

# 다양한 방법으로 적용한 미세혈관문합술간의 개존율연구

김옥규 · 김용덕 · 변준호 · 신상훈 · 정인교

부산대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

**Abstract** (J. Kor. Oral Maxillofac. Surg. 2003;29:349-357)

## STUDY OF PATENCY RATE IN VARIABLE MICROVASCULAR ANASTOMOSIS

Uk-Kyu Kim, Yong-Deok Kim, June-Ho Byun, Sang-Hun Shin, In-Kyo Chung

*Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Pusan National University*

Several microvascular anastomotic techniques have been described with methodical effectiveness, patency rates, healing state of microscopic findings. This experimental study presents the comparison of three types of arterial microvascular anastomotic techniques: end-to-end(ETE) anastomosis, end-in-end(EIE) anastomosis, and continuous technique. Sixty male Sprague-Dawley rats, 60 femoral arteries were used for this study. Twenty rats per each technique were used and sacrificed at post-operation 1 day, 3 days, a week, 2 weeks for scanning electromicroscopic findings. The patency was monitored by miniDoppler throughout total experimental periods. The anastomotic time on each method was measured to compare the technical effectiveness. The final results were as follows:

1. The anastomotic time for the end-in-end technique was significantly shorter than another techniques. The average time for each technique was measured as 15 minutes on EIE technique, 20 minutes on continuous technique and 25 minutes on ETE technique.
2. The patency rate for the end-in-end technique at 2 weeks also was superior to another techniques.  
The patency rate for each technique was demonstrated as 90 % on EIE technique, 85 % on ETE technique and 80 % on continuous technique.
3. The scanning electromicroscopic findings on healing condition of vessel endothelium during the observation period showed that the end results of EIE technique, ETE technique and continuous technique in sequence were good.

The end-in-end technique proved to be the superior with regard to anastomotic time and patency rate when compared to end-to-end technuqe, so EIE techniqe might be well available for the case of large discrepancy of vessel size. The patency rate, microscopic healing findings in continuous technique were seen as the lowest level among the three anastomotic techniques, therefore the application of continuous technique was recommended only on the inevitable case.

**Key words** : Microvascular Anastomosis, End-To-End(ETE)suture, End-In-End(EIE)suture, Continuous suture, Patency rate, Anastomotic time

## I. 서 론

구강악안면영역의 암종은 전이도 및 악성도면에서 다른 신체 부 병발의 암종보다 높으며 따라서 광범위한 하악 및 상악골절 제거가 요구된다. 하지만 외과적 절제술과 연관된 후유증은 해부학적 결손과 관련되어 심각한 장애가 나타나 연하, 저작, 발음, 심미등의 저하 및 상실을 보인다.따라서 결손부에 대한 재건술이 필히 요구되고 있으며 그 방법들은 다양하게 적용되고 있다.

그러나 기존의 유리골이식술등은 재건술후 방사선치료가 병행 될시는 이식골의 괴사등 실패율이 높게 나타나 문제점으로 대두 되었다. 요즘 각광을 받고있는 조직재건술은 수술현미경시야하에서 미세혈관문합술을 이용한 유리조직재건술이 있다.미세혈관 문합술의 성공여부는 공여된 유리조직내의 문합혈관이 혈전을 형성시키지않고 잘 개존되는 가 하는데 초점이 맞추어진다.특히 문합시 공여혈관과 수혜혈관의 직경차가 큰 경우는 큰 문제점을 발생시키기도 하고 유리조직이 전이시켜 혈관이 위치되는 부위에 따라 통상의 혈관단단문합술이 적용하기가 어려운 상황을 맞이할수 있다. 즉 임상에서 적용되는 미세혈관문합술시 작업공간이 좁아 혈관단단문합술시 double clamp의 회전을 허용하지않는 경우나 혈관단측문합술시 두 번째 혈관의 길이가 부족으로 문합하려는 혈관의 후면을 보지못하는 경우가 생길수 있다. 이러한 여러 상황들에 적합한 다양한 미세혈관 문합술이 개발되어 있고 또한 연구가 계속 진행되고 있다<sup>1-10)</sup>. 이에 저자는 본 연구에서

김 옥 규

602-739, 부산광역시 서구 아미동 1-10

부산대학교 치과대학 구강악안면외과

Uk-Kyu Kim

602-739, Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry,

Pusan National University, 1-10, Ami-Dong, Seo-Gu, Busan

Tel : 82-51-240-7431 Fax : 82-51-244-8334

E-mail : kuksjs@pusan.ac.kr

※ 본 연구는 부산대학교 학술연구조성비(연구정착금)의 지원금으로 연구되었음

이러한 혈관의 개존율을 최대한 높이고자 여러방법의 혈관문합술을 통한 미세혈관문합후 개존율 및 혈관조직치유정도를 비교, 관찰하여 조직재건술치료시 기초자료를 제공코져 계획하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

Sprague-Dawley계 백서 60마리를 실험동물로 하여 백서의 편측 대퇴동맥을 대상으로 혈관절단후 수술현미경(Zeiss, Swiss)을 사용하여 20 배율하에서 BV 130, 10-0 ethilon(Ethicon, USA)나일론사를 써서 다양한 방식의 미세혈관봉합술식을 시행하여 혈관 개존율과 조직치유반응등을 비교관찰하였다.

### 2. 연구방법

백서를 Ketamine hydrochloride 0.1mg/gm을 대퇴부근육에 주사하여 전신마취를 유도하였고 수술중 필요시 ether흡입마취를 추가하였다. 편측 서혜부를 삭모한후 서혜부인대를 중심으로 상하 총 4cm길이를 대퇴부에 절개를 가하고 하복부로 가는 동,정맥까지는 문합,절단후 대퇴부동,정맥을 노출시켰다. 그후 현미경시야하에서 대퇴동맥만을 따로 격리하고 혈관검자를 위치시키기 위해 약 2cm길이를 노출시켰다. 혈관강직을 예방하기 위하여 2% Lidocaine을 5분간 점적시키고 대퇴동맥을 혈관검자(S & T brother사, Swiss)로 상,하로 잡고 microscissor로 정중앙을 절단한다. 혈관내강을 heparinized saline(1,000U/100ml)로 깨끗이 세척해내고 혈관의 양끝단은 다음의 방식으로 현미경시야하에서 미세혈관문합술을 시행하였다.

#### 1) 혈관문합술식들

##### (1) 혈관단단문합술(End-To-End anastomosis, ETE)

양 혈관의 끝단부의 외막을 2mm 절제해 내고 10-0 나일론사를 사용하여 3가지점에 각각 120 간격으로 문합하여 guide sutures로 삼고 그사이에 3~5개의 단단문합술을 시행하여 총 6개~8개의

문합을 통해 혈관단단문합술을 완성하였다. 문합술직후는 대퇴동맥의 원위부 혈관검자부를 먼저 푼후 약 10초후 근위부 검자부분도 풀어서 혈행이 재개되는 것을 확인하였다. 개존(patency)상태를 20분간 관찰하여 이상이 없는지 확인후 지혈하고 박리한 조직들은 차례로 층별봉합하였다. (Fig. 1)

##### (2) 혈관함입문합술(End-In-End anastomosis, EIE)

혈관검자를 대퇴동맥에 위치시킨후 혈관을 절단한후 근위부의 혈단부 외막을 2mm정도 절제해 내고 원위부 혈단부 외막도 제거하였다. 그후 혈관검자의 Jaw간 간격을 충분히 좁히고 원위부 혈단부에서 봉합침이 전층을 통과하도록 한후 근위부 혈관은 혈단에서 2mm 떨어진 곳의 외막과 중막의 일부를 봉합침이 통과하도록 하여 내막통과는 시키지 않도록 조심하고 같은 과정을 60° 떨어진 동측면의 다른부위에서도 시행하였다.

2개의 혈관문합과정이 끝나면 혈관검자를 뒤집고 원위혈단부에 겹친 근위 혈단부를 원위혈관강내로 조심스럽게 밀어 넣고 2개의 봉합을 전술한 방식대로 반대측면에서도 추가로 시행하였다. 원위부, 근위부순으로 혈관검자를 풀어주고 혈관단단문합술 방식후 처치대로 혈류개존여부를 확인하고 피부를 층별 봉합하였다<sup>11)</sup>.(Fig. 2)

##### (3) 혈관연속문합술(Continuous anastomosis)

혈관검자를 동맥에 위치시킨후 절단하고 내강을 세척한후 근위부와 원위부의 혈관단 2mm가량 외막을 제거한다. 그후 양측 혈관단단부위를 180° 간격으로 봉합한다. 두 번째 봉합이 끝난뒤는 봉합사를 끊지 않고 계속해서 봉합침을 원위부혈관단의 내면에서 외면으로, 근위부혈관단의 외면에서 내면으로 통과시켜 연속혈관문합술을 시행한다. 이때 연속하여 봉합하면서 처음 시작했던 부위와 180° 반대편부위까지 왔을때는 최초 봉합한후 남겨둔 stitch에다 봉합사를 한번 더 stitch 한다. 그후 계속해서 남은 혈관부위를 연속적으로 혈관문합을 해 나간다. 최종으로는 이미 형성되어 있던 stitch에다 다시 봉합사를 stitch하고 연속문합술을 완성한다. 20분정도 혈행의 재개를 관찰하여 혈관개존상태를 확인후 조직을 층별봉합하였다.

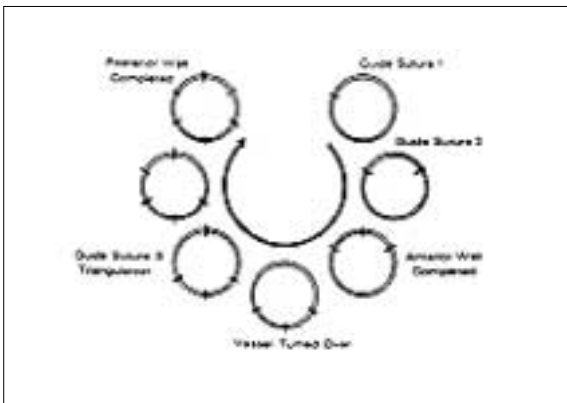


Fig. 1. End-To-End suture

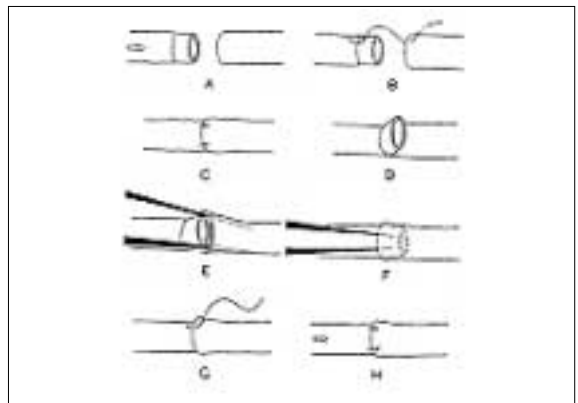


Fig. 2. End-In-End suture

2) 문합시간측정

각각의 혈관문합술에서 술식의 효용성을 비교하고자 동일한 한명의 술자가 실험을 실시하였으며 혈관단단문합술 20례, 혈관합입문합술 20례, 혈관연속문합술 20례를 시행하였다. 각 술식에서 소요된 시간을 총합하여 평균치를 분단위로 측정하였다.

3) 혈관개존도 조사

혈관의 개존정도는 술후 1일, 3일, 1주일, 2주일째 시행하였으며 Minidoppler ES-100VX(Hayashi Denki Co.,Japan)를 써서 혈행유지를 확인하였고 시기별에 따른 조직생검을 위해 표본채취할 경우에도 혈관의 개존도를 검사하였다. Minidoppler의 검사상 혈관개존여부에 대한 민감도는 표본채취시 직접 혈행의 상태를 확인 결과 100%의 신뢰도를 나타내었다.

4) 주사전자현미경적 관찰을 위한 조직표본제작

문합후 시기별 조직학적 변화를 관찰하고자 1일, 3일, 1주, 2주 후에 백서를 전신마취상태로 유도한후 혈관개존여부를 확인하고 대퇴동맥을 생검하여 내강을 heparin희석 생리식염수로써 세척후 주사전자현미경적 관찰을 위해 조직절편을 종절단하였다. 그후 즉시 2% paraformaldehyde와 2.5% glutaraldehyde의 혼합액(0.1M phosphate buffer, PH 7.4)에 4℃ 에서 12시간 전고정하였고 0.1M phosphate buffer(PH 7.4)용액을 이용하여 5분간 3회 세척하였고 1% osmic acid(OsO<sub>4</sub>)에 실온하에서 1시간동안 후고정한후 다시 0.1M phosphate buffer용액에 5분간 3회 세척하였다. 그후 고정된 조직표본을 graded ethanol(50%, 70%, 80%, 90%, 100%)에 탈수 하고 acetone에 조직표본을 옮긴후 액체 CO<sub>2</sub>가스를 이용하여 critical point dryer에 건조하고 ladd bench top sputter coater에서 금

으로 coating한후 주사전자현미경(Nalolab 2100, USA)으로 관찰하였다. 또한 각 문합방식에 따른 조직표본과 비교하기 위하여 정상혈관도 조직표본을 제작하였다.

Ⅲ. 연구성적

1. 개존율(Patency rate)(Table 1, 2)

문합후 혈관의 개존율을 술후3일째, 수술후 2주째로 구분하여 조사한 결과 수술후 3일째까지는 혈관단단 문합술 95%, 혈관합입문합술 95%, 혈관연속문합술 85%의 개존율을 보였고 수술후 2주째는 각각 단단문합술 85%, 합입문합술 90%, 혈관연속문합술 80%로서 나타났고 Student's test 통계처리하여 유의수준 0.05에서 혈관단단문합술을 대조군으로 혈관합입문합술과 혈관연속문합술을 비교한 결과 혈관합입문합술 및 혈관연속문합술 둘다 유의성은 낮게 나타났으나 개존율의 성공률 수치비교시 혈관합입문합술, 혈관단단문합술, 혈관연속문합술순으로 우수하였다.

2. 혈관문합시간(Table 2)

문합술을 시행하는 데 따른 문합시간은 혈관합입문합술, 혈관연속문합술, 혈관단단문합술순으로 평균 15분, 20분, 25분이 소요되었고 Student's test통계처리하여 혈관단단문합술을 대조군으로 혈관합입문합술과 혈관연속문합술을 비교한 결과 혈관합입문합술은 혈관단단문합술에 비해 0.001 유의수준에서, 혈관연속문합술은 0.05 유의수준에서 높게 나타나 문합시간의 비교시 혈관합입문합술, 혈관연속문합술, 혈관단단문합술순으로 우수

Table 1. Patency rate to anastomotic methods

Postsutural periods	End-to-end suture		End-in-end suture		Continuous suture	
	P	T	P	T	P	T
short term						
1 day	5	0	4	1	3	2
3 days	4	1	5	0	4	1
long term	P	T	P	T	P	T
1 week	4	1	4	1	4	1
2 weeks	4	1	5	0	5	0
Total	17	3	18	2	16	4

P: patent state, T: thrombosis state of vessel

Table 2. Patency rate and Operative time per Anastomosis methods

Group	No. of Anastomosis	Patency rate	P	Anastomotic Time(min)	P
ETE	20	17/20, 85%		25±0.7	
EIE	20	18/20, 90%	>0.05	15±0.4	<0.001
Cont	20	16/20, 80%	>0.05	20±0.8	<0.05

ETE: end-to-end suture, EIE: end-in-end suture, Cont: continuous suture, P value(ETE vs EIE, ETE vs Cont): Student's test

하게 나타났다.

3. 주사전자현미경적 조직소견 (Table 3)

1) 비수술 정상혈관

내피세포는 round형으로서 혈행방향과 평행하게 배열되어 있었고 내피층은 주름이 저 있었으며 microvilli가 세포의 표면에 나 있는 것을 관찰할수 있었다. 간혹 RBC도 관찰되었다.

2) 혈관 단단문합술

수술 1일 경과후 문합사의 긴장으로 인한 문합혈관부에서의 일시적으로 형성된 혈전을 관찰할수 있었고 혈관내강의 변형을 관찰할수 있었다. 수술 3일 경과후 혈전은 봉합침이 통과된 부위와 봉합사에 침착되어 있었고 부분적으로 침착된 혈소판이 관찰되어 mural성 혈전형성의 기원이 될 수도 있으리라 생각되었고 넓게 탈락된 내피부위도 관찰할수 있었다. 수술 1주일 경과후 mural성 혈전은 관찰되지 않았고 부분적으로 혈관의 내피화가 시작된 것을 확인할수 있었다.수술 2주일 경과후 재 내피화가 계속 진행되고 있었고 혈관내의 봉합사위로 세포층이 자라는 모습이 관찰되었다.

3) 혈관 함입문합술

수술 1일 경과후 근위부 혈단부가 원위부 혈관내로 함입된 양상을 보였고 미세혈관핏셋으로 인해 손상받은 내피부분과 손상된 내피부위로 침착된 혈소판이 관찰되었다. 수술 3일 경과후 삽

입시킨 혈관함입부에 거대세포 및 단핵세포, 탈락세포들이 부착된 것을 확인하였고 이러한 세포군들이 혈소판 응집물을 기질화시키고 있었다.수술 1주일 경과후 삽입시킨 혈관내벽에서, 근위 혈단부는 재 내피화가 시작되어 재생된 탄성기저층의 긴 주름이 관찰되었고 삽입혈관부의 혈관중막층은 차츰 위축현상이 일어남을 관찰할수 있었다. 또한 삽입혈관의 내면에서 관찰된 판상형의 세포군은 전형적인 혈관내피세포의 등근형과 다른 형이었고 이는 재 내피화에 기여하리라 생각되었다.수술 2주일 경과후 혈관내피화는 완성되었고 함입시킨 근위혈단부와 원위부 혈관의 연속성이 완성된 모습이 관찰되었다. 문합부의 혈관내경도 근위부 및 원위부혈관의 직경보다 오히려 넓어져 충분히 그 동안 혈류흐름이 원활했음을 보여주었다. 외막에서는 섬유화가 관찰되었고 이것이 전통의 혈관단단문합술에서는 내강내로 조직이 함입시 후기혈전형성의 원인을 제공하리라 생각되었다. 근위부 혈관의 내막, 중막층이 보였고 재생된 혈관 내막하층의 평활근의 수축으로 인한 용기부가 관찰되었다.

4) 혈관 연속문합술

수술 1일 경과후 문합사가 연속으로 당겨져 봉합되어 있는 혈관내강내 혈소판 응집물이 관찰되었고 수술 3일째는 혈전현상이 일부 관찰되어 혈행흐름을 다소간 느리게 하고 있었다. 또한 연속봉합으로 인하여 혈관내강이 다소간 좁아져 있었다. 혈관수술 1주일 경과시는 혈관의 중막의 위축현상이 일어나서 좁아져 있던 혈관내강는 다소 넓어졌으며 혈관내막의 재생피화가 시작되었다. 혈관문합후 2주째 혈관중막의 재생이 이루어 졌으며 혈

Table 3. Scanning Electron Microscopic Findings

	1 Day	3 Days	1 Week	2 Weeks	
Thrombus formation	ETE	between transected ends, threads	mural thrombus	organization begin	
	EIE	at invaginated end	organization begin, macrophage, monocyte	organization almost completed	external wall healed by fibrosis
	Cont	platelet aggregates	mural thrombus	thrombus remains	organization begin
Re-endothelialization	ETE		partially begun	begun	
	EIE		partially begun	begun	complete
	Cont			partially begun	begun
Atrophy of medial layer	ETE			neointima around suture sites	
	EIE		atrophy of external medial layers	hyperplasia of neointima	
	Cont		constriction of medial layer	atrophy of medial layer	regeneration of medium
Lumen size	ETE	normal	normal	normal	
	EIE	pronounced narrow	decreasing stenosis	almost normal	normal
	Cont	narrow	narrow	almost normal	normal

ETE: end-to-end suture, EIE: end-in-end suture, Cont: continuous suture

관직경도 원래크기와 유사하게 회복하였으며 혈관내피도 거의 재생이 끝나서 정상적인 혈관내피세포의 증식이 관찰되었다.

#### IV. 총괄 및 고찰

유리조직피판이식술을 시행하는데 필수적인 시술은 현미경시야하에서 혈관을 문합하는 작업으로써 문합후 혈관을 통해 혈행공급이 원활히 이루어져야한다. 이를 위해 다양한 방식의 혈관문합술이 개발되어왔다. 통법의 혈관문합술로는 혈관단단문합술이 있으며 이는 혈관문합술시 가장 기본이 되는 술식으로 작업은 다소 간편하나 단점으로는 혈관직경차 큰 경우에는 적용하기가 힘들다. 여러학자들은 이를 극복하고자 여러방식의 혈관문합술식을 고안하여 보고하였다<sup>17)</sup>. 그중 1978년 Lauritzen<sup>18)</sup>이 혈관단단끼리 문합하는 대신 한쪽의 혈관을 다른 쪽의 혈관내로 혈관을 함입시켜 문합하는 혈관함입문합술을 보고하였다. 그는 단지 4개의 문합수만을 이용하여 혈관내막을 통과시키지 않고 근위부 혈관외막 및 중막일부와 원위부 혈관단부 전층을 서로 봉합하여 내막손상 및 혈전발생율을 낮추고 수술시간을 단축시킬 수 있는 sleeve 혈관문합술 일명 혈관함입문합술을 고안하여 보고하였다<sup>13,15)</sup>. 그후 Wieslander, Rausing<sup>16,17)</sup>이 이 문합술식에 대하여 임상적용후 장,단점을 보고하였고 Nakayama<sup>11)</sup>등이 임상에 적극 적용시켜 유용한 문합술식임을 보고한 바가 있다. 또한 혈관 문합술시행시 단단문합술과 더불어 혈관연속문합술에 대해서도 여러 연구가 진행되었다. 그러나 각각의 문합술식에 대하여 혈관문합후의 혈관혈형의 개존율과 혈관내막의 치유등을 비교한 연구는 드물었다. 이에 본 연구에서는 혈관단단문합술 및 혈관함입문합술과 혈관연속문합술에 대하여 술식의 효율성을 비교하고자 백서의 대퇴동맥을 대상으로하여 비교, 실험하였다. 먼저 혈관문합시 걸리는 시간을 각각 20레씩에 대하여 측정하였다. 혈관단단문합술은 25분이 소요된 반면에 혈관연속문합술은 20분, 혈관함입문합술은 평균 15분이 소요되었다. 술식의 시간적 효율성은 혈관함입문합술이 가장 우수하였으며 혈관단단문합술의 소요시간을 대조군으로 하여 통계처리한 결과 혈관함입문합술은 유의수준 0.001에서, 혈관연속문합술은 유의수준 0.05에서 차를 보여 시간효율성측면에서는 혈관함입문합술, 혈관연속문합술, 혈관단단문합술순으로 우수하게 나타났다. 또한 각 술식 적용후의 혈관개존율을 술후 1일, 3일째, 1주일, 2주째 각각 5마리씩 총 20마리에 대하여 비교, 관찰하였다. 술후 3일째까지는 혈관단단문합술 95%, 혈관함입문합술 95%, 혈관연속문합술 85%의 개존율을 보였고 수술후 2주째는 각각 단단문합술 85%, 함입문합술 90%, 혈관연속문합술 80%로서 나타났으며 2주째 수치로서 통계처리하여 비교하였으나 통계적 유의성을 나타내지 않았으나 개존율의 평균치 비교에서는 혈관함입문합술, 혈관 단단문합술, 혈관연속문합술순으로 높게 나타났다.

미세혈관 문합술 시행후 발생된 혈전증은 미세혈관문합술의 성공에 매우 중요한 요소이므로 이에 대해 기전을 연구하고자 1일, 3일, 1주, 2주째 혈관을 채취하여 주사전자현미경으로 관찰하였다. 미세혈관수술시 발생할수 있는 혈전은 조기혈전과 후기혈

전으로 나눌수 있다. 조기혈전형성은 문합직후 첫 10분에 가장 많이 발생하고 20분째 감소하며 술중 milking test로써 직접 확인할 수 있다. 후기혈전형성은 첫 48시간이 중요하고 3일후는 그 빈도가 감소하나 술후 2주째에서도 발생할수 있으므로 적어도 술후 2주째까지 그 개존상태를 감시하는 것이 수술의 성공을 위해서 중요하다고 할수 있다.

Acland<sup>19)</sup>은 혈관문합시 대부분 혈전형성은 일어나며 이는 혈관벽의 교원질이 노출되어 그 부위에 혈소판에 응집하여 혈전이 일어난다고 하였다. Born<sup>20)</sup>은 혈소판응집물이 혈전을 형성하고 이는 점차 적혈구, 백혈구가 첨가되고 기질화되어 혈소판혈전이 혈괴로 바뀐다고 하였다. 본 연구에서는 3일째 까지의 혈전형성을 비교관찰한 결과 혈관단단문합술, 혈관함입문합술, 혈관연속문합술 각각에서 1레, 1레, 3레가 관찰되었고 1주, 2주째의 후기 혈전형성을 관찰한 결과 각각 2레, 1레, 1레가 관찰되었다. 각 문합술에 대한 개존율은 혈관단단문합술은 85%, 혈관함입문합술은 90%, 혈관연속문합술은 80%로 나타났다. 혈관연속문합술은 수술후 초기에 혈전형성이 주로 발생한 반면 혈관단단문합술은 수술후 후기에 혈전형성이 발생되었다. 혈관함입문합술은 혈전은 초기 및 후기에 걸쳐 낮게 나타났다. 혈관단단문합술이 개존율을 낮추는 요인으로 혈관벽 교원질면이 혈행내 노출됨으로 혈전형성이 야기될 우려가 높은 반면 혈관함입문합술은 혈관내강으로의 봉합사노출이 없고 내피손상을 적게주는 잇점이 있어 혈전형성율이 다소 낮게 나타난 것으로 생각되었다.

혈관봉합후의 혈관내피의 재생화과정에 미치는 요소를 살펴보면 다음과 같다. 일반적으로 혈관은 내막(intima), 중막(media), 외막(adventitia)으로 구성되고 내막은 하층에 내부 탄성층을 가지며 내피세포들로 덮여있고 중막은 평활근, 탄성섬유, 교원질로 구성된 가장 두터운 층이다. 특히 평활근은 신경과 국소적 자극에 예민하며 중막과 외막사이에는 외부 탄성층이 있고 신경, 맥관성혈관이 들어있다.

대개 미세혈관문합술시 혈관의 내막손상이 잘 일어나고 혈관내막손상정도는 향후 혈관내피세포들의 치유에도 영향을 미치게 된다. 혈관내피세포를 손상시키는 요인으로는 기계적 손상, 산소 결핍, 세척액의 독성에 의한 손상, 백혈구침윤도, 혈관건조 등이 있다. 기계적손상원인은 미세혈관검자로써 혈관확장시와 혈관검자에 의한 과도한 혈전제거시 혈관내피를 손상시킬수 있다. Acland<sup>19)</sup>은 내막상실의 원인으로 혈관내강 세척제의 독성을 언급한 바 있으며 Baechler<sup>20)</sup>은 시술전 혈관내강으로의 고장액 식염수세척이 내막소실을 가져올수 있다고 하였다. Stewart<sup>21)</sup>은 술중 혈관바리시에도 백혈구침윤작용이 생겨 이차성 내막소실을 일으킨다고 보고하였으며 혈관벽이 문합술후 혈관내피의 교원질과 탄력섬유의 손상으로 혈전형성이 용이해 질수 있다고 하였다. Thurstone<sup>22)</sup>은 기계적손상을 위험을 언급하였는데 혈관검자를 장착한후 내피가 약간 탈락되고 혈관의 내막부 용기가 납작해 지고 3일이 경과되면 재 혈관내피화가 이루어진다고 하였으며 이러한 내피손상을 줄이기 위해서는 혈관검자의 악력이 30gm/mm<sup>2</sup>이하인 것이 좋다고 추천하였다. 따라서 본 실험연구에서는 혈관내피의 손상을 줄이기 위해 먼저 혈관내강

의 세척액은 등장액의 희석 헤파린액(1,000U/100ml)을 사용하였으며 혈관경자는 악력이 25gm/mm<sup>2</sup>인 제품(S & T Brother Co, Swiss)을 사용하여 문합술간의 치유과정을 주사전자현미경으로 비교시 오차를 줄이고자 하였다.

내피 치유과정에 대한 조직학적 비교연구는 여러 학자들이 보고한 바가 있다. Wojik<sup>20</sup>은 수술후 혈소판이 비 트롬빈성 가성 내막을 형성하고 돌기가 만들어져 혈관내피손상부를 덮는다고 하였고 Walsh<sup>25</sup>는 혈관내피손상부의 혈전들은 주로 혈소판으로 구성되며 문합술후 1주일에서 2주일사이에 혈관내벽을 덮게 된다고 하였다. Lauritzen<sup>12,14</sup>등은 본인이 고안한 혈관 합입문합술 시행후 3시간째 백혈구침윤이 나타났고 3일째 단핵구가 관찰되었고 약 1주일후 혈관재생이 거의 이루어 졌다고 보고한 바 있다. 이러한 혈관내피의 손상부에 대한 치유기원세포에 대하여는 여러 학자들 간에 많은 논란이 대두되어 왔다. Acland와 Trachtenberg<sup>18</sup>는 신생내피세포는 섬유아세포에서 기원한 것으로 보고하였고 Thurston<sup>23</sup> 및 Lauritzen<sup>14</sup>등은 인접 내피세포의 유사 분열로서 신생 내피세포가 만들어 진다고 하였으며 또한 혈관중막의 평활근세포도 혈관내피치유에 관여한다고 보고하였다. 본 실험의 주사 전자현미경소견상 혈관단단문합술의 2주군에서 혈관벽에 단핵구와 유사한 세포가 관찰되었으나 이것이 신생혈관내피세포의 역할을 하는 지는 명확하지 않았다. 혈관 내피세포 재생시기는 대개 1주째부터 6주째 까지 재생이 이루어 지나 Thurston<sup>23</sup>은 1주내, Harashina<sup>20</sup>는 2주내, Nightingale<sup>27</sup>은 4주, Milward<sup>28</sup>는 6주정도 경과해야 된다고 각각의 치유시기를 보고하였다. 본 실험에서는 혈관단단문합술에서는 2주에서 재생이 시작됨이 관찰되었고 혈관합입문합술에서는 1주째 시작되어 2주경에 혈관재생이 이루어 진 것이 관찰되었다. 또한 혈관 연속문합술에서도 2주째 혈관내피재생이 시작되는 것이 관찰되어 혈관내피재생과정은 혈관합입문합술에서 가장 빨리 일어남을 알 수 있었다. 혈관치유 과정중 혈관중막의 위축현상도 상당히 중요한 과정이다. 혈관문합전 외막절제를 하는데 이러한 외막절제에 따른 혈관공급의 차단등으로 혈관중막에서의 위축현상이 일어날 수 있다고 Acland와 Trachtenberg<sup>18</sup>는 보고한 바가 있다. Minderjahn<sup>29</sup>은 백서실험에서 경동맥 혈관문합부의 중막층 대부분에서 중막괴사현상을 발견하였다고 보고하였다. Khodadad<sup>30,31</sup>등은 중막괴사가 주로 봉합사가 지나는 부위에서 발생하였으며 약 12개월지나후 섬유조직성치유가 일어났다고 하였다. 본 연구에서는 혈관합입문합술과 혈관연속문합술의 1주째 중막위축현상이 일어났음이 관찰되었고 이는 2주째 새로운 내피재생과 더불어 점차 사라짐이 관찰되었다. 혈관단단문합술에서는 다소 적게 중막위축현상이 관찰되었다. 문합술후 혈관 직경의 감소도 혈전형성에 영향을 미칠수 있으며 본 연구결과에서는 혈관합입문합술과 혈관연속문합술에서 초기에는 직경감소가 있었으나 술후 1주일이 지난후는 혈관중막 위축현상이 일어나면서 직경의 크기는 정상에 가깝게 회복되었다. 본 실험에서 기존의 혈관단단문합술을 기준으로 혈관합입문합술과 혈관연속문합술의 술기용이성과 개존율, 혈관문합부 치유정도등을 비교한 결과 혈관합입문합술은 혈관단단문합술에 비해 오히려

술기의 용이성과 개존율에서 높게 나타나 문합혈관간의 직경차가 큰 경우등에 유용한 술식으로 생각되었으며 혈관연속문합술은 술기의 용이성은 비교적 좋았으나 단단문합술에 비해 개존율과 혈관치유정도에 있어 낮게 나타나 필수적으로 시도해야 할 경우에만 적용할 것을 추천하고자 한다.

## V. 결 론

미세혈관문합술의 다양한 문합방식에 따른 문합술의 효용성과 문합후의 혈관개존율, 문합혈관의 치유양상등을 비교관찰하고자 백서의 편측의 대퇴동맥을 써서 실험연구를 시행하여 다음의 결론을 얻었다.

1. 문합술을 시행하는 데 따른 문합시간은 혈관합입문합술, 혈관연속문합술, 혈관단단문합술순으로 평균 15분, 20분, 25분이 소요되어 시간상으로는 혈관합입문합술이 가장 유리하였다.
2. 문합후 혈관의 개존율을 술후3일째, 수술후 2주째로 구분하여 조사한 결과 수술후 3일째까지는 혈관단단문합술 95%, 혈관합입문합술 95%, 혈관연속문합술 85%의 개존율을 보였고 수술후 2주째는 각각 단단문합술 85%, 합입문합술 90%, 혈관연속문합술 80%로서 나타나 혈관문합술의 개존상태비교에서는 혈관합입문합술, 혈관 단단문합술, 혈관연속문합술순으로 우수하였다.
3. 문합혈관의 치유 2주째상태를 주사전자현미경상을 통해 관찰한 결과 혈관합입문합술, 혈관단단문합술, 혈관연속문합술순으로 조직치유반응이 좋았다.

이상의 실험결과를 통해 혈관문합술을 선택할시 혈관합입문합술은 혈관단단문합술에 비해 개존율과 치유상태가 뒤떨어지지 않음을 알 수 있었고 따라서 이 술식을 수혜부와 공여부 혈관의 직경차가 클때등에 유용하게 적용할수 있으리라 생각되었다. 또한 혈관연속문합술은 문합시간단축에서는 유리하나 개존율과 치유상태에서는 세 술식중 가장 낮게 나타나 임상적용시 필수적인 경우에만 적용함이 유리할것으로 생각되었다.

## 참고문헌

1. Zhang L, Kolker AR, Choe EI, et al: Venous microanastomosis with the Unilink system, sleeve, and suture techniques: A comparative study in the rat, J of Recon Microsurgery, 1997,13(4):257-262.
2. Theile DRB, Kane AJ, Romeo G, et al: A model of bridging angiogenesis in the rat, British J of Plast.Surgery, 1998, 51:243-249.
3. Takamatsu A, Harashina T, Inoue T: Selection of appropriate recipient vessels in difficult, microsurgical head and neck reconstruction, 1996,12(8):499-507.
4. Rodriquez JB, Arias J, Whyte J, et al : Arterial microanastomosis technique by using only one stitich, Int. Surg., 1991, 76: 112-119.
5. De Carolis, Sepulveda S : A new experimental model for microanastomosis between vessels of different diameter, Microsurgery, 1985, 6: 151-156.
6. Ueda K, Harashina T, Inoue T, et al: Microarterial anastomosis with a distal tapering technique, J Reconstr Microsurgery, 1994, 10:87-91.
7. Harashina T, Irigaray A: Expansion of smaller vessel diameter by fish-mouth incision in microvascular anastomosis with marked size

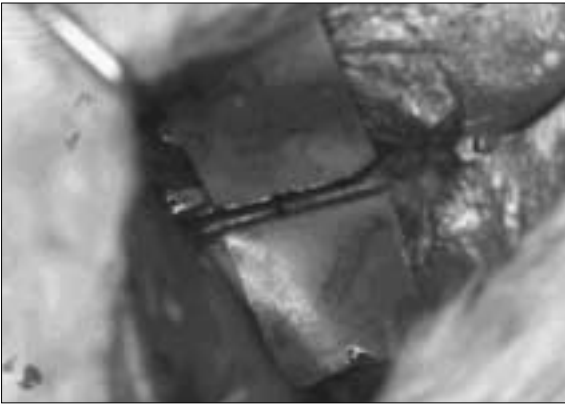
- discrepancy, J Plast Reconstr Surg 1981, 65: 502-508.
8. Harashina T: Use of a continuous suture for back wall repair of end-to-end or end-to-side anastomosis, J Plastic and Reconstructive Surgery, 1982, 69(1):139-144.
  9. Adams WP, Ansari M, Hay MT, et al: Patency of different arterial and venous end-to-side microanastomosis techniques in a rat model, J Plastic and Reconstructive Surgery, 2000, 105(1): 156-160.
  10. Zeeman BJ, Morrison WA, O'Brien BM: Effect of stasis on the patency of microvenous grafts in avulsed rabbit femoral vessels, British J of Plastic Surgery, 1985, 38:556-569.
  11. Nakayama Y, Soeda S, Iino T: Is the sleeve anastomosis a risky technique?, 1987, 40:288-295.
  12. Lauritzen C: A new and easier way to anastomose microvessels, Scand. J. Plastic Reconstr. Surg., 1978, 12:291-23515.
  13. Lauritzen C, Bagge U: A technical and biomechanical comparison between two types of microvascular anastomosis, Scand J Plast. Reconstr. Surg., 1979, 13: 417-423.
  14. Lauritzen C, Johansson BR, Eriksson E: Long-term study of the microvascular sleeve anastomosis, Scand J Plast. Reconstr. Surg., 1980, 14:165-170.
  15. Hyland WT, Botens SR, Minasi JS: A reappraisal and modification of the Lauritzen technique of microvascular anastomosis, Br. J. Plastic Surg., 1981, 34:451-458.
  16. Wieslander JB, Aberg M, Dougan P: Accumulation of isotope labelled platelets in small arteries after end-to-end and end-in-end anastomosis in the rabbit, Br.J. Plastic Surgery, 1982, 35: 158-163.
  17. Rausing A, Wieslander JB: A histologic comparison of experimental microarterial end-in-end(sleeve) and end-to-end anastomosis, Plastic Reconstr. Surgery, 1984, 73:279-286.
  18. Acland RD, Trachtenberg L: The histopathology of small arteries following experimental microvascular anastomosis, Plast Reconstr Surg, 1977, 59:868-873.
  19. Born GVR, Cross MJ: Effects of inorganic ions and plasma proteins on the aggregation of blood platelets by adenosine diphosphate, J. Physiol, 1964, 170:397-384.
  20. Baechler CA, Barnhart MI, Berguer R, et al: Effects of altered rheology on vein grafts in the carotid artery, 2nd edition, Institute of Technology Research, USA, 1977, P467-493.
  21. Stewart GJ, Ritchie WG, Lynch PR: Venous endothelial damage produced by massive emigration and sticking of leukocytes, Am. J Pathology, 1974, 74: 507-512.
  22. Krag C, De Rose G, Lyczakowski T, The telescoped arterial microanastomosis for free flaps anastomosed to irradiated recipient vessels, An experimental study in rabbit, International J of Microsurgery, 1981, 34: 45-456.
  23. Thurston JB, Bunke HJ, Chater NL, et al: A scanning electron microscopy study of micro-arterial damage and repair, Plast. Reconstr. Surgery, 1976, 57: 197-201.
  24. Wojcik JD, Van Horn DL, Webber AJ, et al: Mechanism whereby platelets support the endothelium, Transfusion, 1969, 9:324-329.
  25. Walsh RT, Barnhart MI: Blood platelet surfaces in 3-dimension, 2nd edition, Institute of Technology Research, USA, 1973, P481-489.
  26. Harashina T: The site of reapplication of microvascular clamps, Plast Reconstr Surg, 1976, 57: 719-724.
  27. Nightingale K, Servant JM, Ikuta Y, Harada Y: A scanning electron microscope study of microvascular anastomosis, Plast. Reconstr. Surg., 1976, 57: 329-334.
  28. Milward T, Rayner CRW: A method for studying endothelial regeneration in small vessels, Past. Reconstr. Surg., 1976, 58:490-495.
  29. Minderjahn A, Dahm HH: Scanning electron microscope observations of microvascular anastomosis in the rat carotid artery, J Oral and Maxillofacial Surg., 1979, 7:225-229.
  30. Khodadad G: Histological evaluation of long term microvascular repair and replacement, Arch Surg, 1970, 101:503-511.
  31. Poole JCF, Sanders AG, Florey HW: The regeneration of aortic endothelium, J Path Bact., 1958, 75:133-137.

## 사진부도 설명

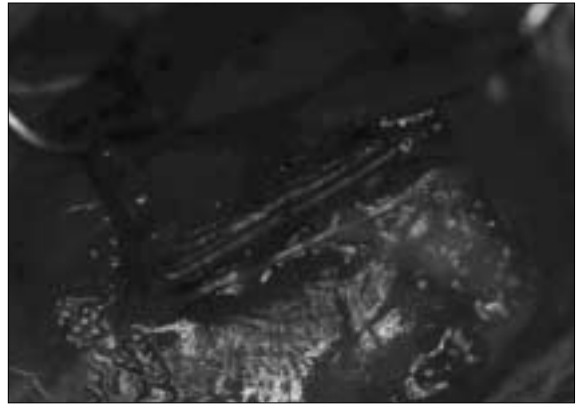
- Fig. 3. Femoral arterial anastomosis of the rat  
End-to-end anastomosis at operation
- Fig. 4. End-to-end anastomosis at postoperation 2 weeks  
The anastomotic site was completely healed on gross findings
- Fig. 5. End-in-end anastomosis at operation  
The anastomotic vessel site was seen as constricted form on gross findings
- Fig. 6. End-to-end anastomosis site at postoperation 2 weeks  
The nylon thread was partially covered with neointimal layer. Reendothelialization was begun in vessel lumen.
- Fig. 7. End-in-end anastomosis site at postoperation 2 weeks  
The vessel luminal surface showed complete reendothelialized state.  
Lumen showed the neointimal smoothed surface.
- Fig. 8. Continuous anastomosis site at postoperation 2 weeks  
The neointimal layer partially covered the nylon thread.  
Reendothelialization was begun in vessel lumen.  
Irregular collagen fiber ridge on luminal surface was also seen.



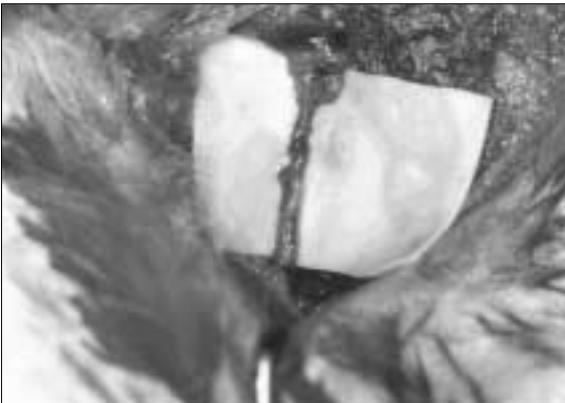
사진부도



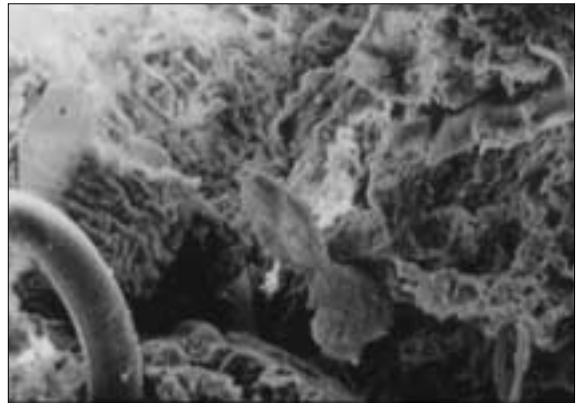
**Fig. 3.** End-To-End(ETE)  
Anastomosis(Op.day)



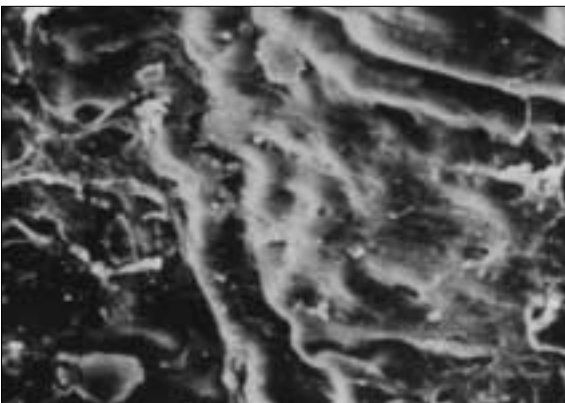
**Fig. 4.** End-To-End(ETE)  
suture(postop. 2 Weeks)



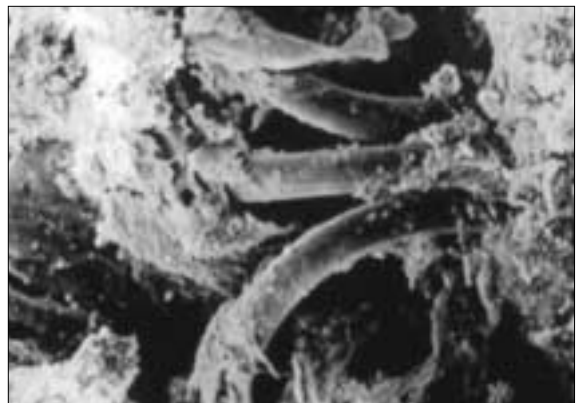
**Fig. 5.** End-To-End(ETE)  
Anastomosis(Op.day)



**Fig. 6.** End-To-End suture  
Microscopic findings



**Fig. 7.** End-In-End suture  
Microscopic findings



**Fig. 8.** Continuous suture  
Microscopic findings