

## 요측 전완부 감각 피판을 이용한 감각 재건

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

이광석 · 한승범 · 서동원 · 김형식

— Abstract —

### Sensory Reconstruction in Sensate Radial Forearm Flap Transfer

Kwang-Suk Lee, M.D., Seung-Bum Han, M.D.,  
Dongwon Suh, M.D., Hyung-Sik Kim, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea*

**Purpose** : The sensory radial forearm flap is used to recover the soft tissue defect of hand and foot. The aim of this study is to evaluate the results after sensory reconstruction using sensate radial forearm flaps.

**Materials and Methods** : There were 9 cases of 8 patients (6 males and 2 females). The 7 cases of 6 patients were donated to foot, the 2 cases of 2 patients to hand. At operation, the ages of them ranged from 18 to 63 years (mean: 37.9 years). Sensory evaluation was performed using percentage(%) of responding area to the pinprick test and the static and moving two-point discrimination test (s-2PD and m-2PD).

**Results** : The mean percentage of responding area to the pin prick test was 48.5%. The mean s-2PD and m-2PD of recipient hands were 37.2 mm and 28.8 mm. The mean s-2PD and m-2PD of recipient feet were 46.7 mm and 45.0 mm. The mean s-2PD and m-2PD of controls were 23.5 mm and 19.7 mm.

**Conclusion** : All the recipients were less sensitive than the control, but the recipient hands more sensitive than the recipient feet. Although the small numbers were studied, the results suggested that the recovery of sensation in the innervated flaps was influenced by the recipient nerve. So the donor nerve seems to be selected as more sensitive and more distal nerve of donor site for better outcome.

---

**Key Words** : Sensate radial forearm flap, Recipient nerve, Sensory reconstruction

## I. 서 론

수부에서의 감각은 상지의 기능에서 중요한 부분을 차지하며, 족부 또한 일상생활에서 신발을 착용하고 체중에 의해 압박을 받을 수 있는 부위로서 피부와 더불어 감각의 재건은 중요하다. 화상이나 교통사고 또는 산업장에서의 사고로 수족부의 좌열창이 발생되어 수부 및 족부의 피부감각이 소실되는 경우를 종종 경험하게 된다. 최근 이처럼 감각이 소실된 경우 감각을 회복시키기 위한 여러 종류의 피판술이 제시되어왔으며, 그중 요측 전완부 피판은 전완 피부 신경(antebrachial cutaneous nerve)과 같이 절취하여 감각 재건 피판(sensate radial forearm flap)으로 흔히 사용된다<sup>4,5,7)</sup>.

저자들은 수부 또는 족부의 연부조직의 손상으로 인한 연부조직의 결손 및 감각의 소실을 보이는 환자들에게 요측 전완부 감각 피판술을 시행한 후 피판의 감각 회복 양상을 관찰하였다.

## II. 대상 및 방법

1995년 10월부터 2000년 2월 사이에 한명의 수술자에 의해 시행된 요측 전완부 감각피판술 중 1년 이상 추시가 가능했던 8명 9례를 대상으로 하였다. 수여부는 족부가 6명 7례였으며 수부가 2명 2례였다. 동맥의 문합은 요골 동맥과 후경골 동맥이 5례로 가장 많았으며, 요골동맥과 발등동맥이 2례, 요골동맥과 요골동맥이 1례, 요골동맥과 엄지오뎀동맥 1례였다. 감각 회복을 위한 공여 신경은 전례에서 외측 전완 표재 신경을 이용하였고, 수여부 신경은

표재 비골 신경이 2례, 경골 신경의 내측 종골 분지가 2례, 비복 신경 1례, 복재 신경 2례, 표재 요골 신경이 2례 였다(Table. 1,2). 감각 회복의 정도는 pin prick검사를 이용하여 감각을 보였던 부위를 모는 종이(square sheet)에 표시하여 백분율로 조사했고, 정적 및 동적 이점 식별 검사를 5회 시행하여 평균값을 구해 건측의 요측 전완부와 비교하여 감각 회복을 평가하였으며(Fig. 1,2), singed rank sum test를 이용하여 통계적 유의성을 판정하였다.

### 수술방법

수술 전 검사로 공여부인 전완부에 대해 doppler 검사 및 Allen test를 시행하여 척골동맥의 혈행을 확인하였으며 수여부에 대해 doppler 검사 및 혈관 조영술을 시행하여 문합동맥의 위치 및 크기를 결정하였다.

수술은 두 팀으로 나뉘어 한 팀은 수여부에 대해 연 절제를 시행한 후 손상조직의 결손의 크기를 반 투명지를 이용하여 디자인하였으며 수여부의 신경과 혈관들을 박리하였다. 다른 한 팀은 공여부에 대해 디자인 된 반 투명지를 이용하여 혈관 조영술 및 doppler 검사로 확인한 공여 혈관을 중심으로 유리피부편을 절취하였다. 피부편의 박리는 내측에서 시작하여 외측의 방향으로 절취 중 혈관을 제외한 모든 조직을 분리하여 압박대를 풀어 이식편의 생존을 확인한 후 10분간 관류시킨 다음 최종적으로 혈관을 분리하였다. 신경이식은 외측 전완피 신경(lateral antebrachial cutaneous nerve)을 포함하여 절취하였다. 분리된 유리조직은 미세수술 수기하에서 동맥 및 정맥문합을 시행하였고, 혈관 문합중에는 10 IU/ml 헤파린 용액(heparinized saline)으로 혈관내를 세척하여 혈전

Table 1. Patient data

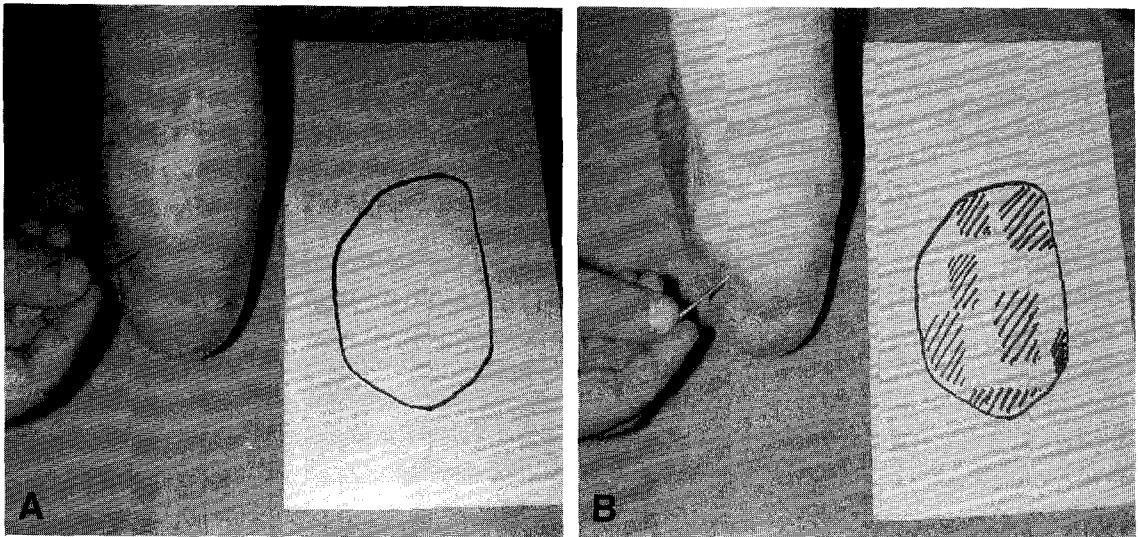
No.	Sex	Age	Hx	Location of lesion	Flap size(cm × cm)
1	M	56	Heel sore	Rt. heel	9.5 × 7.0
2	M	56	Heel sore	Lt. heel	10 × 8.0
3	M	54	Crushing injury	Lt. heel	8.0 × 4.5
4	F	39	Crushing injury	Lt. foot dorsum	7.0 × 5.0
5	F	63	Infection	Lt. heel	6.0 × 4.0
6	M	18	Burn scar	Lt. foot MP joint	10.0 × 6.5
7	M	34	Degloving injury	Rt. heel	7.0 × 5.5
8	M	30	Amputation	Lt. hand 2nd metacarpal head	11.0 × 4.0
9	M	23	Burn scar	Rt. hand 1st web space	13.0 × 8.0

**Table 2. Methods**

No.	Donor N*.	Recipient N.	Donor A <sup>†</sup> /V <sup>‡</sup> .	Recipient A./V.
1	LAN <sup>§</sup>	Saphenous N.	Radial A./ VC <sup>  </sup> , Cephalic V.	Post.tibial A./ VC, Great saphenous V.
2	LAN	Sural N.	Radial A./ VC, Cephalic V.	Post.tibial A./ VC, Great saphenous V.
3	LAN	Med.calcaneal br.of tibial N.	Radial A./ VC	Post.tibial A./ VC
4	LAN	Superficial peroneal N.	Radial A./ VC, Cephalic V.	Dorsalis pedis A./ VC, Great saphenous V.
5	LAN	Saphenous N.	Radial A./ VC, Cephalic V.	Post.tibial A./ VC, Great saphenous V.
6	LAN	Superficial peroneal N.	Radial A./ VC	Dorsalis pedis A./ VC
7	LAN	Med.calcaneal br.of tibial N.	Radial A./ VC, Cephalic V.	Post.tibial A./ VC, Great saphenous V.
8	LAN	Superficial radial N.	Radial A./ VC	Princis pollicis A./ Cephalic V.
9	LAN	Superficial radial N.	Radial A./ VC, Cephalic V.	Radial A./ VC, Cephalic V.

\*N: Nerve; <sup>†</sup>A: Artery; <sup>‡</sup>V: Vein; <sup>§</sup>LAN: Lateral Antebrachial cutaneous Nerve;

<sup>||</sup>VC: Vena Comitantes.



**Fig. 1.** This figure shows pin prick test which evaluates sensory reconstruction with square sheet.

형성을 방지하였으며 혈관문합 후에는 혈관 수축을 방지하기 위해 1% lidocaine을 사용하였다.

수여부에는 혈중방지를 위해 배출관(silastic drain)을 삽입하였고 공여부의 피부결손에는 부분

층 피부이식술을 시행하였다. 수술 후에는 이식 피부편의 색깔, 온도, 혈종의 유무, 및 피하 모세혈류 회복(capillary filling)을 수시로 관찰하였으며 수술 후 미세혈류(microcirculation) 향상을 위해 500

cc, 10% Dextran을 3일간, aspirin 1.2 g과 persantin 75 mg을 14일간 사용하였다.

### III. 결 과

부분층 피부피사가 1례에서 일부 관찰되었으나 모든 예에서 이식 피판은 생존하였으며, 이식된 피판에서 pin prick 검사를 통한 감각 회복 분포는 최저 40.0%에서 최고 60.0%로 평균 48.5%이었다. 정적 이점 식별 검사에서 건축의 요측 전완부는 평균 23.5 mm였고, 족부에 이식된 피판에서는 46.7 mm, 수부에 이식된 피판에서는 37.2 mm였으며, 전체 피판의 평균은 44.6 mm였다. 동적 이점 식별 검사에서는 건축의 요측 전완부는 평균 19.7 mm였고, 족부에 이식된 피판에서는 45.0 mm, 수부에

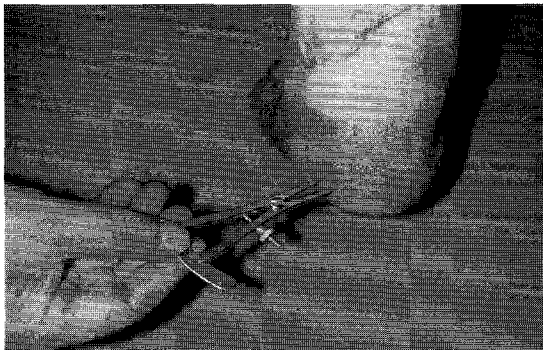


Fig. 2. This figure shows static and moving two point discrimination test.

이식된 피판에서는 28.8 mm였으며, 전체 피판의 평균은 41.3 mm였다(Table. 3, 4).

### 증례분석

연령별로는 10대가 1명 20대가 1명 30대가 3명, 50대가 2명, 그리고 60대가 1명이었다. 수상의 원인은 기계사고가 5례, 교통사고가 2례, 화상이 2례였으며, 수술까지의 기간은 평균 72.8개월이었다. 수여부는 족부가 7례로 가장 많았고, 수부가 2례이었다. 수술 시간은 평균 3시간 10분이었으며 이식편의 혈류 차단시간은 평균 1시간 50분이었다. 이식피판의 크기는 평균 61.6 cm<sup>2</sup>이었다. 2례에서 1동맥 1정맥 문합술을 시행하였으며 7례에서 1동맥 2정맥 문합을 시행하였다. 동맥의 문합은 요골동맥과 후경골 동맥이 5례로 가장 많았으며 그 외에 반대측 요골동맥과의 문합이 1례, 엄지오름 동맥 1례, 발등동맥과의 문합이 2례 이었으며 단단문합이 7례, 단측 문합이 2례이었다.

합병증으로는 1례에서 수여부 이식 피판 중 일부분이 표층 피사가 발생하여 고식적인 부분층 피부 이식술로 치료하였다. 2례에서 술 후 2일에 동맥문합 부위에서 혈전이 발생하였으나 혈전제거술을 시

Table 4. Comparison of hand and foot as recipient site

Recipient site	s-2PD(mm)	m-2PD(mm)
Hand	37.2	28.5
Foot	46.7	45.0

Table 3. Clinical Results

No.	Recovery of sensation(%)	s-2PD*(mm)	s-Control <sup>†</sup>	m-2PD <sup>‡</sup> (mm)	m-Control <sup>§</sup>
1	50.0	45.0	25.0	41.0	23.0
2	40.0	48.0	25.0	46.0	23.0
3	60.0	40.0	26.0	40.0	21.0
4	50.0	43.0	28.0	41.0	15.0
5	30.0	58.0	19.5	55.0	18.5
6	40.0	48.0	21.0	46.0	19.0
7	50.0	45.0	20.0	45.0	18.0
8	60.0	38.5	20.5	35.0	17.5
9	60.0	36.0	26.5	22.5	22.0
Avr. <sup>  </sup>	48.5	44.6	23.5	41.3	19.7

\*s-2PD: Static Two Point Discrimination; <sup>†</sup>s-Control: s-2PD of Normal Forearm in same patient; <sup>‡</sup>m-2PD: Moving Two Point Discrimination; m-Control: <sup>§</sup>m-2PD of Normal Forearm in same patient; <sup>||</sup>Avr.: Average

행하여 해결하였다. 공여부의 경우 부분층 피부이식 부위의 부분피사가 1례에 있었으나 단순 창상 치료로 치유되었으며, 미용상의 문제를 제기하는 경우가 1례 있었다.

#### IV. 고 찰

감각 재건을 위한 유리 피판술은 현재 보편화 되어있으며<sup>4,5,7)</sup>, 많이 이용되는 유리 피판으로는 족 배부 유리 피판 및 전완부 유리 피판등이 있다. 전완부 유리 피판은 화상 반흔 제거후의 안면부 재건술, 구강내 재건술, 수부 손상의 재건, 하지의 재건, 음경의 재건 등에 광범위하게 이용되어진다<sup>3,6,8)</sup>.

전완부 감각 피판은 전완부의 피부, 피하지방, 그 아래층의 근막, 요골동맥, 외측의 요측 표재정맥, 내측의 척측 표재정맥, 그리고 2개의 vena comitantes의 3종류의 정맥과 감각 신경으로는 내측 또는 외측 전완 피부신경 (medial or lateral antebrachial cutaneous nerve)으로 구성된다. 피판을 적출 후 공여측의 피부결손부위는 부분층 피부이식을 통하여 덮게되나 이 경우 피하 지방이 없게되어 주위 피부와의 구분이 뚜렷해지는 등의 문제가 있게 된다. 저자들이 시술한 1례에서 이러한 미용상의 문제를 수술 후 심각히 제기하였다. 따라서 수술 전 충분한 설명이 필요할 것으로 생각된다. 최근 Kolker등은<sup>9)</sup> 이와같은 미용상의 단점을 보완하기 위해 공여측의 피부이식부에 혈류가 풍부한 조직을 더 많이 제공하기 위한 목적으로 장무지 신근과 장무지 외전근을 이동시키는 방법을 보고하였다.

전완부 감각 피판 이식 후 감각의 회복에 대해서는 저자들에 따라 차이가 있으나 Koshima등은<sup>3)</sup> 5년 추시를 통해 전완부 감각 피판을 이용해 재건된 성기에서 표재 감각은 술 후 성행위가 가능할 정도

의 감각을 갖게된 것을 보고하였고, Yamauchi등은<sup>11)</sup> 전완부 감각 피판을 이용한 수부 감각 재건을 통해 외측 전완피 신경을 수지 신경에 이식한 경우 수여부의 감각이 대조군으로 선정된 정상측 전완부 감각보다 더 좋음을 보고하여 전완부 감각 피판을 이용한 이식 후 피부의 감각회복이 우수함을 보고하였으며, Boyd등은<sup>1)</sup> 8명의 환자에게 외측 전완피 신경을 포함한 전완부 감각 피판술을 이용한 설부의 재건과 신경을 포함하지 않는 재건과의 비교를 통해 신경을 이식한 경우에서 동적 및 정적 이점구분력의 증가 등의 뚜렷한 감각의 회복을 보고하였으며, 또한 신경을 포함한 피판 이식술에서 수여부의 이점구분력이 대조군에서 보다 더 좋은 것으로 보고하였는데 이는 감각을 담당하는 수여부측의 신경섬유의 수, 즉 설부 신경의 신경 축색 수가 전완부에 비해 더 많고, 설부에 대한 대뇌피질의 영역 또한 전완부에 비해 더 넓은 영역을 갖기 때문이며, 이것은 다시 말해 설부에 더 많은 피하 감각수용기가 존재하기 때문이라고 하였다<sup>10,11)</sup>.

저자들의 수부로의 이식 결과는 다른 저자들의 결과와 비교하여 상대적으로 감각의 회복이 낮은 결과를 보였는데 이는 수여부 신경이 다른 저자들이 이용한 수지 신경보다 덜 예민한 표재 요골 신경이었기 때문으로 생각되었다. 또한 저자들의 연구에서, 증례가 적어 통계학적으로 유의성을 찾을 수는 없었지만 평균값을 비교해볼 때 수부로 이식된 경우의 수여부 피부감각은 족부에 이식된 경우보다 더 나은 결과를 보였는데 (Table. 5), 앞서의 문헌을 고찰해볼 때 이는 족부에 비해 수부의 감각 신경의 축색수가 더 많으며, 또한 수부에 대한 대뇌피질의 영역이 더 넓기 때문이라고 생각되나, 환자 수가 적어 확실한 결론을 얻기 어려우며 향후 더 많은 증례를 모아 보고해야 하겠다.

**Table 5.** Comparison of sensory recovery

	Lee, et al.			Yamauchi, et al. <sup>10)</sup>		
	Control	Flap		Control	Flap	
m-2PD	19.7(n*=9)	41.3(n=9)	p=0.004	18.08(n=50)	13.2(n=14)	p<0.01
	Hand	Foot		Thumb	Hand	
m-2PD	28.5(n=2)	45.0(n=7)	- <sup>1</sup>	12.0(n=9)	15.4(n=5)	p=0.062

\*n: Number of Cases; <sup>1</sup> -: Not available statistical analysis

## V. 결 론

1995년 10월부터 2000년 2월까지 본원에서 시행한 요측 전완부 감각 피판을 이용한 감각 재건술을 시행받은 8명 9례에 대한 치료 결과와 문헌 고찰을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

감각 유리 피판을 이용한 감각 재건술을 시행함에 있어서 예민한 감각을 담당하는 신체부위에 이식하는 경우에 좀더 예민한 말초 신경을 수여부 신경으로 선정한다면, 감각 재건의 더 좋은 결과를 기대할 수 있겠다.

## REFERENCES

- 1) Boyd B, Mulholland M, Gullane P, et al : *Reinnervated lateral antebrachial cutaneous neurosome flaps in oral reconstruction are we making sense?* *Plast Reconstr Surg*, 93:1350, 1994.
- 2) Kolker AR, Coombs CJ and Meara JG : *A method for minimizing donor site complications of the radial forearm flap.* *Ann Plast Surg*, 45(3):329-331, 2000.
- 3) Koshima I, Rinsyou K, Nemoto R, et al. : *One-stage reconstruction of the penis using an innervated radial forearm osteocutaneous flap.* *J IPN Soc Plast Reconstr Surg*, 9:961-963, 1989.
- 4) Lee KS : *Orthopaedic microsurgery. 1st ed, Seoul, Korea university: 49-55, 1997.*
- 5) Morrison W, O'Brien B, McLeod A, et al. : *Neurovascular free flaps from the foot for innervation of the hand.* *J Hand Surg*, 3: 235, 1978.
- 6) Musharafieh R, Atiyeh B, Macary G and Haidar R : *Radial forearm fasciocutaneous free-tissue transfer in ankle and foot reconstruction.* *J of Reconstructive Microsurg*, 17(3): 147-50, 2001.
- 7) Noever G, Bruser P and Kohler I : *Reconstruction of heel and sole defects by free flaps.* *Plast Reconstr Surg*, 78: 345, 1986.
- 8) Reid CD and Moss ALH : *One-stage flap repair with vascularised tendon grafts in a dorsal hand injury using the "Chinese" forearm flap.* *British J of Plastic Surg*, 36: 473-479, 1983.
- 9) Song R, Gao Y, Song Y, et al. : *The Forearm Flap.* *Clin Plast Surg*, 9: 21-26, 1982.
- 10) Vitkus K, Vitkus M, and Krivulin A : *Long-term measurement of innervation density in second toe-to-thumb transfers receiving immediate postoperative sensory reeducation.* *Microsug*, 10: 245-247, 1989.
- 11) Yamauchi T, Yajima H, Kizaki K, et al. : *Sensory reconstruction in sensate radial forearm flap transfer.* *J Reconst Microsurg*, 16(8): 593-595, 2000.