

미세혈관 문합술후 치유과정에 관한 실험적 연구

전남대학교 치과대학 구강·악안면외과학 교실

*전남대학교 치과대학 구강해부학 교실

윤재현 · 이은주*

Abstract

EXPERIMENTAL STUDY ON THE HEALING PROCESSES AFTER MICROVASCULAR ANASTOMOSES

—Light and Scanning electron microscopic observations —

Jae Hyun Yoon, Eun Joo Lee*

*Dept. of Oral & Maxillofacial Surgery, and Oral Anatomy**

College of Dentistry, Chonnam National University

Because failure of microvascular flap grafting has sometimes been attributed to vascular obstruction in the anastomotic site, this study investigated the healing process after microvascular anastomoses.

The healing process of anastomotic sites were observed by the use of the light and the scanning electron microscope after microvascular anastomoses of the right common carotid artery in rats.

The experimental animals were sacrificed on the 4th day, 1st, 2nd, 4th and 6th week.

Throughout the whole experimental period, arterial patency rate was 78% (11/14).

At the early stage, it was possible to recognize histologically disappearance of endothelial cell and rupture of part of the media. Subintimal hyperplasia and the growth of media appeared around the suture line at the 2nd week. Endothelial cell regeneration occurred and the depth of vessel wall was normalized at the 4th week.

By the scanning electron microscope, at the early stage, the anastomotic site was covered with many platelets, red blood cells, fibrins and macrophages.

At the 4th week, the insertion site of the thread was completely covered with normal endothelial cells which were parallel to longitudinal axis of vessels and complete reendothelialization over the anastomotic site seemed to take about 6th week.

목 차

- I. 서 론
- II. 재료 및 방법
- III. 성 적
- IV. 고 찰
- VI. 결 론
- 참고문헌

I. 서 론

구강악안면외과 영역에서 종양절제술, 외상 및 방사선 골괴사에 의한 광범위한 조직 손상시 심미적이고 기능적인 수복을 위해 삼각흉근¹⁾과 대흉근²⁾등을 이용한 근피판 이식술이 행해지고 있으나 이는 이동범위의 제한과 수술 후 반흔잔존

그리고 공여부의 기능손상 등 여러가지 단점을 가지고 있다.

1960년 Jacobson과 Suarez⁹⁾가 외경 3mm 이하의 혈관에서 미세혈관 문합술을 시행했다고 보고한 이래 수술용현미경과 미세수술용 기구 및 봉합사의 개발이 활발하게 진행되어 오늘날은 미세혈관 수술을 이용한 유리피판 이식술과 복합조직의 유리이전^{4,5)} 등에 이르기까지 다양한 시술이 가능해져 구강악안면 영역의 재건술에 획기적인 발전을 가져오게 되었다. 미세혈관 문합술의 발달과 함께 최근에는 외경 1.0mm 인 혈관의 개존율이 90%를 육박하게 되었으며⁷⁾ 1982년 Huang 등⁸⁾은 0.2mm 혈관의 문합 후 77%의 개존율을 보고하였다.

구강외과 영역에서 미세혈관 문합술의 습득⁶⁾과 수술의 관건이 되는 혈전의 예방법 및 문합혈관의 치유과정에 관한 이해는 매우 중요하다 하겠다¹⁰⁾.

혈전의 예방에 관하여서는 많은 연구가 시행되어 혈관에 대한 외상을 최소화하기 위한 시술법과 혈전형성을 방지하기 위해 국소적, 전신적으로 투여하는 약제가 선학들에 의해 개발되어 왔고, 치유과정에 대한 연구도 진행되어 1972년 Baxter 등¹¹⁾과 1977년 Acland 등¹²⁾은 광학현미경을 이용해 조직학적 변화를 보고하였고 1970년 Shoop 등¹³⁾이 혈관내면의 상태를 입체적으로 관찰할 수 있는 주사전자현미경을 이용해 혈전의 형성과정과 내피세포의 재생을 관찰함으로써 치유과정을 밝힌 바 있다. 그러나 미세혈관 문합술후 혈관의 치유과정을 광학현미경과 주사전자현미경으로 동시에 비교 분석한 보고는 드물었다.

본 연구는 백서의 총경동맥을 횡절단하고 단단 문합술을 시행한 후 치유과정을 광학현미경과 주사전자현미경으로 비교 관찰 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 연구에 사용된 실험동물은 체중 250-300gm 정도의 건강한 웅성 백서 16마리였고 이들은 실험 전에 일정 기간 동안 동일한 조건에서 사육하였다.

혈관 문합술에는 수술용현미경 (BAUSCH & LOMB co.)과 미세수술용기구(S & T co.) 및 10-0 monofilament (Ethicon[®]) 봉합사를 사용하였다. 수술에 사용된 혈관은 우측 총경동맥으로 외경은

1.0-1.3mm 였다.

1. 방법

마취는 sodium pentobarbital(Nembutal[®], 30-40 mg/kg)과 atropine(40I.U./kg)을 복강내에 주사하여 시행하였다.

마취 후 전경부를 제모하고 1.5% 포비돈으로 소독한 후 흉골 절흔으로부터 하악의 정중부까지 정중선을 따라 수직 절개하고 흉쇄유돌근과 설골하근을 분리한 후 미주신경을 주의하면서 경동맥을 노출시켰다.

경동맥이 노출되면 microvascular clamp로 혈관의 양측을 고정한 후 수술용현미경 20배 시야에서 microscissor로 혈관을 횡절단하고 양쪽 혈관 내강을 헤파린이 섞인 생리식염수(1000U/10ml normal saline)로 철저히 세척하여 혈액 응고 물질을 제거한 후 외막의 혈관내 유입을 방지하기 위해 분합예정부 주변의 외막을 충분히 제거하였다. 혈관의 내강을 vessel dilator로 확장 시킨 후 10-0 monofilament 봉합사를 이용하여 Cobbett 방법¹⁴⁾에 의해 6-8침의 봉합으로 단단문합술을 시행하였다.

봉합을 끝낸 다음 lidocaine을 적하하여 혈관을 이완시킨 후 원위부, 근위부 순으로 microvascular clamp을 제거하였다. 문합부로부터 소량의 출혈은 약 5분간 압박하여 지혈해 주었다.

문합부의 시간경과에 따른 조직변화를 관찰하기 위해 4일, 1주, 2주 및 4주에 각각 3마리씩 희생시켜, 광학현미경 및 주사전자현미경으로 관찰하였고, 6주에 2마리를 희생시켜 주사전자현미경으로만 관찰하였으며 나머지 2마리의 정상 경동맥을 대조군으로 하였다.

조직표본 채취를 위해 문합부를 중심으로 5-10 mm 길이의 혈관을 절제 하였고 혈관 내벽을 헤파린이 섞인 식염수로 세척한 후 혈관종축을 따라 절개하였다. 광학현미경 관찰을 위해 10% formalin 용액에 고정 후 paraffin에 포매하여 5 μ m 두께의 절편을 제작하여 H-E 염색, Masson's trichrome 염색을 시행하였고 Epon에 포매하여 toluidine blue 염색을 시행하였다. 주사전자현미경 관찰을 위해 혈관이 증착되지 않게 잘린 후 2% cold glutaraldehyde에 24시간 고정하고, 이후 2% osmic 산에 1시간 고정된 다음 ethanol의 농도를 상승시켜가며 탈수

시켰고 isoamyle acetate 에 담갔다가 이산화탄소를 사용한 입계점 건조기로 건조시키고 그후로 gold 를 증착하여 JSM 35C 로 검경하였다.

III. 성 적

1. 육안적 소견

4일, 1주, 2주군에서는 육아조직이 문합부를 덮고 있어 봉합사를 찾아보기 어려웠고 4주, 6주군에서는 육아조직의 형성이 적었다. 또한 주위조직과 문합부의 유착은 초기군에서는 경미하였으나 4주, 6주군에서는 다소 심하였다. 그리고 문합혈관의 개존률은 4일, 1주, 6주군에서 각각 1혈관이 폐쇄되어 78%(11/14)였다.

2. 광학현미경적 소견

1) 정상 대조군

정상혈관은 내막, 중막, 외막의 3층으로 구성되어 있고 내막은 편평상피와 소성결합조직인 내막하층으로 구성되어 있으며 내탄력막의 존재는 분명치 않았다. 또한 중막은 4-5층의 두꺼운 탄력막과 평활근 세포로 구성되어 있었다. 한편 외막은 외탄력막이 분명치 않았고 소성결합조직과 교원섬유로 구성되어 있었다 (Fig 1).

2) 4일군

문합부에서 내막과 중막의 연결은 소실되었으나 외막의 결합조직층이 증식하여 혈관의 계속성이 유지되고 있었고, 혈관 내강에는 혈병이 관찰되었다. 또한 외막의 결합조직이 내강쪽으로 증식되어 있었고 염증세포는 관찰되지 않았다 (Fig 2).

3) 1주군

혈관의 계속성이 유지되고 있었고 혈병은 거의 소실되어 있었으며 외막에서는 결합조직의 증식이 보이고 교원섬유의 배열이 일정해지며 혈관의 중축에 평행하게 배열하였다. 또한 섬유모세포의 증식이 왕성하였으며 내막과 중막의 연결성은 없었으나 중막이 혈관의 중축으로 증식됨이 관찰되었다. 한편 외막에서 많은 자양혈관의 증식이 관찰되기도 하였다 (Fig 3).

4) 2주군

대체적으로 1주 소견과 유사하였으며 혈병은 완전히 소실되었고 일부 문합부에는 육아조직이

형성되어 있었다. 내막과 중막의 연결성은 없었으나 중막의 성장이 보였고 문합부 근처의 내막에서는 내막하층의 증식이 관찰되었다 (Fig 4).

5) 4주군

혈관벽의 두께는 2주 소견보다 감소하였으며 외막은 정상의 세포 배열을 보이고 다른 부위에 비해 문합 인접부에서 중막의 탄력막이 두꺼워져 있었다. 문합부는 서로 근접하여 있었고 내피세포가 관찰되었으나 중막과 내막의 완전한 열결성은 없었다 (Fig 5).

3. 주사전자현미경적 소견

1) 정상 대조군

방추형의 내피세포가 혈류를 따라 배열되어 있고 핵이 약간 돌출되어 있으며 혈소판등은 관찰되지 않았다 (Fig 6).

2) 4일군

문합부에 다수의 혈소판, 적혈구 및 대식세포가 보이고 봉합사 상부에는 소량의 혈구가 관찰되었다 (Fig 7).

3) 1주군

봉합사 주변을 무정형의 물질이 덮고 있고 4일 소견에 비해 혈구의 수가 감소되어 있으며 섬유소들이 관찰되었으나 내피세포의 재생은 보이지 않았다 (Fig 8).

4) 2주군

문합부에 저명한 섬유소망이 보이고 그위로 적혈구 및 대식세포가 관찰되었다 (Fig 9).

5) 4주군

성숙한 내피세포가 봉합사 삽입부에서 관찰되고 문합부까지는 덮지않고 있으며 혈류주행방향을 따라 배열하는 것을 볼 수 있었다. 또한 봉합사는 섬유소망으로 완전히 덮혀 있고 혈구는 관찰되지 않았다 (Fig 10, 11).

6) 6주군

혈류방향을 따라 배열하는 내피세포가 문합부를 완전히 덮고 있었다 (Fig 12).

IV. 고 찰

1960년 Jacobson 과 Suarez²⁾가 의경이 3mm 인 혈관을 7-0 silk 로 15-20 침을 봉합하여 문합에

성공함으로써 미세혈관 수술은 많은 관심을 끌게 되었고 이후 미세수술용 기구와 봉합사 및 수술용현미경의 발전과 함께 미세혈관 문합술은 구강악안면 영역에서의 재건술에 중요한 위치를 차지하게 되었으며 오늘날 Deltoid flap⁹⁾, Groin flap¹⁰⁾, Dorsalis pedis flap¹¹⁾, Free intestinal flap¹²⁾ 등이 임상에서 사용되고 있다.

구강악안면의과 영역에서 미세혈관 수술시 사용되는 혈관은 보통 1mm 이상이며 성공률은 90%에 육박하고 있다. 1972년 Baxter 등¹³⁾은 외경이 0.8-1.0mm 인 가트의 혈관 문합후 89%의 개존률을, Harashina 등¹⁴⁾은 외경이 0.7-0.9mm 인 백서의 대퇴동맥에서 94%의 개존률을 얻었다고 하였고 1982년 Huang 등¹⁵⁾은 자신들이 고안한 특수한 미세수술용 기구와 봉합사를 사용해 외경 0.2mm 인 백서의 복재동맥(saphenous artery)을 문합하여 77%의 개존률을 얻었으며 또한 국내에서도 강등¹⁶⁾이 외경이 0.2-0.4mm 인 백서의 천상복부 동맥에서 80%의 개존률을 보고 하였다. 본 연구에서는 외경이 1.0-1.3mm 인 백서의 총경동맥에서 78%의 다소 낮은 개존률을 보였는데 이는 실험동물의 수가 적었고 봉합 시술의 오류 때문에 나타난 결과라고 사료된다.

미세혈관 문합술의 발전과 함께 수술의 성공여부를 좌우하는 혈전 형성 과정의 이해와 예방법 및 문합혈관의 치유과정에 대한 연구가 계속되어 왔다.

1970년 Shoop 등¹⁷⁾은 백서의 장골동맥에서 초기 지혈 반응을 주사전자현미경과 투사전자현미경으로 관찰하였는데 초기에 내피세포가 파괴되어 내막하층의 교원섬유가 노출되면 여기에 혈소판이 최초로 부착되고 돌기를 내는 등 형태가 변화하며 ADP (Adenosine diphosphate)등을 유리하여 다른 혈소판과 응집되어 백색 혈전을 형성하고, 이후 섬유소와 적혈구 침착으로 적색 혈전을 형성한다고 하였다. 1973년 Acland¹⁸⁾는 백서의 대퇴정맥에 각기 다른 형태의 외상을 주어 형성된 혈전을 육안적으로 관찰하였는데 그에 따르면 교원섬유가 혈소판의 응집을 야기함으로써 교원섬유가 포함된 혈관의 근육층과 외막이 혈류에 노출되지 않도록 주의해야 한다고 하였으며, 또 혈전방지를 위해서는 문합시 봉합 간격이 일정해야 하고 봉합사는

가늘어야하며 혈관 전층을 봉합하여야 한다고 하였다¹⁹⁾. 본 연구에서는 교원섬유가 포함된 외막의 혈관내 유입을 방지하기 위해 외막을 철저히 제거한 후 10-0 monofilament 봉합사를 사용하여 가능한 일정한 간격으로 봉합하여 혈전의 형성을 최소화 하였다. 본 연구 소견에서는 혈전이 4일째 많이 관찰되었고 1주 부터 감소하여 2주째 완전히 소실되었다.

광학현미경을 이용한 조직학적 연구에서 1972년 Baxter 등¹³⁾은 가트의 대퇴동맥을 단단문합한 후 문합혈관의 횡단면을 관찰하여 혈관의 양단이 정확히 배열되었을때 혈전형성이 적고 3일째 문합부에 섬유소가 차며 1주째 외막에서 모세혈관의 성장과 많은 섬유모세포가 관찰된다고 하였고 2주째 내강이 내피세포로 쌓인다고 하였다. 또한 중막의 변화를 보면 1주째 중막세포, 섬유모세포 및 교원섬유가 내탄력막 결손부를 채우고 혈관중축을 따라 내탄력막이 형성된다고 하였다. 그리고 내막하층의 비후가 혈관치유에 중요하다고 하였다. 한편 Acland와 Trachtenberg¹²⁾는 백서의 대퇴동맥에서 문합혈관의 종단면을 관찰하였는데 5-10일째 평평한 섬유모세포가 내막에 출현하고 21일째 내피세포와 섬유모세포의 혼합체가 내막을 따라 연속적으로 배열하였으며 70%에서 중막피사가 나타나 혈관벽의 두께가 약 절반으로 줄어 들었고 피사된 중막의 재생은 10-20일까지 관찰되지 않았다고 하였다. 또한 피사의 원인은 혈관경자에 의한 허혈과 기계적외상 및 독성물질에의 노출 때문이라고 하였다. 한편 혈관 내강의 협착은 1시간과 2일째에 13%, 5일 16%, 10일 17% 및 21일에 0%라고 하였고 원인으로서는 수술 직후에는 혈소판응집, 5-10일에는 섬유조직의 증식 때문이라고 보고하였다. 백서의 총경동맥에서 종단면을 관찰한 본 연구에서는 4일째 부터 섬유모세포가 관찰되어 1주째 왕성히 증식하였고 외막의 결합조직이 증식하여 혈관의 계속성이 유지되었으며 외막의 교원섬유 배열이 일정해지며 모세혈관의 증식과 중막의 성장이 관찰되었다. 그리고 2주째 부터 내막하층의 증식과 문합부 근처에서 중막의 성장이 관찰되었다. 4주째에 혈관의 두께가 정상화되고 중막의 탄력막이 두꺼워지며 내피세포의 출현이 관찰되었으나 내막과 중막의 완전한 연결성은 보

이지 않았다. 한편 2주군에서 외막층이 많이 증식되었고 육아조직으로 대체되어 있었는데 이는 치유과정의 일부이거나 문합 혈관 양단의 부적절한 배열 때문이라고 사료된다.

주사전자현미경을 이용하여 혈관 내막의 상태를 관찰한 보고는 1970 년대에야 비로소 이루어졌는데 정상 내피세포의 형태는 방추형이며 혈류방향을 따라 배열되어 있고 핵이 약간 돌출되어 있으며 용모를 갖고 있다¹⁹. 또한 외부의 자극을 받은 경우 핵은 더욱 돌출되고 외상부의 내막은 분화구와 같은 형태 변화를 보이고 내피세포가 탈락하게 되는데 자극의 종류로는 혈관경색에 의한 압력⁶, 공기에 의한 건조, 기계적외상¹⁰, 고장성용액에의 노출²⁰ 등이라고 하였다. 한편 외력에 의해 유발되는 혈관의 허혈은 혈관 외막에 존재하는 자양혈관의 차단 때문이라고 하였다²¹. 본 연구에서도 선학들의 연구^{10,20}와 동일하게 정상 대조군에서 혈류 방향을 따라 배열하는 방추형의 내피세포가 관찰되었다.

1976년 Servant 등²²은 백서의 복부동맥에서 미세혈관 문합술 후 치유과정을 주사전자현미경으로 관찰하여 초기의 세포 탈락부에 혈소판이 응집되고 24 시간에는 섬유소망과 대식세포가 보이고 6 일째 봉합사의 삽입부에 육아조직이 나타나며 14 일째 편평한 내피세포가 봉합사 삽입부의 섬유소망 상방으로 증식되고 이는 혈관의 중축을 따라 배열하여 4 주째 봉합사 상부까지 완전히 내피세포로 쌓이게 된다고 하면서 혈전 형성을 극소화하려면 가능한 한 적은 수의 봉합은 손상을 적게 주며 시행해야 한다고 하였다. 같은 해 Harashina 등¹⁷은 백서의 대퇴동맥을 문합한 후 주사전자현미경 관찰에서 1 주에 부분적 내피세포의 재생이 보이고 2 주에 완전히 치유된다고 하였다. 또한 Gelderman 등²³은 백서의 경동맥에 단측문합(end-to-side anastomosis)시행 후 초기 48 시간에 혈소판, 섬유소 응집이 보이고 내피세포의 재생은 4 일에 시작하여 2 주에 완료되고 내피세포는 혈류중의 세포 즉 백혈구와 대식세포가 납작하게 되어 내피세포로 전환된다고 하였다. 1981년 Tomasello 등²⁴은 백서의 경동맥에서 초기 24 시간에 혈소판, 백혈구, 섬유소망이 봉합사와 문합부를 덮고 7 일경 부터 내피세포의 재생이 문합부에서 시작하여 14 일째 봉합사 부위까지 재생이 완료되며 이는 인접 내피세포에서

기원한다고 하였다. 또한 수술시의 오류는 내피세포의 재생 시기를 지연시킨다고 보고하였다. 국내에서도 박동²⁵ 이 백서의 대퇴동맥 문합 후 치유과정을 보고 하였는데 그들에 따르면 문합 초기에 혈소판이 덮이고 곧이어 적혈구와 섬유소들이 첨가되고 내피세포는 1 주 후부터 출현하여 2 주 후 봉합사 삽입부를 덮으며 혈관 중축에 평행하게 배열하고 4 주째 봉합사까지 완전히 덮는다고 하였다. 이상과 같이 내피세포의 재생시기는 학자에 따라 1 주, 2 주, 4 주, 6 주, 8 주 또는 33 주까지 매우 다양함을 알 수 있다¹¹. 본 연구에서는 4 일, 1 주, 2 주 군에서는 섬유소망과 혈소판, 적혈구 및 대식세포가 보이고 내피세포는 관찰되지 않으며 4 주째 성숙한 내피세포가 혈류를 따라 배열하여 봉합사의 삽입부를 덮고, 6 주째 완전히 문합부를 덮는 것을 관찰할 수 있었으나 봉합사는 완전히 덮지 않았다. 따라서 봉합사까지 내피세포가 덮이는데는 보다 장시간이 요할 것으로 사료된다.

탈락된 내막의 증식을 일으키는 세포 성분에 관하여서는 논란이 많으며 건강한 인접 내피세포로부터 증식된다는 학설²⁶과 평활근 세포로부터 증식된다는 학설¹¹, 또 혈류내의 multipotential cell에서 분화하여 내막이 재생된다는 학설^{27,28} 등이 있으나 현재까지 재생에 대한 확실한 증거는 없는 것으로 알려지고 있다. 본 연구에서는 주사전자현미경 관찰에서 4 주째 봉합사 삽입부로부터 내피세포가 재생되어 문합부로 주행하는 것이 관찰되었는데 이것으로 보아 내피세포의 재생은 건강한 인접 내피세포로부터 증식된다고 사료된다.

IV. 결 론

본 연구는 체중 250-300gm 백서의 총경동맥을 횡절단하고 10-0 monofilament 봉합사로 단단문합술을 시행한 후 실험동물들 각각 4 일, 1 주, 2 주, 4 주 및 6 주에 희생시켜 그 치유과정을 광학현미경과 주사전자현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 14 일 실험 혈관에서 총 개존률은 78%(11/14)였다.
2. 광학현미경적 관찰조건에서는 1 주 부터 섬유모세포가 왕성히 증식하였고 외막의 증식으로

혈관의 계속성이 유지되었으며 2주째 내막하층의 증식과 문합부 근처에서 증막의 성장이 보였으며 4주째 혈관의 두께가 정상화되었고 내피세포의 재생이 관찰되었으나 문합부를 완전히 덮고 있지는 않았다.

3. 주사전자현미경적 관찰소견에서는 2주째까지 혈소판, 섬유소망 및 대식세포가 관찰되고 4주째에 성숙한 내피세포가 봉합사 삽입부로부터 재생되어 문합부로 주행하여 6주째 문합부를 완전히 덮었으며 혈류 주행 방향으로 배열함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

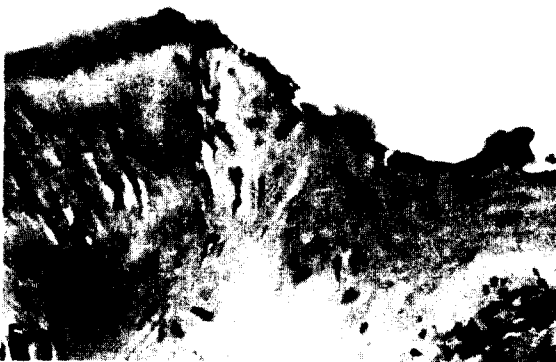
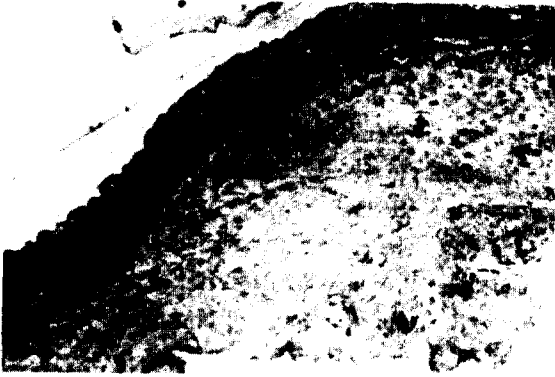
1. Bakamjian VY, Pool M : Maxillofacial and palatal reconstruction with the deltopectoral flap. *Br J Plast Surg* 30 : 17, 1977
2. Ariyan S : The pectoralis major myocutaneous flap : A versatile flap for reconstruction in head and neck. *Plast Reconstr Surg* 63 : 73, 1979
3. Jacobson JH, Suarez EL : Microsurgery in anastomosis of small vessels. *Surg Forum* 11 : 243, 1960
4. Acland RD, Flynn MB : Immediate reconstruction of oral cavity and oropharyngeal defects using microvascular free flaps. *Am J Surg* 136 : 419, 1978
5. Franklin JD : The deltoid flap : Anatomy and clinical applications, in Buncke HJ, Furans DW : Symposium on clinical frontiers in reconstructive microsurgery, Mosby, St. Louis, 1984, p. 63
6. Gertz SD, Rennels ML, Forbes MS, Kawamura J, et al. : Endothelial cell damage by temporary arterial occlusion with surgical clips. *J Neurosurg* 45 : 514, 1976.
7. 강진성, 김경택, 한기환, 김덕영, 박승조 : 아주 미세한 동맥의 새로운 문합법. *대한성형외과학회지* 13 : 443, 1986.
8. Huang CD, Chow SP, Chan CW : Experience with anastomoses of arteries approximately 0.20 mm in external diameter. *Plast Reconstr Surg* 69 : 299, 1982.
9. Eppley BL, Delfino JJ : An animal model for advanced microsurgical training. *J Oral Maxillofac Surg* 44 : 833, 1986.
10. Acland RD : Factors that influence success in microvascular surgery, in Serafin D, Buncke HJ : *Microsurgical composite tissue transplantation*, Mosby, St. Louis, 1979, p. 76.
11. Baxter TJ, O'Brien BM, Henderson PN, Bennett RC : The histopathology of small vessels following microvascular repair. *Br J Surg* 59 : 617, 1972.
12. Acland RD, Trachtenberg L : The histopathology of small arteries following experimental microvascular anastomosis. *Plast Reconstr Surg* 59 : 868, 1977.
13. Shoop R, Bakerzak SP, Larrimer NR, Lee RE : Surface morphology of the early hemostatic reaction. *Am J M Sci* 260 : 122, 1970.
14. Cobbett J : Small vessel anastomosis : A composition of suture technique. *Br J Plast Surg* 22 : 16, 1976.
15. Panje WR, Bardach J, Krause CJ : Reconstruction of the oral cavity with a free flap. *Plast Reconstr Surg* 58 : 415, 1976.
16. Zuker RM, Manktelow RT : The dorsalis pedis free flap : Technique of elevation foot closure, and flap application. *Plast Reconstr Surg* 77 : 93, 1986.
17. Harashina T, Fujino T, Watanabe S : The intimal healing of microvascular anastomoses. *Plast Reconstr Surg* 58 : 608, 1976.
18. Acland RD : Thrombus formation in microvascular surgery : Experimental study of the effects of surgical trauma. *Surgery* 73 : 766, 1973.
19. Smith U, Ryan JW : Endothelial projections as revealed by scanning electron microscopy. *Science* 173 : 925, 1971.
20. Fonkalslud EW, Sacher M, Zerubavel R, Mahony A : Serial changes in arterial endothelium following ischemia and perfusion. *Surgery* 81 : 527, 1977.
21. Margic K : Early changes in dissected small ves-

- sels: Experimental study on rat arteries and veins. *Plast Reconstr Surg* 75: 375, 1985.
22. Servant JM, Ikuta Y, Harada Y: A scanning electron microscope study of microvascular anastomoses. *Plast Reconstr Surg* 57: 329, 1976.
23. Gelderman PW, Berendsen W: Re-endothelialization of microvascular carotid end to side anastomosis in the rat. *J Neurosurg* 51: 785, 1979.
24. Tomasello F, Spadaro A, Albanese V, Conforti P: SEM evaluation of endothelial changes following end to side microvascular anastomoses in rats. *J Neurosurg* 54: 525, 1981.
25. 박병윤, 권경숙, 신극선, 이영호, 유재덕: 미세혈관 문합부 내막 치유과정의 주사전자현미경적 관찰. *대한성형외과학회지* 9: 277, 1982.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 1. A light micrograph of control group (Toluidine blue, X 100) : Normal vessel wall shows the intima, media and adventitia.
- Fig. 2. A light micrograph after 4 days (H-E, X 100) :
Vessel edges are well apposed. Note the outward growth of connective tissue of tunica adventitia.
- Fig. 3. A light micrograph after 1 week (Masson's trichrome, X 200) : In the tunica adventitia, fibroblast proliferation and regular direction of the collagen fiber are observed.
- Fig. 4. A light micrograph after 2 week (Masson's trichrome, X 100) : The growth of tunica media growth and subintimal hyperplasia is seen at the anastomotic site. But endothelial cell is not seen.
- Fig. 5. A light micrograph after 4 week (H-E, X 200) : Vessel wall thickness and cell orientation are normalized almost. Endothelial cell growth is noticed but it is not complete.
- Fig. 6. A scanning electron micrograph of control group (X 500) : It shows the smooth endothelial layer with slightly prominent nuclei.
- Fig. 7. A scanning electron micrograph after 4 days (X 500) : There are many platelets, macrophages, red blood cells and fibrins at the insertion site of the thread.
- Fig. 8. A scanning electron micrograph after 1 week(X 500) : The thread is covered with amorphous substance and the fibrin network is seen.
- Fig. 9. A scanning electron micrograph after 2 week(X 2000) : The typical fibrin network, neutrophils, and red blood cells are seen but endothelial cell is not observed.
- Fig. 10. A scanning electron micrograph after 4 week(X 1000) : The typical endothelial cells are observed at the insertion site of the thread except the fibrin covered thread.
- Fig. 11. A scanning electron micrograph after 4 week(X 2000) : The direction of endothelial cell is regular and there are no blood cells and fibrin network.
- Fig. 12. A scanning electron micrograph after 6 week(X 2000) : Anastomotic site is covered with normal endothelial cells which are parallel to longitudinal axis of the vessel.

논문사진부도①



논문사진부도②

