

신경외과 영역에서의 미세혈관 문합술

가톨릭대학교 가톨릭 뇌신경 센터

나형균 · 이경진 · 조경근 · 박성찬
박해관 · 조정기 · 지 철 · 최창락

— Abstract —

Microvascular Anastomosis in Neurosurgical Field

**Hyoung Kyun Rha, M.D., Kyung Jin Lee, M.D., Kyung Keun Cho, M.D.,
Sung Chan Park, M.D., Hae Kwan Park, M.D., Jung Ki Cho., M.D.,
Chul Ji, M.D., Chang Rak Choi, M.D.**

Catholic Neuroscience Center, Catholic University, Seoul, Korea

Objective : Extracranial-intracranial(EC-IC) microvascular anastomosis was performed in 18 patients with hemodynamic cerebral ischemia and traumatic cerebral aneurysm, the aim of this retrospective study was to assess its value in neurosurgical field.

Method : Of 18 cases, 17 case were hemodynamic cerebral ischemia and one was traumatic cerebral aneurysm. There were 14 superficial temporal artery(STA)-to-middle cerebral artery (MCA) anastomosis, 3 saphenous vein graft bypass(2 external carotid artery(ECA)-to-MCA, 1 main trunk of the STA-to-MCA) and 1 radial artery bypass(ECA-to-MCA).

Results : Bypass patency was confirmed by postoperative angiography in all cases except for two cases, postoperative cerebral blood flow of ischemic brain showed significant increased in all cases with good patency through bypass.

Conclusion : Revascularization by EC-IC microvascular anastomosis to the ischemic brain eliminated ischemia and was associated with excellent good outcome and good patency rates.

Key Words : Extracranial-Intracranial bypass surgery, Occlusive vascular disease, Cerebral blood flow, Hemodynamic cerebral ischemia

I. 서 론

신경외과 영역에서의 미세혈관 문합술은 주로 동맥

경화증으로 인하여 경동맥 및 내경동맥의 폐쇄 또는 협착을 초래하는 뇌허혈환자에서 1969년 Yasagil에 의한 측두동맥-중대뇌동맥 문합술이 처음 소개된 후 많은 뇌허혈환자들에게 약물치료와 함께 이 방법이

이용되었다²⁰). 그러나 이 수술법이 약물 단독요법보다 뇌경색의 위험을 예방하는데 큰도움이 되지 않는다는 국제적인 합동 연구결과⁶가 발표된 1985년 이후에는 그 이용이 대폭 제한⁹되어 몇몇 관심있는 의사들에 의해서 제한적으로 이루어졌다^{9,19}). 그러나 그이후 Acetazolimide에 의한 뇌혈관 확장능력 검사의 도입 및 응용으로 동맥폐쇄 또는 협착이 있는 환자에서 Acetazolimide에 의한 반응이 저하되거나 전혀 없는 혈액학적 뇌허혈의 개념이 도입되었으며 이들 혈액학적 뇌허혈환자들은 동맥폐쇄후에 자연적인 부행순환이 충분치 못하기 때문에 임상적으로 뇌허혈 발작이나 뇌경색의 발병위험이 높다고 알려져 있다^{18,21}). 따라서 최근에는 뇌혈관이 협착 또는 폐쇄된 환자에서 Acetazolimide에 의한 혈류반응(vasoreactivity)이 저하되거나 없는 경우에 측두동맥-중대뇌동맥 혈관 문합술이 혈류 예비능력을 향상시켜 궁극적으로 영구적 뇌경색의 예방에 효과적이라는 논문이 꾸준히 발표되고 있다^{1-3,7,11,14,17-19,23}). 이외 최근에는 경부결찰이 불가능한 여러종류의 뇌동맥류 또는 뇌기저부 종양환자에서 병변 부위보다 근위부의 모혈관의 폐쇄가 필요한 경우 모혈관 결찰후 원위부의 동맥과 두 개의 측두동맥과의 문합술도 시행되고 있다.

저자들은 최근 3년간 18예의 두 개 내의 미세혈관 문합술을 시행하였으며 그 결과를 분석하여 미세혈관 문합술의 유용성에 대해서 고찰해 보고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 대상

최근 3년간 가톨릭뇌신경센터 뇌혈관클리닉에서 두 개 내의 미세혈관 문합술을 시행한 18례를 대상으로 하였다. 성별 분포는 남자가 12례, 여자가 6례였으며 연령 분포는 40대 : 7례, 50대 : 7례, 60대 : 4례였다.

2. 임상증상

14례 중 17례는 혈액학적 뇌허혈환자였으며, 1례는 외상성 거대동맥류 환자였다. 17례의 혈액학적 뇌허혈환자는 일과성 뇌허혈(Transient Ischemic Attack, TIA)이나 가역성 허혈성 신경학적 결손(Riversible Ischemic Neurological Deficit, RIND)으로 수술시 신경학적 증상이 없었던 환자 :

4례, 뇌허혈 발작후 일상생활에 큰지장이 없는 작은 신경학적 결손증세(minor stroke) : 9례 및 뇌허혈 발작후 남아 있는 비교적 큰신경학적 결손증세(major stroke) : 4례 등이었다. 전체 18례 중 12례에서 2회 이상의 반복적인 허혈 발작이 있었다. 환자의 과거력상 뇌졸중의 위험인자를 갖고 있었던 예는 14례였다. 이중 흡연 : 10례, 고혈압 : 11례였으며 1례에서는 5년전 뇌하수체 종양으로 방사선 치료를 받은 병력이 있었다. 위험인자가 전혀 없었던 예는 외상성 거대동맥류 환자를 포함하여 4례였다.

뇌컴퓨터촬영(CT) 및 뇌자기공명영상촬영(MRI)상 대뇌반구에 광범위한 경색이 있는 환자는 수술대상에서 제외하였다. 전체 18례 중 4례에서 중대뇌동맥 영역에 경색소견을 보였으며, 7례에서는 전대뇌동맥 및 중대뇌동맥의 경계부위에 경색소견(border zone infarct)을 보였다. 또한 2례에서는 기저핵부위에 경색소견을 보였으며, 4례에서는 특별한 영역의 경색없이 다발성 lacunar infarct 소견을 보였다. 외상성 뇌동맥류에서는 뇌 CT상 3×3cm 크기의 거대동맥류소견을 볼 수 있었다.

뇌혈관 촬영결과 17례의 혈액학적 뇌허혈환자에서 내경동맥이나 중대뇌동맥의 폐쇄나 80% 이상의 협착 소견을 보였으며 외상성 뇌동맥류에서는 후교통동맥에서부터 내경동맥 분지부까지 확장되어 있는 거대동맥류를 볼 수 있었다.

3. 수술 방법

18례 중 14례에서 두 개의 측두동맥을 이용하여 측두동맥-중대뇌동맥 문합술을 시행하였으며, 나머지 4례는 Donor로 사용할 측두동맥이 파손되었거나 또는 너무 가늘어 뇌허혈부위에 많은 혈액을 보내기 어렵다고 생각되는 경우의 예로써 이들 예에서는 요골동맥(1례) 및 대복제 정맥을 이용하여 외경동맥 기시부와 중대뇌동맥과의 긴거리 이식 문합수술을 시행하였다.

III. 결 과

1. 임상경과

전예에서 수술후 6개월에서 3년간 추적 관찰하였으며 그 결과 증상이 재발되거나 악화된 예는 한예도 없었다. 수술전 작은 신경학적 결손이 있었던 9

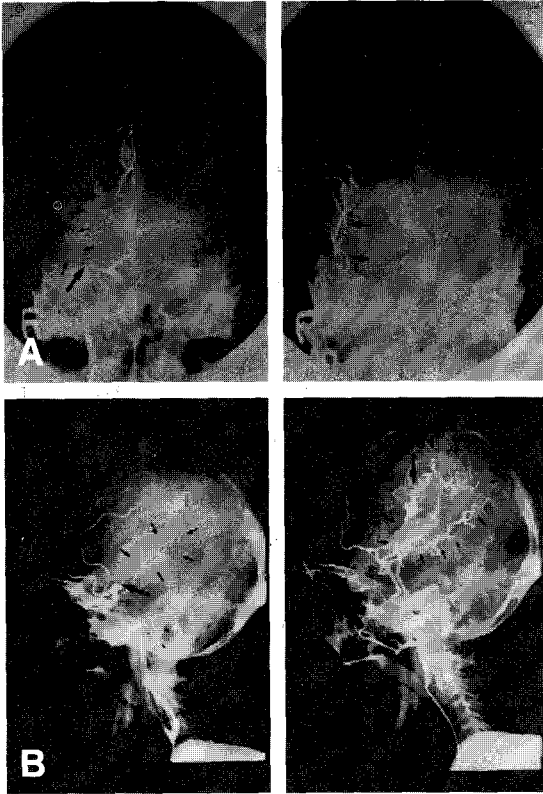


Fig. 1. The case of occlusion of the right middle cerebral artery was performed microvascular anastomosis of superficial temporal artery to middle cerebral artery.

A right and B right : Preoperative angiogram showing occlusion of the right middle cerebral artery (large arrow indicates occlusion site).

A left and B left : Postoperative external carotid angiogram demonstrating extensive collateral circulation through the bypass (large arrow in B right photo indicate anastomosed site, arrows in A right photo and small arrows in B right photo indicate branches of the middle cerebral artery filling through the bypass from the external carotid system).

에 중 6예에서 뚜렷한 증상의 호전을 보였으며 수술 전 비교적 큰신경학적 결손증상이 있었던 4예는 전 예에서 수술후 증상의 호전을 보였다. 수술 합병증은 한예에서 수술직후 수술전의 신경학적 증상이 악화되었으나 점차 호전을 보여 수술 1주일 후에는 수술전의 상태로 회복되었으며 수술 2개월 후부터는 거의 정상으로 회복되었다. 또한 2례에서 수술후 수

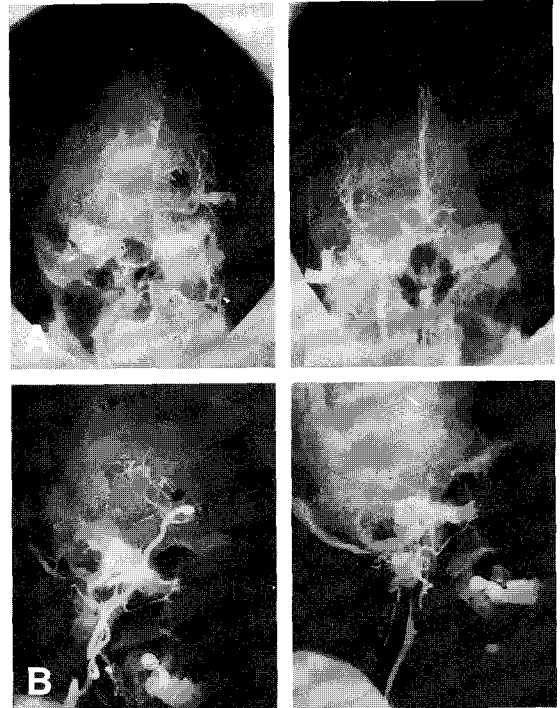


Fig. 2. The case of occlusion of the right internal carotid artery was performed microvascular anastomosis of the external carotid artery to middle cerebral artery interposing graft using saphenous vein.

A left and B left : Preoperative angiogram showing internal carotid artery obstruction.

A right and B right : Postoperative external carotid angiogram demonstrating extensive collateral circulation through the bypass graft using saphenous vein (arrow indicate anastomosed site).

술부위에 염증이 생겨 골편제거 및 세척술을 시행하였으며 이중 한예에서 수술후 시행한 혈관촬영결과 문합부 폐쇄소견을 보였다.

2. 수술후 뇌혈관촬영

수술후 문합부를 통한 측부순환의 정도는 광범위한 순환(거의 대부분의 중대뇌동맥 분지로 순환되는 경우, extensive), 중등도 순환(두개 분지 이상으로 순환되는 경우, moderate), 최소 순환(문합분지에만 순환되는 경우, poor) 및 문합부폐쇄로 나누었다. 그 결과 10례가 광범위한 순환, 4예가 중등도 순환, 2예가 최소 순환을 보였으며 2례에서는 문합

부 폐쇄소견을 보였다.

3. 문합부를 통한 측부순환의 정도와 수술후 뇌혈류량

문합부를 통해서 순환이 이루어지고 있는 16례 전 예에서 수술후 뇌혈류량의 증가를 보였다. 이중 12례에서는 수술전보다 10% 이상 증가를 보였으며 4례에서는 10% 이하의 증가 소견을 나타냈다. 수술 후 뇌혈관촬영 결과 광범위한 순환을 보였던 10례에서는 모두 10% 이상의 증가 소견을 보였다.

IV. 고 찰

1921년 Nylern에 의해서 수술현미경을 이용한 미세수술이 처음 시행된 이후 최근까지 수술현미경을 비롯한 미세 수술기기의 발달 및 개량된 미세 수술기구의 등장으로 힘입어 미세 수술 분야도 장족의 발전을 하여왔다. 특히 1960년 Jacopson 등에 의해서 수술현미경하에서 7.0 silk로 1.4mm 굵기의 혈관 봉합술이 처음 시행된 이후 미세혈관 문합술에 대한 관심이 높아졌으며 이 분야에서의 실험적 및 임상적인 연구가 비약적으로 발전하였다¹²⁾. 현재는 직경 1mm 이하의 혈관도 문합수술이 가능하게 되었으며 임상적으로 성형외과 및 정형외과에서 절단된 손가락 및 발가락의 재접합수술, 혈관 문합수술을 병용하는 피부, 골 및 근육 이식수술 등에 이용되고 있다. 특히 신경외과 영역에서는 뇌동맥류, 뇌동정맥기형, 뇌종양, 척추질환 및 말초신경 문합술과 두 개 내외 동맥문합술 등 거의 전분야에 걸쳐서 미세수술이 시행되고 있다. 신경외과 영역에서의 혈관 문합술은 경동맥이나 뇌내혈관이 폐쇄되거나 심한 협착증을 갖고 있는 혈액학적 뇌허혈환자에서 이용되고 있으며, 또한 경부결찰이 불가능한 뇌동맥류나 뇌기저부 종양에서, 병변보다 근위부 뇌동맥을 폐쇄할 필요가 있을 때 모혈관 결찰 후 두 개의 외경동맥이나 측두동맥을 이용하여 병변부보다 원위부의 중대뇌동맥과의 문합술이 관심있는 신경외과의들에 의해서 꾸준히 시행되고 있다^{5,10,11,18,19,23)}. 저자들이 최근 3년간 경험한 18례는 17례가 혈액학적 뇌허혈환자였으며 한예에서 외상성 뇌동맥류 환자였다. Donor동맥으로는 14례는 측두동맥을 사용하였으며 4례는 요골동맥 및 대복제 정맥을 이용하여 이식문

합을 시행하였다. 일반적으로 측두동맥은 동맥굵기가 1~2mm이며, 운반하는 혈액량은 1분에 20~60ml이다¹⁵⁾. 따라서 측두동맥이 너무 가늘거나 다른 수술로 이미 손상되어 사용할 수 없을 경우 또는 뇌허혈 부위에 보다 많은 혈액을 공급하기 위해서는 Donor동맥으로써 혈관구경이 3.5~4.5mm인 요골동맥이나 대복제 정맥을 이용할 수 있다^{15,20)}. 그러나 이들 요골동맥이나 대복제 정맥은 뇌허혈부위에 보다 많은 혈액을 보낼 수 있으나 혈관구경이 크고 혈관벽도 두껍기 때문에 중대뇌동맥의 피질가지에 문합하기에는 혈관구경 및 두께의 차이로 수술수기가 어렵다. 또한 중대뇌동맥 근위부와와의 문합은 수술시야가 너무 깊어 역시 수술수기가 어렵다. 저자들은 3례에서 대복제 정맥을, 1례에서 요골동맥을 이용하였다. 일반적으로 이식혈관으로써 요골동맥은 대복제 정맥보다 중대뇌동맥과 굵기가 비슷하여 수술수기가 비교적 쉽고, 긴거리 문합시 kinking될 우려가 적으나 이식된 요골동맥의 경화로 폐쇄될 우려가 있으나 장기적인 개존율은 대복제 정맥을 이용한 것과 유사하다¹⁰⁾. 문합수술에 있어서 가장 큰 문제는 문합부 폐쇄다. 숙련된 의사들의 보고는 대부분 개존율을 90% 이상으로 보고하고 있다^{9,11,17,19)}. 저자들의 18례 중 추적검사에서 문합부가 폐쇄된 예는 2례였으며 1례는 수술전 폐쇄되었던 중대뇌동맥의 폐쇄부위가 재관류되므로써 문합부로의 낮은 혈류량으로 막혔으리라 생각되며, 나머지 1례는 수술창의 감염이 원인이 아닐까 생각된다. 특히 요골동맥 및 대복제 정맥을 이용하여 이식문합을 할 경우에는 경부에 있는 외경동맥과 뇌내의 중대뇌동맥과의 이식문합이므로 이식문합 거리가 20cm 이상이 되므로 장기적으로 문합부가 폐쇄될 위험이 높다. 이와같은 긴거리 이식문합의 경우 급성폐쇄는 약 10%, 1년 후에 약 10~35%, 그후 1년에 2%의 비율로 문합부가 폐쇄된다고 보고하고 있으나 최근에는 90%의 5년 개존율을 보고하고 있다^{4,6,10)}. 저자들의 요골동맥 및 대복제 정맥을 이용한 4례의 긴이식문합수술 예들은 현재 2년의 추적기간중 모두 문합부를 통한 광범위한 순환이 이루어지고 있다. 문합부 폐쇄는 수술수기의 잘못 및 Donor를 통한 낮은 혈류량이 가장 흔한 원인이다⁸⁾. 특히 수술수기가 문합수술에 있어서 가장 중요하다. 니시가와는 성공적인 문합을 위해서는 문합수술시 혈관조작을 신중히 하여야 하며, 혈관을 잡을 때는

외막만을 잡아서 혈관내막에 손상을 주어서는 안되고, 봉합시 바늘은 외막으로부터 내막까지 확실하게 통과시켜야 하며 봉합수가 너무 많아도 문합부 폐쇄의 원인이 될 수 있으므로 1mm 구경의 혈관에서는 8~10침이 적당하다고 하였다¹⁹⁾. 수술수기외에 낮은 혈류량 역시 문합부 폐쇄의 중요한 원인이다. 따라서 수술중 혈관연축을 유발하는 불필요한 혈관조작을 삼가야 하며 또한 donor 및 recipient 혈관에 연축이 올 경우 파파베린 등을 국소도포하므로써 혈관연축을 방지할 수 있다. 그동안 뇌허혈환자에서 우회로 수술이 많이 시행되지 못한 이유는 수술적응을 엄격히 적용하지 못하여 내과적인 치료의 경우보다 결과가 우세하지 못한 이유 이외에 비교적 수술 이병율이 높은 것도 한 이유였다. Schmideck 등은 1994년 발표한 논문에서 28명의 우회로 수술환자중 18%(5명)의 수술 이병을 및 사망을 보였다고 발표하였다. 이중 2명은 심근경색으로 사망하였으며 3명에서 수술중 또는 수술 직후 뇌허혈발작이 나타났²⁰⁾. 이와같이 혈역학적 뇌허혈환자에서의 수술 위험율은 높다. 이들 환자에서는 뇌의 혈액순환이 뇌관류압에 직접 영향을 받기 때문에 수술 중 또는 수술 직후 일시적인 혈압저하가 위험스런 결과를 초래할 수 있다²⁰⁾. 저자들은 수술 중 또는 수술 직후의 합병증을 예방하기 위하여 수술 전 정밀한 사전검사와 수술 중에는 정상혈압 유지, 저탄산혈증 방지 및 적절한 수액공급 등으로 뇌허혈부위에 혈류가 더욱 저하되는 것을 방지한다. 또한 수술 후에도 환자를 정밀감시하여 혈압을 정상으로 유지하고 충분한 수액공급등으로 뇌혈류량을 일정하게 유지한다. 이와 같은 노력의 결과로 저자들의 18례 중 한예에서만 수술 후 일시적인 뇌허혈 발작이 있었다. 저자들의 18례에 대한 추적관찰기간이 3년에 불과하므로 임상적으로 우회로 수술에 대한 효과를 판정하기는 아직 이르다고 볼 수 있으나 18례의 수술환자 중 문합부를 통한 측부순환이 잘 이루어질 경우 전예에서 혈류예비능력의 향상을 보인 것으로 미루어 신경외과 영역에서의 미세혈관 문합수술은 환자선택을 신중히 하고 세련된 술기로 정확히 분합이 이루어질 경우 뇌허혈 부위의 재관류에 상당히 도움이 될 것으로 사려된다.

V. 결 론

저자들은 최근 3년간 시행한 미세혈관 문합술 18례를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 신경외과 영역에서의 미세혈관 문합술은 혈역학적 뇌허혈환자 및 경부결찰이 불가능한 뇌동맥류나 뇌기저부 종양환자에서 병변보다 근위부 동맥을 폐쇄할 필요가 있을 때 이용될 수 있다.
- 2) Donor 동맥으로써 측두동맥이 주로 이용되고 있으나 뇌허혈부위에 보다 많은 혈액을 보내기 위해서 대복제정맥이나 요골동맥을 이용하여 긴거리 이식문합도 고려해 볼 만하다.
- 3) 미세혈관 문합술에 있어서 가장 중요한 것은 수술수기이다. 그러므로 미세혈관 문합수술에 관심이 많은 의사들은 실지 수술에 앞서 실험동물을 이용한 문합수술의 경험을 많이 쌓은 후 수술에 임해야 한다.
- 4) 수술 중 및 후에 올 수 있는 합병증을 예방하기 위하여 수술 전 환자의 전신질환 유무를 잘 파악하여 사전에 조절해야 하며, 수술 중 및 수술 직후에 저혈압방지, 저탄산혈증 방지, 적절한 수액투여로 뇌허혈 부위에 혈류가 저하되는 것을 방지한다.

REFERENCES

- 1) Award IA, Spetzer RF : *Extracranial-Intracranial bypass surgery: A critical analysis in light of the international cooperative study. Neurosurgery* 19: 655-664, 1986.
- 2) Barnett DW, Barrow DL, Joseph GJ : *Combined extracranial-Intracranial bypass and intraoperative balloon occlusion for the treatment of intracavernous and proximal carotid artery aneurysms. Neurosurgery* 35:92-97, 1994.
- 3) Batjer HH, Devous MD, Purdy PD, et al : *Improvement in regional blood flow and cerebral vasoreactivity after extracranial-intracranial arterial bypass. Neurosurgery* 22:913-919, 1988.
- 4) Bourassa MG, Lesperance J, Campeau L et al : *Factors influencing patency of Aortocoronary vein grafts. Circulation* 45(Suppl 1):79-85, 1972.
- 5) Branchereau A, Pietri P, Magnan PE et al : *Saphenous vein bypass: an alternative to internal carotid reconstruction. Eur J Vasc Endovasc Surg* Jul

- 12(1): 26-30, 1996.
- 6) Campbell PA, McGeachie JK, Prendergast FJ : *Vein grafts for arterial repair: their success and reasons for failure. Ann R coll Surg Engl* 63:257-260, 1981.
 - 7) Chollet F, Celsis P, Clanet M, et al : *SPECT study of cerebral blood flow reactivity after acetazolamide in patients with transient ischemic attacks. Stroke* 20:458-464, 1988.
 - 8) Diaz FG, Pearce J, Ausman JI : *Complications of Cerebral Revascularization with Autogenous vein graft. Neurosurgery* 17(2):271-276, 1985.
 - 9) The 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* 313:1191-1200, 1985.
 - 10) Houkin K, Kamiyama H, Kuroda S et al : *Long-term patency of radial artery graft bypass for reconstruction of the internal carotid artery. J Neurosurg* 90:786-790, 1999.
 - 11) Iwama T, Hashimoto N, Takai Y et al : *Predictability of extracranial/intracranial bypass function: a retrospective study of patients with occlusive cerebrovascular disease. Neurosurgery* 40:53-59, 1997.
 - 12) Jacobson J.H. and Suarez E : *Microsurgery in anastomosis of small vessels. Surg. Forum* 11:243-245, 1960.
 - 13) Loftus CM, Biller J : *Acute cerebral ischemia. Part II Surgical management. Contemporary Neurosurgery* 16, No 16:1-6, 1994.
 - 14) McCormick P, Tomecek F, McKinney J, et al : *Disabling cerebral transient ischemic attacks. J Neurosurg* 75:891-901, 1991.
 - 15) Nishikawa M, Yasargil MG, Yagi N et al : *Experimental extracranial-intracranial anastomosis. Surg Neuro* 8:249-253, 1977.
 - 16) Okudaira Y, Bandoh K, Arai H et al : *Evaluation of the acetazolamide test. Stroke* 26:1234-1239, 1995.
 - 17) Powers WJ, Grubb RL, Raichle ME : *Clinical results of extracranial-intracranial bypass surgery in patients with hemodynamic cerebrovascular disease. J Neurosurgery* 70:61-67, 1989.
 - 18) Schmideck P, Piepgras A, Leinsinger G, et al : *Improvement of cerebrovascular reserve capacity by EC-IC arterial bypass surgery in patients with ICA occlusion and hemodynamic cerebral ischemia. J Neurosurg* 81 : 236-244, 1994.
 - 19) Spetzler RF, Hadley MN : *Extracranial to intracranial bypass grafting. in Wilkins RH, Rengachary SS(eds) : Neurosurgery ed 2 New York: McGRAW-Hill Health Professions Division. 1996, Vol 2, pp 2157-2167.*
 - 20) Sundt III TM and Sundt, Jr TM : *Principle of vein bypass grafts to maximize patency. J Neurosurg* 66: 172-180, 1987.
 - 21) Vorstrup S, Brun B, Lassen NA : *Evaluation of the cerebral vasodilatory capacity by the acetazolamide test before EC-IC bypass surgery in patients with carotid artery occlusions. Stroke* 17:1291-1298, 1986.
 - 22) Yasargil MG : *Microsurgery Applied to Neurosurgery. Stuttgart: Georg Thieme Verlag. 1969, pp 105-115.*
 - 23) Yasui N, Suzuki A, Sayama I et al : *Comparison of the clinical results of STA-MCA anastomosis and the medical treatment in the cerebral low perfusion patients with viable brain tissue. Neurological research* 13:84-88, 1991.