

미세수술을 이용한 손상수부의 재건*

한양대학교 의과대학 정형외과학교실

김광희 · 이광석 · 김태승 · 김병석

= Abstract =

The Reconstruction of Injured Hands by Microsurgery

Kwang Hoe Kim, M.D., Kwang Suk Lee, M.D., Tai Seung Kim, M.D.
and Byoung Suck Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

The human hand is a highly sophisticated tool of sensibility and prehension, and the reconstruction of injured hands are essential to not only reconstruct of hand function but also reconstruct of body.

Seven cases of tendocutaneous flap, a case of osteocutaneous flap, nine cases of thumb reconstruction with a free neurovascular wrap-around flap from the big toe, two cases of second toe-to-index transfer, and a case of left ring finger to right index finger transfer were performed at the Department of Orthopedic Surgery of Hanyang University Hospital, and satisfactory results were obtained both comsmetically and functionally.

Key Words: Microsurgery, reconstruction, injured hands

서 론

현대사회에서 산업의 발달과 함께 산업재해로 인한 수부손상은 점차 증가하는 추세에 있다.

수부는 신체에서 가장 섬세한 기능과 역학적 기능을 담당하고 있어, 전체 신체기능중 주관절이하가 절단된 경우의 비율은 약 40%가 된다¹⁾.

수부손상은 환자 자신은 물론 사회적으로 여러가지 문제를 야기시켜, 손상된 수부의 재건은 수지기능 및 신체기능에 있어서도 필수적인 것이다.

이에 본 한양대학교 정형외과학교실에서는 수부 손상 환자에 미세수술수술을 이용하여 tendocutaneous flap 7례, osteocutaneous flap 1례, thumb reconstruction 9례, second toe to index finger transfer 2례, left ring finger to right index finger transfer 1례등 총 20례의 수부 재건술을 실시하여 좋은 결과를 얻었기에 원경추시하여 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

증례보고

* 본 논문의 요지는 제29차 추계학술대회에서 발표된 논문임

증 례 1

21세된 여자 환자로 1981년 7월 20일 슝틀기계에 의한 좌측 수배부손상으로 모의원에 입원하여 치료하던 중 9일만에 본원 외래를 통해 입원하였다. 이학적 검사상 수지와 수배부에 피부결손이 있었으며, 염증증세와 피사가 함께 진행중이었고, 제 2, 3, 4, 5 중수골의 일부가 결손되어 노출되어 있었다. 또한 제 2, 3, 4, 5 총수지신전건의 결손이 함께 동반하였다(Fig. 1-a).

배농균 검사상 Klebsiella pneumonia와 non-fermenting Gram negative rods가 검출되어 감수성이 강한 minocin과 amiktam을 약 4주간 투약하면서 soaking dressing으로 처치하였더니, 육아조직이 생성되어 노출된 중수골이 피복되었다. 유리생전 및 생피부편 이식을 위한 검사로 요골 및 척골동맥과 좌측 족배동맥이 잘 축지되어 혈관 조영술은 시행하지 않았다.

수술은 두 팀으로 나뉘어 한 팀은 수여부인 좌측 수부의 요골동맥, 요측피정맥, 요측피정맥분지 및 표재성 요골신경의 주행을 따라 박리하고, 결손된 총수지신전건은 완관절과 지장관절 배부에서 각각 분리하였다. 다른 한 팀은 공여부인 좌측 족배부에

서 족배동맥을 중심으로 gentian violet으로 11.5×7.1cm크기로 도식한 후, 그 주행을 따라 근위부로부터 박리하면서 족배동맥 및 정맥, 복제정맥 그리고 표재성 비골신경을 분리하면서 제 2, 3, 4, 5장족지신전건과 함께 박리하여 절취하였다(Fig. 1-b). 절취한 유리생전 및 생피부편을 좌측 수배부에 피복시킨 후 제2, 3, 4, 5 장족지신전건 근위 및 원위단을 제2, 3, 4, 5 총수지신전건 근위 및 원위단에 차례로 봉합한 후 요측피정맥(2.0mm)과 복제정맥(2.0mm), 요측피정맥분지(1.5mm)와 족배정맥(1.0mm), 요골동맥(1.4mm)과 족배동맥(1.3mm), 표재성 요골

신경과 표재성 비골신경을 수술현미경하에서 각각 차례로 10-0(BV-2) 봉합사로 봉합하였으며, 피부 봉합시 rubber drain을 삽입한 후에 공여피부편을 수용피부면에 느슨하게 봉합하여 혈액순환에 지장이 오지 않도록 하였다.

이상의 수술에 있어 총 수술시간은 4시간 55분이었으며, 유리생전 및 생피부편의 단혈시간은 2시간 26분이었고, 생전길이는 10cm이었다.

수술 7개월 후 공여부 족지의 신전 및 굴곡 그리고 수여부의 수지 신전 및 굴곡운동은 양호하였

Fig. 1-a. Preoperative appearance.

Fig. 1-b. Isolated tendocutaneous flap. Skin flap; 11.5cm, tendon length; 10cm(4).

Fig. 1-c Finger flexion in postoperative 7 months.

Fig. 1-d. Finger extension in postoperative 7 months.

Table 1. Active R.O.M. of joints in postop.
7months

Finger joint	MP	PIP	DIP
Index	60/10	90/0	45/0
Middle	40/10	90/0	30/5
Ring	40/0	90/5	35/0
Little	40/0	80/0	40/0

Fig. 2-a. Preoperative appearance.

으며, 운동범위는 Table 1과 같았고, 감각에 있어 이점압통 구별은 14mm이었다(Fig. 1-c, d).

증 례 2

19세된 남자 환자로 1981년 8월 10일 Pressor에 의한 우측 수배부에 심한 좌열창 및 제2, 3 중수골의 개방성 분쇄골절로 모의원에서 치료중 제2 중수골에 골수염이 병발하여 골절제술을 실시한 후 무지와 인지의 운동장애로 1982년 12월 13일 본원 외래를 통해 입원하였다. 이학적 검사상 우수 무지의 내전연축을 볼 수 있었으며, 제2 수지의 운동장애 및 무지의 opposition 장애를 보이고 있었다(Fig. 2-a). 수술전 시행한 우측 수부의 동맥 조영술상 요골 및 척골동맥의 혈관주행은 정상소견을 보이고 있었다.

수술은 두 팀으로 나뉘어 한 팀은 수여부인 우측 수부의 요골동맥, 요골피정맥, 요골피정맥분지 및 표재성 요골신경의 주행을 따라 박리하고 다른 한 팀은 공여부인 우측 족배부에서 족배동맥을 중심으로 gentian violet으로 12×5cm 크기로 도식한 후 그 주행을 따라 박리하면서 족배동맥과 정맥, 복제정맥 그리고 표재성 비골신경을 분리하여 박리하여 제2 중수골에서 3×1×1cm 크기의 생골을 족배피부와 함께 절취하였다(Fig. 2-b). 한편 우수 무지는 진구성 연축조직 제거후 기능적 위치에서 제1 및 제2 중수골을 K-강선으로 고정시켰으며, 절손된 제2 중수골은 상하단을 소파한 후 우족배부에서 절

Fig. 2-b. Isolated osteocutaneous flap. Skin flap; 12×5cm, Bone size; 3×1×1cm.

Fig. 2-c. Grasping of thumb in postoperative 3 months.

취한 생골을 삽입하여 상하단에 각각 K-강선으로 고정한 후 생피부를 피복한 상태에서 요측피정맥(2.0mm)과 복제정맥(2.0mm), 요측피정맥분지(1.2mm)와 족배정맥(1.0mm), 요골동맥(1.2mm)과 족배동맥(1.2mm), 표재성 요골신경과 표재성 비골신경을 각각 차례로 봉합하였으며, 한개의 rubber drain을 피부봉합시 삽입하였다.

이상의 수술에 있어 총 수술시간은 6시간이었으며, 유리생골 및 생피부편의 단혈시간은 2시간 5분이었다. 수술 2주후 골주사 소견상 양호한 핵중

Fig. 3-a. Preoperative appearance.

Fig. 3-c. Postoperative appearance(12 months).

Fig. 3-b. Isolated wrap-around free flap.

방사능의 증가를 볼 수 있었으며, 수술 3개월 후 수무지의 opposition은 잘 되었고, 이점압통구별은 10mm이었다(Fig. 2-c).

증례 3

22세된 남자 환자로 1980년 2월 16일 Pressor에 의한 좌측 수무지 손상으로 모의원에서 좌측 수무지의 지골간 관절절단술을 실시한 후 수무지재건을 위하여 1982년 6월 29일 본원 외래를 통해 입원하였다(Fig. 3-a). 수술은 두 팀으로 나뉘어 한 팀은 수여부인 좌측 수부의 무지주동맥, 2개의 요측피정맥분지 및 한쌍의 수무지지간신경을 박리하였고, 다

Fig. 4-a. Preoperative appearance.

른 한 팀은 우측 장골능에서 절취한 골편을 기능적 위치로 고정시키기 위하여 두개의 K-강선으로 고정시킨 다음 좌측 족무지의 내측면을 제외한 피하층을 박리하고 조갑부를 포함한 제1 중족배동맥, 반행성정맥(vena comitans), 총배측지정맥(common dorsal digital vein), 및 한쌍의 족무지 지간신경을 분리하여 절취한 유리피부편(Fig. 3-b)으로 수부지에 고정된 이식골을 싣후 피부편의 첨단과 측면을 따라 봉합을 실시하고 수배부에 2개의 요측피정맥분지(1.5, 1.0mm)와 반행성정맥(1.0mm) 및 총배측지정맥(1.5mm), 무지주동맥(1.2mm)과 제1 중족배동맥(1.5mm) 그리고 한쌍의 수무지지간신경과 한쌍의 족무지지간신경을 각각 차례로 수술현미경하에 10-0(BV-2)봉합사로 봉합하였다.

이상의 수술에 있어 총 수술시간은 5시간 45분이었으며, 단혈시간은 1시간 42분이었고, 이식에 필요한 생피부편의 크기는 3.2×6.8cm, 이식골편의 크기는 2×0.7cm이었다. 수술 12개월 후 수무지의 운동성은 지간관절이 고정된것 외에는 정상으로 회복되었으며, 이점압통구별은 7mm이었다(Fig. 3-c).

증례 4

Fig. 4-b. Isolated wrap-around free flap.

Fig. 4-c. Opposition in postoperative 9 months.

Fig. 5-a. Preoperative appearance.

26세 된 남자 환자로 1980년 1월 28일 우측 수무지의 전기감전사고로 모의원에서 우측 수무지의 제 1 수장골 경부에서 절단하여 피부이식을 실시한 환자로 우측 수무지의 재건을 위하여 본원 외래를 통하여 1983년 2월 5일 입원하였다(Fig. 4-a).

수술은 두 팀으로 나뉘어 한 팀은 수여부인 우측 수부에서 무지주동맥, 2개의 요측피정맥분지 그리고 표재성 요골신경의 분지와 한쌍의 수무지지간신경을 박리하였으며, 우측 장골능에서 골편을 절취하여 이를 무지의 지간관절과 지장관절의 기능적 고정위치로 다듬어 절단된 우측 수무지에 2개의

Fig. 5-b. Isolated second toe.

Fig. 5-c. Pinching of thumb in postoperative 5 months.

Fig. 6-a. Preoperative appearance.

Fig. 6-c. Writing of thumb in postoperative 6 months.

재성요골신결 및 한쌍의 지간신경과 공여부에 심재성 비골신경 및 한쌍의 족무지의 지간신경을 각각 차례로 봉합하였다.

이상의 수술에 있어 총 수술시간은 5시간 15분이었으며, 단혈시간은 1시간 50분이었다. 수술 9개월 후 수무지의 운동은 인지와 중지사이의 pinch 운동은 정상이나 환지와 소지사이의 pinch 운동은 불가능하였으며, 이점압통구별은 10mm 이었다(Fig. 4-c).

Fig. 6-b. Isolated left ring finger.

K-강선으로 고정을 실시하였으며, 다른 한 팀은 공여부인 우측 족무지에서 증례 3과 같은 방법으로 족배동맥, 복제정맥, 반행성정맥 그리고 심재성 비골신경과 족무지지간신경을 각각 분리하여 절취한 후(Fig. 4-b), 이를 우측 수무지에 고정한 이식골편에 피복한 후 피부편의 천단과 측면을 따라 봉합을 실시하고, 2개의 요측피정맥분지(1.3, 1.0mm)와 복제정맥(1.0mm) 및 반행성정맥(1.2mm), 그리고 요골동맥(1.3mm)과 족배동맥(1.2mm)을 수술현미경하에 10-0(BV-2) 봉합사로 봉합한 후 수여부에서 표

증례 5

24세 된 여자 환자로 1964년 국수만드는 기계에 의한 손상으로 모보전소에서 좌측 인지 근위지간관절절단술을 받고 좌측인지의 재건을 위해 1984년 4월 22일 본원 외래를 통해 입원하였다(Fig. 5-a).

수술은 두 팀으로 나뉘어 한 팀은 수여부인 좌측 수부의 무지주동맥, 요측피정맥의 분지, 그리고 한쌍의 지간신경을 확인하여 박리하고 또한 굴곡 및 신전전도 분리하였다. 다른 한 팀은 공여부인 좌측 족부에서 족배동맥, 복제정맥의 분지, 한쌍의 지간신경과 족지신전전 및 굴곡전을 박리한 후 제2 족

지의 근위지골중위부에서 절단하여(Fig. 5-b), 제 2 수지에 부착시킨 후 금속사로 Crisscross고정을 시행하고 K-강선으로 원위지골부터 중위지골 저부까지 삽입한 후 족지굴곡 및 신전건을 인지의 굴곡 및 신전건에 각각 4-0 Dexon 봉합사로 봉합후 요측 피정맥의 분지(1.5mm)와 복제정맥의 분지(1.8 mm), 무지주동맥(1.3mm)과 족배동맥(1.5mm), 그리고 수여부의 한쌍의 지간신경과 공여부의 한쌍의 지간신경을 각각 차례로 봉합하였다.

이상의 수술에 있어 총 수술시간은 5시간 30분이었으며, 단혈시간은 1시간 50분이었다. 수술 5개월 후 제 2 수지의 운동성은 근위지간 관절의 운동범위는 0°~75°이었으며, 원위지간 관절의 운동범위는 10°~20°로 제한되어 있었다. 그리고 이 점압통구별은 7mm이었다(Fig. 5-c).

증례 6

26세된 남자 환자로 1975년 12월 경운기 사고로 모의원에서 우측 인지 근위지골 기저부 절단술을 실시한 후 정신적인 문제로 재건을 위해 1984년 7월 11일 본원 외래를 통해 입원하였다(Fig. 6-a).

수술은 두 팀으로 나뉘어 한 팀은 우측 인지의 2개의 지간동맥, 1개의 표재성 배측 수골정맥 그리고 한쌍의 지간신경을 확인하여 박리하고, 또한 심지굴곡건 및 신전건을 분리하였다. 다른 한 팀은 공여부인 좌측 환지의 2개의 지간동맥, 1개의 표재성 배측 수골정맥, 그리고 한쌍의 지간신경을 확인하여 박리하고, 또한 심지굴곡건 및 신전건을 박리한 후, 약 7.5cm 길이로 좌측 환지첨부에서 근위지골 기저부까지 절취하여(Fig. 6-b). 우측 인지의 절단부위인 근위지골저부에 부착시킨 후 금속사로 Crisscross고정을 시행하고, K-강선으로 근위지골부터 중수골까지 삽입한 후 심지굴곡건 및 신전건을 각각 4-0 Dexon 봉합사로 봉합후, 좌측 환지의 2개의 지간동맥(0.8, 1.0mm)과 우측 인지의 2개의 지간동맥(0.8, 1.0mm), 좌측 환지의 표재성 배측 수골정맥(1.2mm)과 우측 인지의 표재성 배측 수골정맥(1.2mm), 좌측 환지의 한쌍의 지간신경과 우측 인지의 한쌍의 지간신경을 각각 차례로 봉합

하였다.

이상의 수술에 있어 총 수술시간은 5시간 5분이었으며, 단혈시간은 1시간 45분이었다. 수술 6개월후 우측 인지의 운동성은 지장관절에 약간의 운동장애 이외에는 정상소견을 보였고, 이점압통구별은 5mm로 정상범위이었다(Fig. 6-c).

고찰

최근 외과에서 크게 각광을 받고 있는 수술기는 미세수술이다.

미세수술의 발달과정을 보면 1917년 Esser¹²⁾가 single vascular pedicle에 기초를 둔 composite flap을 시도하고, 1923년 Holmgren²²⁾이 중이수술에 dissecting binocular microscope을 임상에 처음 사용한 이래, 신장이식술이 발달할 때까지 혈관문합술과 tissue transplantation은 성공하지 못했다. Transplant surgery를 최초로 설립한 Lee¹³⁾는 작은 혈관의 문합술을 위해 많은 노력을 했으나, 전통적인 방법으로는 혈관수술에 대한 많은 가능성에도 불구하고 직경 4mm이하의 혈관문합술 후에는 나쁜 결과를 초래한다고 보고하였다. 1960년 Jacobson과 Suarez²⁷⁾가 최초로 관상동맥수술에 수술현미경하에서 직경 2mm이하의 혈관문합술을 시도한 후 미세수술의 발전을 가져왔다.

1962년 5월 23일 Ronald Malt³³⁾는 상완부 절단을 처음 재접합하여 성공하였고, 1962년 11월 Harold Kleinert²⁹⁾가 부분절단된 수무지를 9-0 봉합사로 수지동맥 문합술후 재접합에 성공하였고, 1965년 7월 22일 Komatsu와 Tamai³⁰⁾가 완전절단된 수무지를 무지주동맥 재문합술후 수지 재접합에 성공한 이래, 1970년대에 Kentucky의 Louisville에서 Kleinert와 Kutz, Austratia의 Melbourne에서 O'Brien, 일본의 히로시마에서 Ikuta, Australia의 Sydney에서 Lendvey와 Owen, North Carolina의 Durham에서 Urbaniak에 의해 replant center가 발족되었고, O'Brien은 Zeiss triploscope를 개량하였고, 영국의 Acland⁶⁾와 미국의 Buncke⁷⁾는 미세수술기구와 미세수술바늘과 미세금속봉합사를 발달시

Table 2. Comparison of skin flap coverage techniques

Type of flap	Survival			Number of general anesthetics	Hours of General Anesthesia	Days of Immobilization	Days of Hospitalization	Total cost
	Complete	Partial	Failure					
Cross-leg(18)	14	3	1	3.7	9.1	32.8	62.3	\$ 10,325
Jump(6)	2	3	1	9	21.7	120.8	121.2	\$ 21,731
Free(17)	10	3	4	1.7	12.7	15.7	36.2	\$ 9,071

Table 3. Tendocutaneous flap

Case	Age	Sex	Hand injury	Cause of injury	Size(cm)	Tendon length used(cm)(No.)	Recipient tendon
1.	40	M	Lt.	electrical burn	9×3.5	10(1)	ext. pollicis longus
2.	21	F	Lt.	willowing machine	11.5×7.1	10(4)	ext. digi. communis (2nd-5th)
3.	17	F	Lt.	roller	6.5×6	10(3)	ext. digi. communis (2nd, 3rd, 5th)
4.	38	M	Rt.	spinning machine	11×5.5	17(2)	ext. digi. communis (2nd, 3rd)
5.	35	M	Lt.	electrical burn	9×8	11.5(4)	flex. digi. profundus (2nd-5th)
6.	33	M	Rt.	spinning machine	9×8	10(3)	ext. digi. communis (2nd, 3rd, 4th)
7.	27	M	Lt.	electrical burn	11×5	8(3)	flex. digi. profundus (2nd, 3rd, 4th)

Artery anastomosed recipient-donor	Vein anastomosed recipient-donor	Nerve anastomosed recipient-donor	Operation time	Ischemic time	Survival
R.A.—D.P.A.	C.V. and V.C. —S.V. and M.D.V.	S.R.N.—S.P.N.	4hrs 30min	2hrs 25min	Survival
R.A.—D.P.A.	C.V. and V.C. —S.V. and M.D.V.	S.R.N.—S.P.N.	4hrs 30min	2hrs 26min	Survival
R.A.—D.P.A.	C.V. and V.C. —S.V. and M.D.V.	S.R.N.—S.P.N.	4hrs 30min	1hrs 58min	Survival
R.A.—D.P.A.	C.V. and V.C. —S.V. and M.D.V.	S.R.N.—S.P.N.	5hrs 30min	2hrs 40min	Survival
R.A.—D.P.A.	C.V. and V.C. —S.V. and M.D.V.	S.R.N.—S.P.N.	7hrs 30min	2hrs 30min	Survival
R.A.—D.P.A.	C.V. and V.C. —S.V. and M.D.V.	S.R.N.—S.P.N.	5hrs 30min	2hrs 35min	Survival
R.A.—D.P.A.	C.V. and V.C. —S.V. and M.D.V.	S.R.N.—S.P.N.	8hrs 30min	2hrs 9min	Survival

R.A.: radial artery, D.P.A.: dorsalis pedis artery, C.V.: cephalic vein, V.C.: vena comitans, S.V.: saphenous vein, M.D.V.: median dorsal vein, S.R.N.: superficial radial nerve, S.P.N.: superficial peroneal nerve

켜 미세수술의 현저한 발전을 가져왔다.

피부결손을 피복하기 위하여 전통적인 방법으로는 수개월이 걸려 여러 단계를 거쳐 공여부로부터 수여부로 유경피부편이식(pedicle graft)이나 관통피부편이식(tube graft)을 시행하였다.

Gersuny¹⁸⁾ (1887)와 Monks¹⁹⁾ (1898)가 안검수술에 Island flap을 시행하고, Esser¹²⁾ (1917)가 Island flap에 대해 처음 기술한 이래, 이 Island flap은 재

건술의 기본이 되었으며, 수술현미경을 이용한 미세혈관 봉합술이 발달하면서 혈관부착 생피부편을 피부결손 부위에 이동시켜, 공여부와 수여부의 혈관을 봉합하므로써 기능과 미용면에서 원형에 가장 가깝게 회복시킬 수 있게 되었으며, 이를 유리생피부편(free flap)이라고 하였다^{10, 40)}.

Daniel과 Taylor¹⁰⁾는 유리생피부편은 피부와 피하조직을 포함한 composite tissue를 원거리 공여부

Table 4. Thumb reconstruction

Case	Age	Sex	Hand injury	Cause of unjury	Level of amputation	Artery anastomosed recipient-donor
1.	33	M	Rt.	roller	P.P.	P.P.A. - D.P.A.
2.	22	F	Rt.	roller	P.P.	P.P.A. - D.P.A.
3.	22	M	Lt.	pressor	I-P joint	1st M.A. - D.P.A.
4.	24	F	Rt.	spinning machine	P.P.	P.P.A. - D.P.A.
5.	26	M	Rt.	electical burn	M-P joint	P.P.A. - D.P.A.
6.	20	M	Lt.	cultivator	Metacarpal	P.P.A. - D.P.A.
7.	25	F	Lt.	sickle	I-P joint	P.P.A. - D.P.A.
8.	17	F	Rt.	fodder-chopper	Metacarpal	P.P.A. - D.P.A.
9.	20	M	Lt.	explosive injury	P.P.	P.P.A. - D.P.A.

Vein anastomosed recipient-donor	Nerve anastomosed recipient-donor	Operation time	Ischemic time	Survival
C.V. and its branch - S.V. and V.C.	S.R.N. - D.P.N.	7hrs	1hr 40min	Survival
C.V., B.V. - S.V. and V.C.	S.R.N. - D.P.N.	6hrs 45min	1hr 37min	Survival
D.V. and V.C. - B.V.(2)	2 D.N. - 2 D.N.	5hrs 45min	1hr 42min	Survival
S.V. and V.C. - C.V. and V.C.	D.N. - D.P.N., D.N.	5hrs 30min	1hr 57min	Survival
C.V.(2) - S.V. and V.C.	S.R.N. and 2 D.N. - D.P.N. and 2 D.N.	5hrs 15min	1hr 50min	Survival
C.V. - S.V.	S.R.N. and 2 D.N. - D.P.N. and 2 D.N.	5hrs 15min	1hr 11min	Partial necrosis
C.V.(2) - S.V. and its branch	S.R.N. and 2 D.N. - D.P.N. and 2 D.N.	5hrs 30min	1hr 25min	Survival
C.V. and V.C. - S.V. and V.C.	S.P.N. and 2 D.D. - D.P.N. and 2 D.N.	7hrs 10min	2hr 20min	Survival
C.V. - S.V.	2 D.N. - 2 D.N.	6hrs 50min	3hr 10min	Partial necrosis

P.P.: proximal phalanx, I-P: interphalangeal, M-P: metacarpophalangeal, P.P.A.: princeps pollicis artery, D.P.A.: dorsalis pedis artery, C.V.: cephalic vein, S.V.: sapenous vein, V.C.: vena comitans, B.V.: basilic vein, D.V.: digital vein; S.R.N.: superficial radial nerve, D.P.N.: deep peroneal nerve, D.N.: digital nerve

로부터 일단계로 옮긴 후 미세혈관봉합술에 의해 혈관재생술(revascularization)로 정의를 내렸고, Serafin 등⁴⁸⁾은 유리생피부편과 고식적인 피부이식 방법과 비교를 해보면 짧은 기간의 고정과 입원기간 및 경비면에서 절약된다고 주장하였다(Table 2).

Daniel¹⁰⁾과 O'Brien⁴¹⁾은 직경 1.1~1.4mm의 상회선장골동정맥(superior circumflex iliac artery and vein)과 상하복벽동정맥(superior inferior epigastric artery and vein)을 이용한 20×25cm 크기의 free groin flap, Fujino¹⁷⁾와 Harii²⁰⁾는 직경 1.0~1.5 mm의 내유선동정맥(internal mammary artery and vein)의 제2 및 제3 관통분지를 이용한 20×10cm 크기의 free deltopectoral flap, Fujino¹⁶⁾는 0.7~1.0

mm의 후이동정맥(posterior auricular artery and vein)을 이용한 7×6cm 크기의 free retroauricular flap, Fujino¹⁹⁾의 직경 2.0~3.0mm의 상둔동정맥(superior gluteal artery and vein)을 이용한 20×10 cm 크기 free gluteal flap, Daniel¹¹⁾은 직경 2.0 mm의 족배동정맥(dorsalis pedis artery and vein)을 이용한 10×10cm 크기의 free dorsalis pedis flap을 보고하였다.

O'Brien과 Shanmugan⁴²⁾은 족배동맥을 이용한 유리생피부편 이식술에 성공하였고, McCraw와 Furlow³⁹⁾에 의하여 14×12cm 크기의 유리생피부편 이식술에 성공하였고, Ohmori와 Harii⁴⁴⁾는 수배부의 피부결손과 감각소실을 회복시키기 위하여

신경 및 혈관부착 족배유리생피부편 이식술을 시행하여 성공하였다고 보고하였다.

Daniel 등¹¹⁾은 족배유리생피부편은 일차수술로서 피부결손을 완전히 회복할 수가 있고, 유리생피부편의 피하조직이 적고 얇아서 수여부의 피부에 잘 조화되어 외관상 보기가 좋으며, 공여부 혈관의 직경이 1.0mm 이상이므로 봉합하기 쉬우며, 감각신경 분지가 분포되어 있어 이점압통 구별이 약 10mm 이내이고, neurovascular stalk가 길고, 피부편의 크기는 약 10×10cm 정도로 절취할 수 있고, 공여부의 반흔이 눈에 잘 띄지 않으며, 수부에는 좋은 탄력을 가져오기에 수부결손에 대한 재건조직으로는 매우 좋은 공여부^{4,10,14)}이나, 단점으로는 박리하기가 힘들고, 피부편의 크기가 한정되어 있으며, 족배부에서도 중요한 조직으로 가끔 후유증이 발생하는 것과 유리생피부편의 털이 발생하는 것¹¹⁾이라고 하였다. Branton과 Biggs⁹⁾는 상지 및 하지전에서 신축력의 차이가 없음을 보고하면서 굴곡전의 차이가 없음을 동시에 보고하는 한편, Morrison 등⁷⁾은 족배유리생피부편과 함께 단족지 신전건을 이식할 수 있다고 보고하였다.

본 증례 1^{*)}은 tendocutaneous flap 7례(Table 3) 중 1례로서, 1981년 3월 19일 시술한 예로써 세계적으로 보고를 찾아볼 수 없었고, 또한 국내에서도 처음으로 장족지 신전건이 포함된 신경 및 혈관부착 족배유리생피부편을 이용하여 수여부의 결손 부위에 이식하여 성공한 예로 공여부의 족지운동은 단족지 신전건에 의해 지장이 없는 좋은 결과를 얻었다.

전기화상의 경우 전압, 전류량, 조직의 조향력, 조직의 감수성, 전류의 종류, 전류의 경로, 전기 접촉부위와 넓이, 접촉시간과 전기밀도에 따라 손상의 심각성과 분포가 결정된다고²³⁾ 한다.

전류에 대한 조직의 저항력은 골, 지방, 전, 피부, 근육, 혈관 및 신경순으로 약해진다²³⁾고 하고, 피부파괴 양상은 entry wound, exit wound, arc burn 그리고 광범위 체표화상으로 이루어지고, 전기가 접지될 때 광범위 체표손상이 일어나고, arcing current에 의해 발생된 열은 3,000~20,000°C에 이른다⁹⁾고 한다.

신경과 혈관은 쉽게 전기를 전도하고 적은 열을 발생하나 열손상에 아주 민감하다²⁴⁾. 그러나 손상된 근육은 부종, 출혈, 피사 및 미세혈전증이 나타난다⁴⁷⁾고 하며, 한편 Hunt 등^{25,26)}은 전기화상에서 근육손상의 조기발견을 위해 ^{99m}Tc pyrophosphate scan을 이용할 수 있다고 보고한 바 있다.

전기화상의 치료에서 Quinby 등⁴⁶⁾은 수술현미경

을 이용하여 조직손실을 극소화하고, 감염방지 및 가능한한 조기에 창상봉합을 할 수 있다고 하였고, 말초신경의 손상²⁷⁾의 빈도는 정중신경, 상완 신경총, 비골신경, 척골신경등이라고 보고하였고, 대부분의 환자에서는 영구손상이 초래된다고 보고하였는데, 이는 수상후 수년간 발생된 신경초 반흔과 신경 국소빈혈로 기인된다고 하였다.

전기화상의 치료목적²⁸⁾은 기능의 증진, 미용 및 생산활동에 조기복귀라고 하였다.

본 교실에서는 좌측 완관절부의 전기화상으로 인한 볼크만저혈성 구축증과 피부궤양이 있는 환자에 족배유리생전 및 생피부편 이식술과 양측 비복신경 이식을 동시에 시행한 환자에서 미용면에서 좋은 결과를 얻었으나, 기능면에서는 다른 원인에 의한 족배유리생전 및 생피부편 이식술을 받은 환자와 비교하여 볼 때 전기화상 환자들에서는 기능면에서 좋은 결과를 얻지 못했다. 이는 전류에 대한 저항이 약한 신경, 혈관 및 근육에 손상이 크므로 기능면에서 좋은 결과를 얻지 못한 것으로 사료된다.

1974년 Östrup과 Fredrickson⁴⁸⁾은 하악골결손 환자의 재건을 위해 미세혈관을 이용한 늑골이식을 실시한 이후, O'Brien 등⁴¹⁾은 미세수술을 이용한 생골이식의 운명에 대한 실험적 연구에서 생골은 국소염증에 대한 저항이 강하고 골유합이 빠르며, 골흡수가 적다고 보고하였으며, 또한 Taylor 등⁵⁰⁾은 혈관문합이 실패하여도 이식골편은 일반적으로 고식적인 이식골로서 작용할 수 있다고 보고하였다.

본 증례 2^{*)}는 1982년 12월 23일 시술한 예로, 세계적으로 그 보고를 찾아볼 수 없었으며, 또한 국내에서도 처음으로 제 2 중족지골편이 포함된 신경 및 혈관부착 족배유리생골 및 생피부편을 이용하여 수여부의 결손부위에 이식하는데 성공한 예로 좋은 결과를 얻었다. 이는 1978년 O'Brien 등⁴⁹⁾은 혈관부착 생골이식이 고식적인 골이식보다 골유합의 기간이 짧고, 이식골의 흡수가 적으며, 국소염증에 대하여 저항력이 강하다고 보고한 내용과 일치함을 알 수 있었다.

1874년 Huguier²⁴⁾가 절단 수무지에 있어서 기능적 개선을 위한 phalangization을 보고한 이후 Green¹⁹⁾은 수무지 재건의 필수조건으로 감각성, 운동성, 적당한 길이, 회선하지 않는 충분한 크기의 연피(pulp), 그리고 연피의 안정성 및 통증이 없어야 한다고 주장하였으며, 1978년 O'Brien 등²⁸⁾은 족부지 유리생피부편을 이용한 수무지 재건술로 위의 여러 가지 조건과 이차적결손이 수무지에 남지 않는다고 보고하였으며, 본 수술의 적응이 되는 것은 절단된 수무지에 이차적으로 시행가능하고, 피부와

조갑부가 손실된 degloving injury가 있을 때, 일차적으로 시행할 수 있으며, 실패한 수무지 재접합에 재건수술시에도 시행할 수 있다.

그런데 본 수술의 금기는 어린이에서는 적용되지 않으며, 그 이유로는 잠재적 성장결핍이 초래된다고 하며, 또한 골흡수의 빈도가 높기 때문이라고, O'Brien 등³⁹⁾이 보고하였고, 1985년 Doi 등⁴⁰⁾은 족무지 유리생피부편을 이용한 수무지 재건술에는 골흡수, 연피의 돌출, 수무지 기저부의 피부위축, 조갑부 변형등의 문제점이 있으나 골이식의 형태와 flap design의 수정으로 극복할 수 있다고 보고하였다. 또한 공여부의 결손치유후 기능적 장애도 없었다고 보고하였다.

Urbanik⁴¹⁾은 족무지 유리생피부편을 이용한 수무지 재건술의 적응은 중수골지골간 관절의 원위부의 절단에 이용할 수 있다고 보고하였다.

본 증례 4는 thumb reconstruction 9례(Table 4) 중 1례로서 제1 중수골경부 절단시에도 시행하였으며, 장골편 이식과 족무지 유리생피부편을 이용한 수무지 재건술로 국내에서 처음 시행하여 성공한 예로(1983년 2월 10일) 그 결과 공여부의 이차적 족지결손이 없고 수여부는 모양이 좋고 기능적으로 감각의 이상등을 볼 수 없었으며, 수무지의 길이와 크기, 그리고 조갑부의 크기는 이식골과 유리생피부편 분리시 임의로 조작이 가능하고, 감각성과 안정성이 좋다는 결론을 얻었다.

또한 thumb reconstruction 9례 중 2례에서 수여부와 공여부에서 각각 한개의 동맥과 한개의 정맥을 재문합한 결과 이식된 생피부편의 부분피사가 발생하였으나, 나머지 7례에서는 한개의 동맥과 두개의 정맥을 재문합하여 좋은 결과를 얻은 것으로 보아, 이식된 생피부편의 생존을 위해 한개의 동맥과 두개의 정맥을 각각 재문합하므로, 이식된 생피부편에 공급된 동맥혈의 원활한 유출이 생피부편의 생존에 중요한 관건이 되는 것을 알게 되었다. 또한 제1 수장골경부 절단시 수무지 재건은 지장관절이 이식골로 고정되어 있으므로 기능면에서는 지장이 있으나, 미용면에서는 만족할만한 결과를 얻었다.

1978년 O'Brien 등⁴²⁾은 미세수술을 이용하여 3례에서, 제2 족지를 제2 수지 및 제4 수지 재건에 사용하여 좋은 결과를 보고하였고, 1980년 Leung⁴³⁾은 제2 족지를 수지재건에 사용하여 공여부에 기능적으로나 미용면으로 좋은 결과를 가져오며, 보행시 지장이 초래되지 않고 좋은 결과를 얻었다고 보고하였다.

본 증례 5는 second toe to index finger transfer 2례 중 1례로서 수지 재건술에 동측의 제2 족지

를 이용하여 기능 및 미용면에서 좋은 결과를 얻었다.

1984년 O'Brien 등³⁹⁾은 중수골부 절단에서 수지 재건술을 위해 반대측 환지와 제2 족지 또는 제1 족지를 미세수술로 4례에서 이식하여 성공하였다고 보고하였다. 환지 이식술의 장점으로는 충분한 길이, 운동성, 감각성, 강도, wider span 및 미용면에서 우수하다고 보고하였다.

본 증례 6은 left ring finger to right index finger transfer한 예로써 기능 및 미용면에서 좋은 결과를 얻었다.

결 론

본 한양대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 미세수술을 이용하여 손상수부의 재건을 위하여 tenodcutaneous flap 7례, osteocutaneous flap 1례, thumb reconstruction 9례, second toe to index finger transfer 2례, left ring finger to right index finger transfer 1례를 시행하여 좋은 결과를 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

REFERENCES

- 1) 김광희 · 이광석 · 위광민 · 김석일: 미세 수술법을 이용한 유리생골 및 생피부편이식술. 대한정형외과학회지, 16-4: 937-944, 1981.
- 2) 김광희 · 이광석 · 조재림 · 윤영주: 족무지 유리피부편을 이용한 수무지 재건술. 대한정형외과학회지, 18-6: 1155-1164, 1983.
- 3) 김광희 · 이광석 · 조재림 · 한봉주: 미세 수술을 이용한 유리생진 및 생피부편이식술. 대한정형외과학회지, 17-4: 723-731, 1982.
- 4) 김광희 · 이광석 · 황건성 · 장병인: 미세 수술을 이용한 족배유리피부면 이식술에 대한 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 20-3: 419-426, 1985.
- 5) Acland, K.D.: New instruments for microvascular surgery. Br. J. Surg., 59: 181, 1972.
- 6) Branton, P.L. and Biggs, N.L.: Cited in Woo, S.L.-Y., Ritter, M.A., Amiel, D., Sanders, T.M., Gomez, M.A., Kwei, S.C., Garfin, S.R., and Akeson, W.H.: The biomechanical and biochemical properties of swine tendons-long term effects of exercise on digital extensors. Connective Tissue Research., 7: 177, 1980.
- 7) Buncke, H.J. and Murray, D.E.: Autogenous

- arterial interposition graft of less than 1 mm in external diameter. *Trans. Fifth Int. Congr. Plast. Reconstr. Surgeons, Melbourne, 1971.*
- 8) Charles R. Baxter: *Present concepts in the management of major electrical injury.* *Surg. Clin. North. America*, 50: 1401-1419, 1970.
 - 9) Daniel, R.K. and May, J.W. Jr.: *Free flaps: An overview. Clinical orthopedics and related research*, 133: 122-31. June, 1978.
 - 10) Daniel, R.K. and Taylor, G.I.: *Distant transfer of an island flap by microvascular anastomoses.* *Plast. and Reconstr. Surg.*, 52: 111, 1973.
 - 11) Daniel, R.K., Terzis, J. and Midgley, R.O.: *Reconstruction of sensation to an anesthetic hand by a free neurovascular flap from the foot.* *Plast. and Reconstr. Surg.*, 57: 275, 1976.
 - 12) Esser, J.S.: *Island flaps.* *N.Y. Med. J.*, 106: 264, 1917.
 - 13) Fisher, B. and Lee, S.: *Microvascular surgical techniques and research surgery.* *Surgery*, 58: 904, 1965.
 - 14) Franklin, J.D., Mithers, E.H., Madden, J.J. Jr. and Lynch, J.B.: *Use of the free dorsalis flap in head and neck repairs.* *Plastic and Reconstr. Surg.*, 63: 195, 1979.
 - 15) Fujino, T., Harashina, T. and Aoyagi, F.: *Reconstruction for aplasia of the breast and pectoral region by microvascular transfer of a free flap from the buttock.* *Plast. Reconstr. Surg.*, 56: 176, 1975.
 - 16) Fujino, T., Harashina, T. and Nakajima, T.: *Free skin flap from the retroauricular region to the Nose.* *Plast. Reconstr. Surg.*, 57: 338, 1976.
 - 17) Fujino, T., Tanino, R. and Sugimoto, C.: *Microvascular transfer of free deltopectoral dermal fat flap.* *Plast. Reconstr. Surg.*, 55: 428, 1975.
 - 18) Gersuny, R.: *Plastischer essatz der wangen schleimhaut.* *Zbl. Chir.*, 14: 706, 1887.
 - 19) Green, D.P.: *Operative hand surgery.* 1563-1618, Churchill Livingston, Now York, Edinburgh, London and Melbourne, 1982.
 - 20) Harii, K., Ohmori, K. and Ohmori, S.: *Free deltopectoral skin flap.* *Plast. Reconstr. Surg.*, 27: 231, 1974.
 - 21) Haw, C.S., O'Brien, B.M. and Kurata, T.: *The microsurgical revascularization of resected tibia in the dog.* *J. Bone and Joint Surg.*, 60-B: 266, May, 1978.
 - 22) Holmgren, G.: *Some experience in surgery of otosclerosis.* *Acta Otolaryngol. (Stockholm)*, 5: 460, 1923.
 - 23) Howard S. Sturium: *The treatment of electrical injuries.* *J. Trauma*, 11: 959-965, 1971.
 - 24) Huguier, P.C.: *Remplacement du pouce par son metacarpien, par l'agrandissement du premier espace interosseus.* *Arch. Gen. Med.*, 1: 78, 1874.
 - 25) Hunt, J.L., Lewis, S., Parkey, R. and Baxter, C.R.: *The use of technetium-99m stannous pyrophosphate scintigraphy to identify muscle damage in acute electrical burns.* *J. Trauma*, 19: 409-413, 1979.
 - 26) Hunt, J.L., Sato, R.M. and Baxter, C.R.: *Acute electrical burns-current diagnostic and therapeutic approach to management.* *Arch. Surg.*, 115: 434-438, 1980.
 - 27) Jacobson, J.H. and Suaret, E. L.: *Microsurgery and anastomosis of small vessels.* *Surg. Forum*, 11: 243, 1960.
 - 28) Kazuteru Doi, Noriyuk: *Kuwata, and Shinya Kawai: Reconstruction of the thumb with a free wrap-around flap from the big toe and an iliac bone graft.* *J. Bone and Joint Surg.*, 67-A: 439, March, 1985.
 - 29) Kleinert, H.E., Kasten, H.L. and Romerg J. L.: *Small blood vessel anastomosis for salvage of severely injured upper extremities.* *J. Bone Joint Surg.*, 45-B: 788, 1963.
 - 30) Komatsu, S. and Tamai, S.: *Successful replantation of a completely cut off thumb.* *Plast. Reconstr. Surg.*, 43: 374, 1968.
 - 31) Leung, P.C.: *Transplantation of the second toe to the hand.* *J. Bone and Joint Surg.*, 62-A: 990, Sept., 1980.
 - 32) Lynn Solem, Ronald P. Fischer and Richard G. Strate: *The natural history of electrical injury.* *J. Trauma*, 17: 487-491, 1977.
 - 33) Malt, R.S.: *Replanon of severed arms.* *J.A.M.A.*, 199: 114, 1964.
 - 34) McBide: *Disability evaluation and principles of treatment of treatment of compeensable inju-*

- ries., p68, 6th Ed., Lippincott, 1963.
- 35) McCraw, J.B. Mr. and Furlow, L.T. Jr: *The dorsalis pedis arterilized flap. A Clinical study plast. and Reconstr. Surg.*, 55: 117, 1975.
 - 36) Monks, G.H.: *The restoration of a lower eyelid by a new method. Boston Med. Surg. J.*, 139: 385, 1898.
 - 37) Morrison, W.A., O'Brien, B.M. and MacLeod, A.M.: *The flap as donor-site in reconstruction Microsurgery. World J. Surg.*, 3: 43, 1979.
 - 38) Morrison, W.A., O'Brien, B.M. and MacLeod, A.M.: *Thumb reconstruction with a free neurovascular wrap-around flap from the big toe. J. Hand Surg.*, 5: 575-583, 1980.
 - 39) Morrison, W.A., O'Brien, B.M. and MacLeod, A.M.: *Ring finger transfer in reconstruction of transmetacarpal amputations. J. Hand Surg.*, 4-11, 1984.
 - 40) O'Brien, B.M., Haw, C.S. and Kurata, T.: *The microsurgical revascularisation of resected segments of tibia in the dog. J. Bone and Joint Surg.*, Vol. 60-B, No. 2: 266-270, 1978.
 - 41) O'Brien, B.M., MacLeod, A.N., Hayhurst, J. W. and Morrison, W.A.: *Successful transfer of a large island flap from the groin the to foot by microvascular anastomoses. Plast. Reconstr. Surg.* 52-271, 1973.
 - 42) O'Brien, B.M., MacLeod, A.N. and Threlfall, G.N.: *Microvascular second toe transfer for digital reconstruction J. Hand Surg.*, 3(): 123, 1978.
 - 43) O'Brien, B.M. and Shanmugen, M.: *Experimental transfer of composite free flap with microvascular anastomoses. Australian and New Zealand J. Surg.*, 13: 285, 1973.
 - 44) Ohmori, K. and Harii, K.: *Free dorsalis pedis flap to the hand with microvascular anastomosis. Plast. and Reconstr. Surg.*, 58-546, 1976.
 - 45) Ostrup, L.T. and Fredrickson, J. A.: *Distant transfer of a free living bone graft by microvascular anastomoses: An experimental study. Plast. Reconstr. Surg.*, 54: 264, 1974.
 - 46) Quinby, W.C., Burke, J.F., Trelstad, R.L. and Caulfield, J.: *The qle of microscopy as a guide to pimary excision of high-tension electrical burns. J. Trauma*, 18: 423-431, 1978.
 - 47) Roger E. Salisbury, John L. Hunt, Gleun D. Warden and Basil A. Pruitt: *Management of electrical burns of the upper extremity. Plast. and Reconstr. Surg.*, 51: 648-652, June, 1973.
 - 48) Serafin, D., Georgiade, N.G. and Smith, D.H.: *Comparison of free flaps with pedicle flaps for coverage of defects of the leg or foot, plast. Reconstr. Surg.*, 59: 492, 1977.
 - 49) Taylor, G.I. and Daniel, R.K.: *The free flap; composite tissue transfer by vascular anastomoses. Australia and New Zealand J. Surg.*, 43: 1, 1973.
 - 50) Taylor, G.I., Miller, D.H. and Ham, F.J.: *The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular techniques. Plast. and Reconstr. Surg.*, 55: 533, 1975.
 - 51) Ugland, O.M.: *Electrical burns; A clinical experimental study with special reference to peripheral nerve injury. Suand. J. Plast. Reconstr. Surg. Supplementum 2*, 1967.
 - 52) Urbaniak, J.R.: *Wrap-around precedure for thumb reconstruction. Hand Clinics*, May, 1985.