-craniene ou le silicene par greffon elon le technique de la suture suspendue. *Neurochirurgie* 9:181-8, 1963
- 18) Yasargil MG. *Microsurgery applied to neurosurgery*. Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1969
- 19) Yasargil MG, Yonekawa Y. Results of microsurgical extra-intracranial arterial bypass in the treatment of cerebral ischemia. *Neurosurgery* 1:22-4, 1977