

미세수술법을 응용한 미세혈관이식에 대한 실험적 연구

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

* 진주 한일병원 정형외과

김봉건 · 유명철 · 강신혁 · 김충오*

=Abstract=

An Experimental Microvascular Grafting on Rabbits Using the Microsurgical Technique

Bong Kun Kim, M.D., Myung Chul Yoo, M.D., Shin Hyeok Kang, M.D. and Chung Oh Kjm, M.D.

Dept. of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Kyung Hee University

The vascular graft used for the reconstruction of certain types of vascular occlusive diseases and traumatic damages of the vessel, is very important, especially for the reconstruction of microvascular damages as occurring in hand injuries.

Until recently microvascular graft done by microsurgical techniques was rare compared to the many-numbered large vessel grafts. But their biologic fate is currently uncertain.

We studied the histologic changes occurring in the microvessels of 1.5cm in length and 2mm in diameter, which were grafted to the femoral artery of rabbits by recently developed microsurgical techniques. Histologic changes were observed between different donor materials with different time intervals. For 60 rabbits which were used as experimental material, 15 cases received autogenous venous graft (group I), 15 cases autogenous arterial graft (group II) and 15 cases homogenous arterial graft (group III). The observed post-operative dates were 3, 7, 14, 60 and 90 days for each respective group. The results were summarized as follows:

1. The patency rate of grafted vessels using microsurgical technique was 91.2%.
2. The histological changes observed were:
 - a. On the 3rd and 7th day post-operatively, mainly inflammation, formation of thrombus, increased population of endothelium and formation of suture granuloma around the suture site were observed.
 - b. On the 14th day, decreased numbers of inflammatory cells, progressed organization of thrombus, disorganization of the medial muscle layer of the grafted vessels and degeneration of endothelium were observed.
 - c. On the 60th day, inflammatory cells and previously formed thrombi were no longer found and increased amount of fibrosis was prominent instead.
3. The autogenous venous graft group showed less histological changes in every aspect compared to the other two groups.
4. The autogenous arterial graft group showed considerable histological changes, but endothelial lining cells were well preserved.
5. In the homogenous arterial graft group, good patency rate of grafted vessel were observed despite of severe inflammatory change initially.

6. It can be concluded from the above observation that the microvascular graft thought to be most useful in reestablishing circulation of injured vessels was the autogenous venous graft. Homogenous vessel graft and autogenous graft artery were also found to be applicable when autogenous venuous graft is not available.

Key words: Experimental microvascular grafting.

서 론

폐쇄성 혈관 질환이나 외상으로 인해 손상된 혈관을 재건하여 혈류를 재개시키는 것은 외과 영역에서 매우 중요한 문제이다. 이를 위하여 일찍이 1906년 Goyanes¹⁾가 최초로 혈관 이식술을 시행한 이후 많은 사람들이 혈관이식은 물론 합성 혈관을 사용하여 혈관재건으로 혈류를 재개시키는데 많은 노력을 하였다. 혈관 이식에 의한 혈관 재건에는 주로 자가정맥이 오래전부터 많이 사용되어 왔다. 그러나, 약 10~15%에서 정맥 자체의 염증, 부재, 확장 및 길이나 직경의 부적당으로 자가정맥을 사용할 수 없다고 하였다.¹²⁾

합성 혈관은 1950년대에 Linton과 Mendendez²⁾가 사용한 이후 현재 많은 사람들이 사용하고 있으나 혈전이 생기고 배로는 꼬이거나 주름이 잡혀 내강의 폐쇄가 일어나고¹²⁾ 또한 성장과정에 있는 어린이들에서는 합성 혈관을 사용하였을 경우 모체는 성장하나 합성혈관은 성장하지 못하므로 모체의 성장과 더불어 재수술을 요하는 경우가 많으므로 사용상에 많은 문제점이 지적되고 있다. 또한 Dewese¹³⁾와 Jacobs¹⁴⁾이 지적하였듯이 직경이 2mm 이하의 미세혈관에서는 사용이 전혀 불가능하므로 이러한 미세혈관의 재건에서는 혈관이식에 의한 혈관재건술이 절대적으로 요구된다고 하였다.

최근 폐쇄성 혈관질환은 물론 산업의 고도화 및 교통수단의 대형화와 더불어 날로 외상성 혈관손상이 증가하고 왔으며 특히 수부의 미세혈관 손상에 대한 미세혈관이식에 의한 혈관재건은 차츰 그 적응과 필요성이 강조되고 있다.^{2,3)}

그러나 임상적으로 손상된 혈관재건을 위하여 혈관이식술이 필요할 경우 이식혈관으로서 자가동맥과 정맥 중 어느 것이 적합한지 또는 다발성 외상으로 인한 자가 이식이 불가능할 때 동종이식이 가능한지에 대하여 망설이게 된다.

현재까지 대부분의 혈관이식 실험은 혈관의 직경이 2mm이상의 비교적 큰 혈관에서 시행하였으며 직경이 2mm이하의 미세혈관에 대한 미세수술법에 의한 실험적 보고는 아직 그 예가 드물다.⁷⁾

따라서 본 저자는 최근 미세혈관외과의 발달과 함께 미세혈관 재건에가 많음을 관찰하고 직경 2mm이하의 혈관이식에 대한 기초자료를 얻기 위하여 본 실험을 시행하였다.

본 실험은 직경이 2mm이하의 토끼 대퇴동맥에 대하여 자가정맥, 자가동맥 및 동종동맥의 3가지 종류의 혈관을 수술현미경을 사용한 미세수술법에 의하여 혈관이식후 각이식혈관의 종류와 또 이식후 시간경과에 따른 혈류개통 여부, 동종 이식혈관의 거부반응 여부 등 육안적 및 조직학적 변화를 관찰하여 그 결과를 보고하는 바이다.

실험재료 및 방법

1. 실험재료

실험동물은 체중 2.5kg~3.5kg의 건강한 흰색 집토끼 60마리를 한일사료회사 규정사료로 2주간 사육한 후 3개군으로 나누어 실험에 사용하였다.

수술현미경(3.5~54배 확대가능)과 수술기구는 미국 Weck사 제품인 미세혈관수술용 기구를 사용하였고 혈관봉합사는 10-0 monofilament nylon(미국 Ethicon사 제품)을 사용하였다.

2. 실험방법

흰색 집토끼의 대퇴동맥(외경 2mm내외)에서 길이 1.5cm의 혈관이식술을 시행하였으며 이식혈관의 종류에 따라 다음 3군으로 분류하여서 실험하였다.

제 1 군 : 자가대퇴정맥이식군(15마리—15례)

제 2 군 : 자가대퇴동맥이식군(15마리—15례)

제 3 군 : 동종대퇴동맥이식군(30마리—15례)

각 군마다 수술후 3일, 7일, 14일, 60일 및 90일 간을 각각 3례씩 관찰하였다(Table 1).

A. 수술방법

실험토끼의 마취는 20% urethane을 체중 1kg당 5cc씩 복강내 주입하여 전신 마취를 한 후 본 교실에서 제작한 실험용 수술대위에 사지를 고정 한 후 수술부위인 서혜부와 근위 대퇴부의 털을 손으로 충분한 넓이로 제거하고 iodine tincture와 70% alcohol로 소독하고 수술부 주위를 수술포로 가렸다. 서혜부에서 대퇴

Table 1. Number of cases by observation time in each group

Group	Time of observation(day)	No. of cases
I	3	3
	7	3
	14	3
	60	3
	90	3
II	3	3
	7	3
	14	3
	60	3
	90	3
III	3	3
	7	3
	14	3
	60	3
	90	3
Total		45

* Group I : Autogenous venous graft
Group II : Autogenous arterial graft
Group III : Homogenous arterial graft

근위부 측 대퇴삼각 부위에 중으로 약 5cm길이의 피부를 절개한 후 수술피미경 시야에서 5~3.0cm길이의 대퇴동맥과 정맥을 주위조직으로부터 미세박리하여 EKG용지로 먼저 각 혈관의 외경을 측정하였다(Fig. 1)

본 실험에 사용한 토끼의 대퇴동맥의 외경은 0.8~1.2mm이었고 정맥은 1.4~2.0mm이었다. 다음 이중혈관갑자를 이용하여 잘박리된 제공 및 수용혈관의 혈행을 차단한 후 수용혈관의 중간을 단순절단하고 제공혈관은 평균 1.5cm길이를 절취하여 수용혈관이 수축하여 생긴 간격에 end-to-end interposition 방법으로 신선혈관이식을 시행하였다. 이렇게 함으로써 혈관이 식시에 발생하는 긴장문제를 해소할 수 있었다. 혈관 융합은 수술현미경으로 약 16~40배 확대시야에서 수용혈관이 수축한 거리와 이식혈관의 길이를 이중혈관갑자로 조절하면서 융합하였다. 이때 융합부의 혈관 위쪽에 EKG용지를 배경으로 삽입하여 융합할 부위가 잘 보이도록 180° 지지융합법으로 전후방 혈관벽을 융합하였는데 평균 약 10~12회 정도 껴냈다. 융합도중에는 간헐적으로 혈관내부를 heparin용액(500unit/100ml saline soln.)으로 세척함으로써 수술중의 혈전

형성을 예방하였다. 각 예의 평균수술시간은 약 4시간 내지 4시간반이었으며 제 I 군에서는 정맥이식으로 시간의 소요가 많았다.

다음 각 실험별로 실험의 과정은 다음과 같다.

제 1 군 : 한 수술시야에서 동측의 대퇴정맥을 동맥에 이식하는 것으로 먼저 정맥을 단순 절단단하여 내강이 collapse되지 않는 상태에서 한 끝을 동맥과 융합후 1.5cm길이를 정맥을 절단하여 동맥의 다른 한끝에 융합함으로써 비교적 쉽게 융합이 가능하였다.

제 2 군 : 양측 대퇴동맥을 노출시켜서 길이가 약 1.5cm의 좌측 동맥을 우측동맥에 이식하였다. 동맥이식은 혈관의 직경은 적었지만 혈관벽이 두터우므로 융합은 비교적 용이하였다(Fig. 2).

제 3 군 : 동종 이식이므로 두마리의 토끼를 동시에 준비한 후 한토끼의 우측대퇴동맥을 수용처로 다른 한토끼의 좌측대퇴동맥을 제공처로 하여서 한 토끼의 동맥을 다른 토끼에 이식하였으며, 이식후 항면역제 투여는 일체 하지 않았다.

각 실험군에서 혈관이식 직후 혈류의 재개가 이루어졌을 때는 각 이식혈관의 직경이 원래의 크기보다 약간 커지는 것을 볼 수 있었다(Fig. 3). 수술상처는 총별로 융합하고 수술부위는 아무런 고정을 하지 않은 상태에서 상처를 치유시켰다.

B. 이식된 혈관의 표본 채취

이식술후 각 3일, 7일, 14일, 60일 및 90일의 소근으로 나누어 전신 마취하에서 수술현미경을 사용하여 이식된 혈관을 미세박리하여 육안적으로 이식혈관을 세밀히 관찰한 후 융합부 양측의 정상혈관 5mm씩을 포함하여 이식혈관을 채취하여 조직표본 제작에 사용하였다.

3. 조직 표본 제작

채취한 조직을 10% 중성 formalin에 24시간 내지 48시간 고정하여 paraffin포매후 이식 혈관부는 증박절 융합부 및 수용혈관부는 횡박절하여 4~6μ두께의 연속 절편을 제작하였다.

염색은 hematoxylin-eosin중복염색, Masson trichrome염색, Weight's 방법에 의한 reticulum염색 및 Gomori's방법에 의한 elastic염색을 시행하여 검경하였다.

실험성적

1. 수술후 생존 및 육안적 소견

수술후 실험동물의 생존율은 75.6%이었고 각 군별

로는 제 1 군이 66.7%, 제 2 군이 73.3%와 제 3 군이 86. %이었으며 사망에는 실험성적에서 제외하였다 (Table 2).

육안적 및 수술현미경상 확인한 혈류유통률(patency rate)은 전체적으로 91.2%이었으며 각 군별로도 비슷하였다(Table 3).

제 1 군 : 이식직후 이식혈관이 다소 확장되었으나 60일이 경과된 후에는 확장된 소견은 없었고 아주 양호한 혈류유통을 관찰할 수 있었으며 다만 60일된 1례에서 경한 혈관확장이 관찰되었을 뿐이다.

제 2 군 : 이식직후 이식혈관이 다소 확장되었으나 90일이 경과된 후에는 확장된 소견은 없었고 아주 양호한 혈류유통을 관찰할 수 있었으며 다만 7일과 60일된 예에서 각각 1례씩 중등도의 혈관확장이 있었고 90일된 1례에서 장애를 관찰할 수 있었다(Fig. 4).

제 3 군 : 전반적으로 주위조직과 유착이 있었고 이식혈관의 크기가 다소 감소된 듯한 소견을 보이는 외에 뚜렷한 소견은 없었으며 다만 60일된 1례에만 혈관의 확장이 관찰되었다.

Table 2. Rate of survival in each group

Group	Time of observation(day)	No. of survival	Rate of survival (percent)
I	3	2/3	66.7
	7	2/3	
	14	2/3	
	60	2/3	
	90	2/3	
II	3	2/3	73.3
	7	2/3	
	14	2/3	
	60	3/3	
	90	2/3	
III	3	3/3	86.7
	7	3/3	
	14	3/3	
	60	2/3	
	90	2/3	
Total		34/45	75.6

T-test between Group I and II = was not significant

T-test between Group I and III = was not significant

Group I ; Autogenous venous graft

Group II ; Autogenous arterial graft

Group III ; Homogenous arterial graft

Table 3. Rate of patency in each group

Group	Time of observation (day)	No. of patency	Rate of patency (percent)
I	3	2/2	90.0
	7	2/2	
	14	2/2	
	60	1/2	
	90	2/2	
II	3	2/2	90.9
	7	2/2	
	14	2/2	
	60	3/2	
	90	1/2	
III	3	3/2	92.3
	7	3/2	
	14	3/2	
	60	2/2	
	90	1/2	
Total		31/34	91.2

T-test between Group I and II = was not significant

T-test between Group I and III = was not significant

Group I ; Autogenous venous graft

Group II ; Autogenous arterial graft

Group III ; Homogenous arterial graft

2. 병리 조직학적 소견

제 1 군 : 이식혈관의 변화는 3일된 소군에서 혈관벽의 부분적 변형괴사 및 주위조직의 경미한 염증반응이 있었고 조직 혈전형성을 볼 수 있었다.

7일된 소군에서는 보다 진행된 혈전형성과 함께 내피세포 및 내막하 섬유조직 증식이 관찰되었고 봉합부에서는 봉합육아증이 관찰되었고 중막의 근세포는 다소 탈 기질화가 된 소견이었다.

14일된 소군에서는 혈전의 기질화 및 중막에 부분적으로 석회침착이 관찰되었다. 또한 이식혈관 주위에는 염증세포의 침윤을 볼 수 있었다.

60일된 소군에서는 내막 및 섬유조직의 증식은 관찰되었으나 심한 염증 소견은 없었고 혈전을 볼 수 없었다.

90일된 소군에서도 혈전은 볼 수 없었고 내막의 증식, 중막 및 외막의 섬유화와 부분적 근육비대가 관찰되었으며 전체적으로 혈관벽이 다소 비후되었다(Fig. 4-11).

제 2 군 : 3일된 소군에서 주위 연부조직의 염증성 변화가 있었고 조기 혈전 형성과 근육의 빈혈성괴사 소견이 관찰되었다.

7일된 소군에서 부분적 내피 및 내막하세포 증식과 혈관염이 보였다.

14일된 소군에서는 봉합부위에는 봉합육아종이 있었고 근육에는 경한 염증소견과 동맥류성 확장과 내탄력막의 부분적 파괴가 있었다.

60일된 소군에서는 내탄력막의 퇴행, 부분중첩, 부분적 내막박리, 내막하세포의 증식, 경한 혈관벽의 동맥류성 확장이 있었으나 혈전은 없었다.

90일된 소군에서는 부분적 내탄력막의 부분 파괴 내막하 섬유화가 있었으나 혈전은 관찰되지 않았다 (Fig. 12-22)

제 3 군 : 3일된 소군에서 염증성 변화가 심하게 일어났고, 호산구, 중성구 및 임파구의 출현과 부분적 퇴행, 부분괴사 및 혈전의 형성을 볼 수 있었다.

7일된 소군에서도 내탄력막의 부분적 파괴와 더불어 심한 염증반응이 있었고 초기 기질화 혈전형성과 상당한 호산구, 임파구, 형질세포 및 단핵구 세포침윤이 특기할 만 하였고 봉합육아종 및 섬유화도 관찰되었다.

14일된 소군에서는 염증세포 및 호산구의 수가 다소 감소되었으며, 60일된 소군에서는 내막의 부분적 파괴 동맥류성확장과 내막화섬유화가 있었다.

90일된 소군에서는 주로 내막하 및 근육층의 섬유화가 관찰되었다 (Fig. 23-26).

고 찰

폐쇄성 혈관질환이나 손상된 혈관의 재건방법으로 1906년 Goyanes¹⁴⁾가 임상적으로 슬와동맥의 동맥류성 확장에 대하여 삽입정맥이식법(end-to-end interposition)을 최초로 시행한 이후 혈관재건의 방법으로 많이 사용되어 왔다.

혈관이식의 방법으로는 자가 및 동종정맥 및 동맥이 사용되어지고 있으며 특히 자가동맥이식에 대한 실험적 보고는 비교적 많았으나 아직도 이식혈관의 종류에 따른 이식후 결과에 대해서는 이론이 많다.

Dale¹⁵⁾에 의하면 자가정맥이식은 *thermatous deterioration*이나 동맥류형성이 드물다고 하였으며 Jackson¹⁷⁾, Ochner²⁵⁾, Tice와 Santoni²⁶⁾ 및 Weber³⁶⁾은 정맥의 동종이식이 자가정맥이식과 같이 혈류유통에 있어서 좋은 결과를 얻었다고 하였으나, Szilagyi³³⁾ 및 Brock⁶⁾는 동종동맥이식을 시행한 환자에서 초기에는 좋은 결과를 보여 주었으나 시일이 경과

함에 따라 이식편이 파괴되기 시작하고 혈전, 동맥류 형성 및 내강의 폐쇄와 동맥벽세포의 퇴화현상 및 분류등이 나타난다고 하였다.

정맥이식은 원래 봉합이 어려우나 사람의 동맥에서 자가정맥 이식이 합성혈관의 사용보다 훨씬 그 결과가 좋았다고 하였으며^{8,10,11,12,24,28,32)} Ramirez와 Stallworth²⁷⁾도 역시 합성혈관은 내강의 폐쇄와 염증등으로 인하여 성공이 어렵다고 하였다.

Szilagy³³⁾에 의하면 사람에서 신선 자가혈관 이식이 지연이식 보다 그 결과가 좋고 그 성공률도 약 85%이었다고 하였으며 다른 저자들도 비슷한 성공률을 보고 하였다.^{7,9,13,18)} 또한 Vyatt³⁷⁾에 의하면 신선한 자가혈관이식은 살아있는 조직이므로 이식혈관의 혈관벽에 혈액순환이 빨리 형성되어서 그 결과가 좋다고 하였다.

Büchler⁴⁾은 실험적으로 자가정맥 이식에서 85~91%, 자가동맥이식에서는 95%의 성공률을 얻었다고 보고하였다.

Weber³⁶⁾은 개의 자가 경정맥을 15% dimethyl sulfoxide(DMSO)를 첨가한 liquid nitrogen vapor에 28일간 보관했다가 사용했으나 혈류유통률이 약 62.5%~87.5%로 신성혈관 이식과 비슷한 성공률을 보고하였는데 이는 혈전의 방지가 가능하였기 때문이라고 하며 28일간 단순보관하였던 것은 그 성공률이 12.5%에 불과했다고 하였다.

본 실험에서는 전례에서 신선혈관이식을 시행하여서 성공률을 높이도록 하였으며 실험동물의 평균 생존율이 75.6%이었으나 자가정맥이식군에서 다른 군보다 다소 낮은 것은 정맥이므로 수술시간이 많이 소요되었기 때문이라고 생각되었으나 통계학적 유의성은 없었다.

자 군의 평균 혈류유통률이 75.6%로 높은 것은 수술전미경을 사용하여 충분한 배율로(평균16~40배) 확대한 시야에서 미세수술법에 의한 혈관봉합을 했기 때문에 다른 보고자에 비해 높은 유통률을 얻은 것으로 사료된다.

이식혈관 방법중 정맥이식에서 이식정맥의 동맥류성 확장은 Ramirez와 Stallworth²⁷⁾는 개의 장골동맥에 대정맥과 장골정맥을 이식한 실험결과 정맥은 원래 그 벽이 얇고 또 그 직경이 동맥보다 큰 것을 강조하고 있으나 De Ra Rocha¹¹⁾은 임상적으로 이식정맥은 그 벽이 두터워지면서 동맥류성확장은 잘 일어나지 않는다고 주장하였다. 본 실험에서도 자가정맥 이식군에서 1례, 자가동맥 이식군에서 2례, 동종동맥 이식군에서 1례씩 동맥류성확장이 관찰되었는데 특히 자가 정맥 이식군에서 이식된 정맥혈관벽이 다소 두터워진 것을

관찰할 수 있었다.

이식 혈관의 석회화 현상에 대한 기전도 아직 확실히 모르나 인체에서 Jacobs들¹⁸⁾, Marin과 McGoon²³⁾에 의하면 어린이에서는 어른보다 빨리 온다고 보고하였으며 Brock⁶⁾는 어른에서는 어린이보다 늦거나 경미하다고 보고하였다.²⁴⁾ 또 Urist와 Adams³⁵⁾는 석회화 현상이 여러가지 인자들에 의해서 일어나나 biochemical derangement, 조직손상 및 모체의 humoral factor 등의 역할이 크다고 하였다. 본 실험에서 석회화 현상은 자가정맥 이식군에서 수술 14일된 1례에서 부분적 석회침착이 관찰되었다.

이식혈관의 조직학적 변화에 대하여 McCabe들²²⁾은 개의 대퇴동맥에 대하여 자가 대퇴정맥을 사용한 end-to-end interposition 이식법에 의한 신선혈관 이식후 이식된 혈관에 대한 시간적 경과에 따른 조직학적 변화를 32주까지 관찰한 결과 초기인 1주이내에는 많은 염증성 변화, 내막의 증식과 혈관벽이 두터워지기 시작하였고 이식후 2~3주에는 염증세포의 감소, 중막의 섬유화와, 4~12주에서는 중막의 섬유화, 염증세포가 소실이 되면서 18주에는 변화가 서서히 감소된다고 보고하였다.

Szilagyi들³³⁾과 Brock⁶⁾는 동종정맥이식을 시행한 환자에서 초기에는 좋은 결과를 보였으나 시일이 경과함에 따라 이식편이 파괴되기 시작하고 혈전, 동맥류 형성 내강의 폐쇄, 동맥세포의 퇴화현상 및 분류가 나타나는 것으로 보고 하였으나 정과 김¹⁾에 의하면 개에서 큰동맥의 동종동맥이식은 이식동맥 자체의 혈관벽이 두터우므로 vasa vasorum에 의해 공급받던 혈관이 차단되므로 퇴화가 일어난다고 하였다.

Jeong들¹⁹⁾의 보고는 유약개에서 동종동맥이식술후 4일후에 벌써 세포의 손실이 오기 시작하고 16일후에는 석회침착이 일어나 동종이식은 재고를 요한다고 하였으나 Rosenberg들²⁰⁾은 소의 자가정맥이식보다 동종동맥 이식의 결과가 좋았다고 보고하였다. 본 실험에서도 자가동맥이식군과 동종동맥이식군에서 이식된 동맥이 자가정맥이식군보다 중막에 부분적 퇴화현상을 보였으나 내막은 비교적 잘 보존되어 있었고 혈류유통에는 지장이 없는 것으로 관찰되었다.

이는 이식된 혈관이 미세혈관이므로 큰 동맥보다 벽이 얇으므로 이식된 혈관벽의 영양공급에 지장이 적었던 것으로 사료된다.

Schwartz들³⁰⁾은 동종동맥이식에서 항원성은 문제가 되지 않는다고 하였는데 본 실험에서도 동종이식에서 수술 3일된 예에서 심한 염증반응과 호산구의 출현, 부분적 조직괴사가 관찰되어 거부반응의 가능성을 완전히

배제할 수는 없으나 혈장세포나 단구세포의 출현이 관찰되지 않아 동종의 미세혈관 이식에서도 면역학적 거부반응은 큰 문제가 되지 않는 것 같다. Jackson¹⁷⁾과 Ochner들²⁵⁾은 정맥의 동종정맥이식이 자가정맥이식과 같이 좋은 결과의 혈류유통률을 얻었다고 하며 생물학적이식을 항상 손쉽게 하기 위하여 정맥의 처리 및 보존에 대하여 연구 중이라 하였다. 그러나 본 실험에서는 동종정맥 이식 실험군이 없었으나 동종동맥이식군의 결과를 볼 때 동종정맥이식도 그 결과가 좋을 것으로 사료된다.

이상의 실험결과를 종합하여 볼 때 비록 동물실험 결과를 인체와 직접 연관지어 생각할 수는 없겠지만 결과의 추론이나 실험 및 수술의 과정을 예측내지 시도를 상상할 수는 있겠다. 즉 각종 미세혈관은 이식후 이식혈관의 생존과 혈류의 유통이 유지되고 시간이 경과함에 따라 이식된 혈관과 그 주위조직의 육안적 및 조직학적 소견이 점차 개선되어가고 있음이 관찰되었다. 따라서 저자는 미세혈관 손상의 재건에 미세수술법에 의한 미세혈관이식은 임상적으로 응용할 수 있는 기초자료를 제공할 것으로 사료된다.

그러나 이식혈관의 길이 차이에 따른 변화와 관찰기간의 차이에 따른 변화나 또 이식혈관이 모체의 성장과 더불어 일어나는 변화등에 대하여서는 앞으로 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

결 론

체중 2.5~3.5kg의 토끼를 사용하여 대퇴동맥 근위부에 길이 1.5cm, 직경 2mm이하의 자가대퇴정맥, 자가대퇴동맥 및 동종대퇴동맥 이식을 수술현미경을 사용한 미세수술법에 의하여 시행한 후 수술 3일, 7일, 14일, 60일 및 90일된 이식혈관을 주위 조직으로부터 미세박리하여 이식혈관의 육안적 및 조직학적 검사를 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 미세수술법에 의한 이식혈관의 혈류유통률(patency rate)은 91.2%이었다.

2. 조직학적으로 이식된 혈관의 시간적 변화는 다음과 같았다.

가. 수술후 3일과 7일에는 염증성변화, 부분혈전, 내막세포증식 및 분함육아종의 증식을 볼 수 있었다.

나. 수술후 14일에서는 염증세포의 수적감소, 혈전의 기질화 근세포의 탈기질화 및 내막의 경한 부분적 파괴가 있었다.

다. 수술후 60일에서는 염증세포 및 혈전의 소실, 중막의 섬유조직 증식등이 관찰되었고 수술후 90일에

서도 이와 유사한 소견을 볼 수 있었다.

3. 자가정맥 이식군은 자기동맥 이식군과 동종동맥 이식군에 비해서 이식된 혈관의 조직학적 변화를 적게 보여 주었다.

4. 자가동맥 이식군에서 이식된 혈관의 조직학적 변화는 일어났으나 내막은 비교적 잘 보존되었다.

5. 동종동맥 이식군은 타군보다 염증성 변화가 현저하였으나 이식된 혈관 자체의 괴사는 없었고 혈류유통률은 타군과 비슷하였다.

6. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 외상으로 인한 미세혈관 손상에서 혈관이식이 불가피 할 때 자가정맥이식은 물론 자가동맥 및 동종혈관도 공급혈관으로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) 정웅길, 김창호: 동맥 및 정맥의 동종이식후 조직학적 변화에 대한 실험적 연구. *외과 학회지*, 20, 11: 37-42, Nov. 1978.
- 2) Baxter, T.J., et al.: *The histopathology of small vessels following microvascular repair*. *Br. J. Surg.*, 59: 617, 1972.
- 3) Baxter, T.J., O'Brien, B.M., Henderson, F.N., and Bennett, R.C.: *The histopathology of small vessels following microvascular repair*. *Brit. J. Surg.*, Vol. 59, No. 8: 617, August, 1972.
- 4) Bolasny, B.L., Lanier, V.C., Younger, R.K., and Scott, H.W.: *Comparison of vein grafts and dacron grafts in the femoral and iliac arteries in dogs on an atherogenic regimen*. *Surg. Forum*, 10: 99, 1969.
- 5) Brody, W.R., Kosek, J.C., Angell, 5W.W., and Shumway, N.E.: *Changes in vein grafts following aortocoronary bypass induced by pressure and ischemia*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 64: 847, 1972.
- 6) Brock, L.: *Long-term degenerative changes in aortic segment homografts with particular reference to calcification*. *Thorax*, 23: 249, 1968.
- 7) Buncke, H.H., and Murray, D.E.: *Autogenous arterial interposition grafts of less than 1mm in external diameter in rats*. In Hueston, J.T., Editor. *Transactions of the fifth international congress of plastic and reconstructive surgery*. Australia, Butter Worth and Co. 1971.
- 8) Büchler, U., Harry, J., and Buncke, J.: *Experimental microvascular autografts. Microsurgical composite tissue transplantation*. pp 83-89., St. Louis. Toronto. London. The C. V. Mosby Co., 1979.
- 9) Campbell, C.D., Goldfarb, D., and Roe, R.: *A small arterial substitute: expanded microporous polytetrafluoroethylene: Patency versus porosity*, *Ann. Surg.* 182: 138, 1975.
- 10) Dale, W.A., DeWeese, J.A., and Scott, W.J. M.: *Autogenous venous shunt 'grafts*. *Surg.* 46: 45, 1975.
- 11) De La Rocha, A.G., Peixoto, R.S., and Baird, R.J.: *Atherosclerosis and aneurysm formation in a saphenous vein graft*. *Brit. J. Surg.*, Vol. 60, No. 1, January. 1973.
- 12) DeWeese, J.A., Terry, R., Barnher, H.B., and Roh, C.C.: *Autogenous venous femoropopliteal bypass grafts*. *Surg.* 59: 28, Jan. 1966.
- 13) Fujikawa, S., and O'Brien, B. McC.: *An experimental evaluation of microvenous grafts*. *Br. J. Plast. Surg.* 28: 244, 1975.
- 14) Goyanes, D.J.: *Substitution plastica de las arterias por lasvers arterioplastia venosa, aplicada, como nuevo metodo tratamiento de las aneurismas*. *El Siglo Medico*. Sept. 1. 1906. p. 346: Sept. 8. 1906, p. 561.
- 15) Haimovici, J., and Maire, N.: *Experimental canine atherosclerosis in autogenous abdominal aortic garfts implanted into the jugular vein*. *ather.*, 13: 375, 1971.
- 16) Hunter, K.M., and Donaghy, B.M.: *Arterial microautografts: an experimental study*. *Can. J. Surg.*, 16: 23, 1973.
- 17) Jackson, D.R.: *Living homologous saphenous vein in geniatric femoropopliteal bypass grafting; Report of a Case*. *Vasc. Surg.*, 5: 6, 1971.
- 18) Jacobs, T., Delevel, M., and Stark, J.: *False aneurysm of right ventricle after Rastelli operation for transposition of great arteries*, VSD

- and pulmonary stenosis. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 67 : 543, 1974.
- 19) Jeong, U.G., Khan, A.A., Fine, G. Folger, G.M. and Gonzalez-Lavin, L.: *Degenerative changes in aortic root allografts placed in the right ventricular outflow tract of growing puppies Thorax*, 31 : 757, 1976.
 - 20) Katzadze, M.A., and Sapozhnikova, L.P.: *On changes in endothelium of autovenous transplant after its grafting into peripheral arteries. Arkh. Anat.*, 57 : 89, 1969. (In Russian. English Summer.)
 - 21) Linton, R.R., and Menendez, Ch.V.: *Arterial homografts. A comparison of the results with end-to-side vascular anastomoses. Ann. Surg.* 142 : 568, 1955.
 - 22) McCabe, M., Cunningham, G.J., Wyatt, A.P., Rothnie, N.G., and Taylor, G.W.: *A histological and histochemical examination of autogenous vein grafts. Brit. J. Surg.*, 54 : 147, 1967.
 - 23) Merin, C., and McGoon, D.D.: *Reoperation after insertion of aortic homografts as a right ventricular outflow tract. Ann. Thorac. Surg.*, 16 : 122, 1973.
 - 24) Moore, C.H., Martelli, V., and Ross, D.N.: *Reconstruction of right ventricular outflow tract with a valved conduit in 75 cases of congenital heart disease. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 71 : 11, 1976.
 - 25) Ochner, J.L., Decamp, P.T., and Leonard, G.L.: *Experience with fresh venous allografts as an arterial substitute. Ann. Surg.*, 173 : 933, June. 1971.
 - 26) Phillips, C.E., Jr., DeWeese, J.A., and Campeti, F.L.: *Comparison of peripheral arterial grafts. Arch. Surg.*, 82 : 38, 1962.
 - 27) Ramirez, A., and Stallworth, J.M.: *Long-term behavior of vein grafts as replacements for arterial segments within the peritoneal cavity. Surg.*, 69 : 882, June. 1971.
 - 28) Rosenberg, N., Gaughran, E.R.L., Henderson, J., Lord, G.H., and Douglas, J.F.: *The use of arterial implants prepared by enzymatic modification of heterologous blood vessels. Surg. Forum.*, 6 : 242, 1956.
 - 29) Rosenberg, D.N.L., Glass, B.A., and Rosenberg, N.: *Experience with modified bovine carotid arteries in arterial graft. Surg.* 68 : 1064, Dec. 1970.
 - 30) Schwartz, S.L., Kuntner, F.R., Neistadt, A., Baernr, H., Reenicoff, S., and Vaughan, J.: *Antigenicity of homografted veins. Surg.*, 61 : 471, 1967.
 - 31) Scott, J.W., Morgan, C.V., Bolasny, B.L., Lanier, V.C., Younger, R.K., and Butts, W.: *Experimental atherosclerosis in autogenous venous grafts. Arch. Surg.*, 101 : 677, 1970.
 - 32) Shirkey, Albert L., Beall, Arthur G., Jr., and DeBakey, Michael E.: *The problem of small vessel grafting and the flexion crease. Amer. J. Surg.*, 106 : 558, 1963.
 - 33) Szilagyi, D.E., Smith, R.F., Elliot, J.F., and Allen, H.M.: *Long-term behavior of a dacron arterial substitute. Ann. Surg.*, Vol. 162, No. 3 : 232, Sept. 1965.
 - 34) Tice, D.A., and Santone, E.: *Use of saphenous vein homografts for arterial reconstruction: A preliminary report. Surg.*, 67 : 493, Mar. 1970.
 - 35) Urist, M.R., and Adams, J.M.: *Localization mechanism of calcification in transplants of aorta. Ann. Surg.*, 166 : 1, 1967.
 - 36) Weber, T.R., Lendenauer, S.M., Dent, T.L., Allen, E., Sallens, C.A., and Weatherbee, L.: *Long-term patency of vein grafts preserved in liquid nitrogen in dimethyl sulfoxide. Ann. Surg.*, 184 : 709, Mar. 1976.
 - 37) Wyatt, A.P., Rothnie, N.G., and Taylor, C. W.: *The vascularization of vein grafts. Brit. J. Surg.*, 51 : May, 1964.

» EXPLANATION OF FIGURES «

- Fig. 1.** EKG paper inserted utilized to measure the size of a femoral vessel.
- Fig. 2.** Initially proximal femoral vein anastomosed to distal femoral artery without collapse of lumen in autogenous vein graft.
- Fig. 3.** Immediate post-anastomosis dilatation of grafted vessel.
- Fig. 4.** Dilatation of a grafted vessel at 60th postoperative day.
- Fig. 5, 6.** G-I (3 days): The microphotograph shows acute ischemic necrosis of the grafted vessel wall with formation of early thrombus and mild inflammatory reaction of the surrounding soft tissue.
- Fig. 7, 8, 9.** G-I (7 days): The microphotograph shows partial ischemic necrosis of the grafted vessel wall with intimal endothelium and early subintimal fibroblastic proliferation. Masson trichrome stain reveals necrotized portion with homogeneous deep red color.
- Fig. 10, 11, 12.** G-I (14 days): The microphotograph shows organizing thrombus in the grafted vessel lumen.
- Fig. 13, 14.** G-I (3 days): The microphotograph shows ischemic necrosis and partial aneurysmal dilatation of the grafted vessel wall with early thrombus formation. Severe inflammation of the surrounding soft tissue is also noted.
- Fig. 15, 16, 17.** G-I (7 days): The microphotograph shows partial complete necrosis of the grafted vessel wall with aneurysmal dilatation and early thrombus formation. Considerable vasculitis and partial degeneration and duplication of the elastic lamina are also noted.
- Fig. 18, 19, 20.** G-I (14 days): The microphotograph shows organizing thrombus in the grafted vessel lumen and aneurysmal dilatation. Early fibrosis of the muscle layer and adventitia are also seen. Elastic stain reveals partial disruption of internal elastic lamina is noted.
- Fig. 21, 22, 23.** G-I (60 days): The microphotograph shows intimal separation and more pronounced aneurysmal dilatation of the grafted vessel wall with irregular disruption or duplication of the elastic lamina.
- Fig. 24, 25, 26, 27.** G-I (7 days): The microphotograph shows early organizing thrombus in the grafted vessel lumen with disruption of the elastic lamina. Severe inflammatory reaction of the grafted vessel wall is noted with heavy infiltration of lymphocytes, plasma cells and eosinophils, suggesting of acute rejection.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5. G- I (3 days) H-E staining $\times 100$.

Fig. 6. G- I (3 days) Masson trichrome staining $\times 40$.

Fig. 7. G- I (7 days) H-E staining $\times 40$.

Fig. 8. G- I (7 days) H-E staining $\times 100$.

Fig. 9. G- I (7 days) Masson trichrome staining $\times 100$.

Fig. 10. G- I (14 days) H-E staining $\times 40$.

Fig. 11. G- I (14 days) H-E staining $\times 100$.

Fig. 12. G- I (14 days) Masson trichrome staining
 $\times 100$.

Fig. 13. G-Ⅱ (4 days) H-E staining×40.

Fig. 14. G-Ⅱ (4 days) Masson trichrome staining ×40.

Fig. 15. G-Ⅱ (7 days) H-E staining×40.

Fig. 16. G-Ⅱ (7 days) Masson trichrome staining ×40.

Fig. 17. G-Ⅱ (7 days) Elastic staining×40.

Fig. 18. G-Ⅱ (14 days) H-E staining×40.

Fig. 19. G-Ⅱ (14 days) Masson trichrome staining $\times 40$.

Fig. 20. G-Ⅱ (14 days) Elastic staining $\times 40$.

Fig. 21. G-Ⅱ (60 days) H-E staining $\times 40$.

Fig. 22. G-Ⅱ (60 days) Masson trichrome staining $\times 40$.

Fig. 23. G-Ⅱ (60 days) Elastic staining $\times 40$.

Fig. 24. G-Ⅱ (7 days) H-E staining $\times 40$.

Fig. 25. G-Ⅱ (7 days) H-E staining×400.

Fig. 26. G-Ⅱ (7 days) Masson trichrome staining×40.

Fig. 27. G-Ⅱ (7 days) Elastic staining×40.