

미세수술을 이용한 전기화상 및 동상의 치료

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

정덕환 · 한정수 · 김진원 · 안옥균* · 조종훈

— Abstract —

Treatment of Electrical Burn and Frostbite using Microsurgery

Duke Whan Chung, M.D., Chung Soo Han, M.D., Jin Won Kim, M.D.,
Ok Kyun Ahn, M.D., Jong Hoon Cho, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyung Hee University

The authors analyzed the clinical results of the reconstructive surgery for injured hands and feet due to frostbites and electrical burn with microsurgery in 7 patients, 12 cases at the department of orthopaedic surgery, school of medicine, Kyung Hee university from Jan. 1989 to Jul. 1992, and the results were as followings.

1. The age at the time of injury was av. 24.6 yrs ranging from 4 to 35 yrs, and all cases were male.
2. The follow up period was av. 24.4 Mo ranging from 12 Mo. to 56 Mo.
3. The causes of injury were frostbite in 9 cases, electrical burn in 2 cases.
4. Initial operative treatment was performed av. 69.3 days ranging from 2 to 210 days.
5. For the reconstructive procedure, scapular free flap was applied in 6 cases, radial forearm flap in 4, dorsalis pedis flap in 1, neurovascular island flap in 1.
6. Among total 12 cases, there were 5 cases (41.7%) of wound infection and 3 cases (25.0%) of partial necrosis of donor flap.
7. In 11 cases (90.1%), the end result was satisfactory.

In the analysis of above results the reconstruction with microsurgery is effective procedure for reconstruction of injured hand and foot due to frostbite and electrical burn.

Key Words : Frostbite, Electrical burn, Reconstructive surgery

서 론

1973년 Daniel과 Taylor에 의해 발표된 유리조 직 이식의 성공은 고식적인 피부이식술이나 교각

피부이식술보다 일차 수술로도 소기의 목적을 달성할 수 있고, 장기간의 고정이 필요없으며, 상처 치유가 빨라 사지의 재건에 많이 이용된다. 전기 화상이나 동상으로 수상된 부위는 혈관의 손상으로 인하여 점진적인 연부 조직의 괴사가 진행되어

수지 및 족지 길이의 단축으로 특히 수부 기능에 심각한 장애를 초래하는데 이러한 동상 및 전기화상 환자의 치료에 과거의 고식적인 피부 이식술보다 미세 수술을 이용한 피판 이식술로 수족지를 재건함으로써 수족지 길이의 단축을 최소화 할 수 있으며 고유 기능의 개선을 도모할 수 있는 방법으로 사료되어 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구 대상 및 방법

1988년 12월 부터 1992년 7월 까지 전기 화상 및 동상으로 경희대학교 의과대학 정형외과학교실에서 미세 수술을 이용한 재건술을 시행받고 원격 추시가 가능했던 7명 12례를 대상으로 하였다. 추시 기간은 12개월에서 56개월까지 평균 24.4개월이었으며 연령별로는 4세에서 35세까지 평균 24.6세이었으며 전례에서 남자이었다. 수상의 원인은 등반중 손상이 5명 10례이었고, 전기 화상이 2명 2례이었다(Table 1). 수여부의 술전 상황으로는 수족지부의 피사가 10례로 가장 많았고 골 및 건의 노출이 1례, 기왕의 피판이식술의 실패가 1례이었다(Table 2). 사용된 피판이식으로는 견갑부 피판이 6례, Radial forearm flap이 4례, Neurovascular island flap이 1례, 족배부 피판 이식술이 1례이었다(Table 3).

저자들은 피사된 연부 조직에는 5례의 견갑부 피판 이식술과 3례의 Radial forearm flap, 각각 1례의 Neurovascular island flap 및 족배부 피판 이식술을, 골 및 건의 노출 부위에는 견갑부 피판 이식술을, 기왕의 피판 이식술이 실패한 1례에서는

Table 1. Cause of injury

| Cause | No (%) |
|-----------------|---------|
| Frostbite | 10(83%) |
| Electrical Burn | 2(17%) |

Table 2. Associated injury

| Associated injury | No (%) |
|--------------------------|----------|
| Gangrene | 10(83%) |
| Tendon & Bone Exposure | 1(8.5%) |
| Failure of Previous flap | 1(8.5%) |

Table 3. Type of reconstructive surg

| Name of surgery | No |
|---------------------------|----|
| Scapular free flap | 6 |
| Radial forearm flap | 4 |
| Dorsalis pedis flap | 1 |
| Neurovascular island flap | 1 |

Radial forearm flap을 적용하였다. 공여부에서의 피판은 인지된 혈관 주행과 피판의 크기를 Gentian violet으로 피부 도안을 자세히 한 후 피판 혈관의 기시부에서부터 미세 절개를 하여 충분한 길이로 피판에 공급되는 혈관을 노출한 후 피판을 절제하였으며, 동맥을 먼저 절제하고 정맥을 절제하였고 혈관의 길이는 공여부 피판의 혈관과 봉합시 긴장의 해소와 수술을 용이하게 하기 위하여 비교적 충분한 길이로 절단하였고 신경도 동시에 절취하였다.

혈관 및 신경의 문합은 공여부 및 수혜부의 혈관 상태에 따라서 1개의 동맥 문합에 대해 2개의 정맥 문합을 원칙으로 하였고 정맥은 단단 문합을 동맥은 단축 및 단단 문합을 시행하였으며 신경은 기능 회복 기간을 단축시키기 위해 가능한 짧은 길이로 봉합하는 것을 원칙으로 하였다.

이때 혈관 노출 시간과 무혈 시간을 최소한으로 줄였으며 생리 식염수로 건조를 방지하였다. 술후 수혜부의 이식된 피판이 긴장 상태에 놓이지 않게 하였으며 과도한 압박은 피하였다. 또한 수혜부를 거상시켜 종창을 방지하고 이식 피판안에 혈종이 형성되는 것을 방지하였다.

결 과

총 12례 중 8례에서 성공하였고(66.7%), 3례에서 부분 성공(25.0%), 1례(8.3%)에서 술전 감염의 악화로 실패하였다(Table 4). 부분 성공한 3례는 모두 견갑부 피판 이식술에서 피판의 부분적 피사에 기인하였으며 각각 Forearm radial flap, V-Y advancement flap, Rotational flap을 추가로 시행하여 좋은 결과를 얻었다.

Table 4. Success rate

| Name of surgery | No (%) |
|---------------------------|-------------|
| Scapular free flap | 5(3*)(83%) |
| Radial forearm flap | 4(100%) |
| Dorsalis pedis flap | 1(100%) |
| Neurovascular island flap | 1(100%) |

*: Partial success

증례

증례 1

8세 남자 환자로 전기화상으로 수상하였으며,

Radial forearm flap을 시행한 환자로 좌 수부는 피판이식술 후 불량한 혈행으로 감압술 시행후 제 2, 3 수지는 데브리망 시행하였으며 수부 기능이 향상되는 결과를 보였다(Fig. 1-A,B,C,D).

증례 2

등반 중 수상한 수부 동상으로 좌 수부에 Radial forearm flap을 시행한 환자로 수지의 길이를 최대한 보존함으로써 기능의 개선을 보였다(Fig. 2-A,B,C,D).

증례 3

무지 동상으로 제 4 수지 척측 피판을 이용한

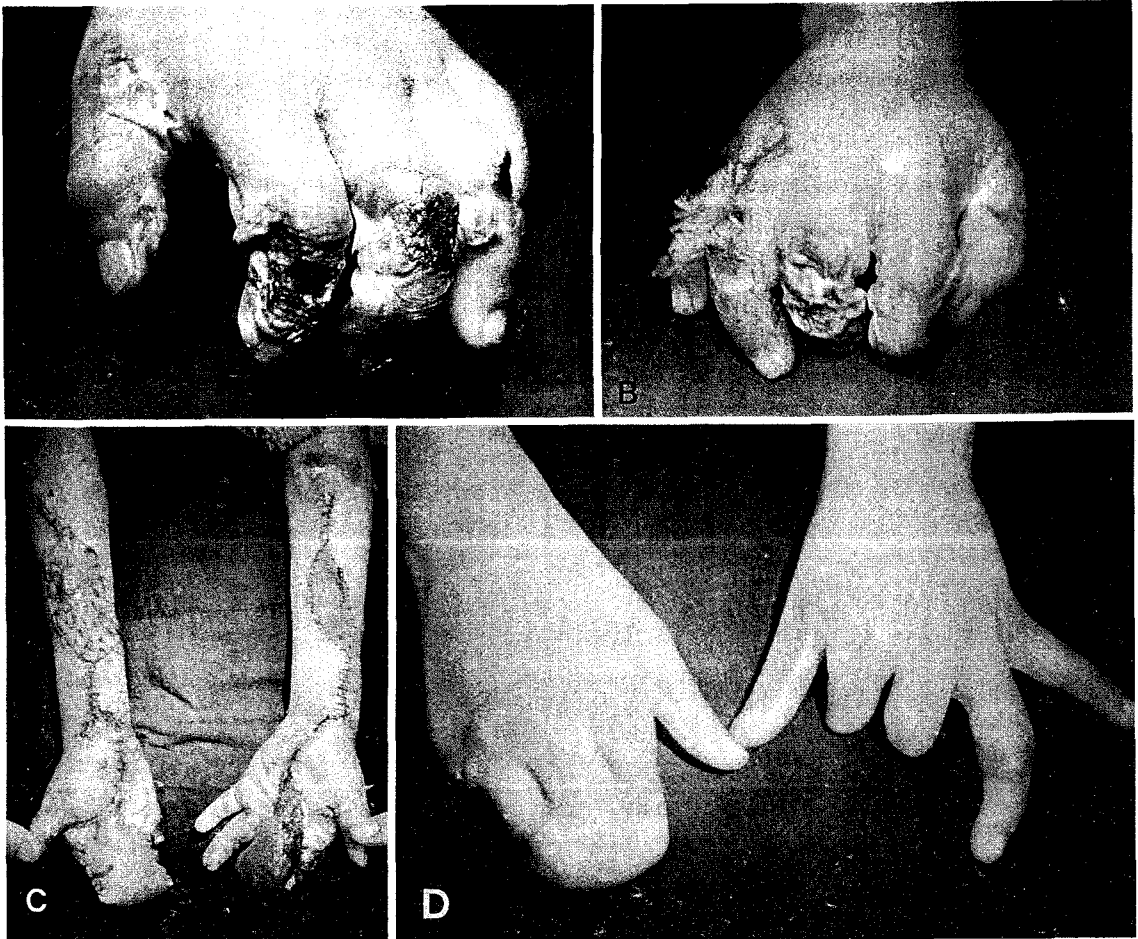


Fig. 1-A. 전기화상으로 인한 수지 연부 조직의 괴사
B. 전기화상으로 인한 수지 연부 조직의 괴사
C. Radial forearm flap 시행 후의 모습
D. 피판 분리술 후의 모습

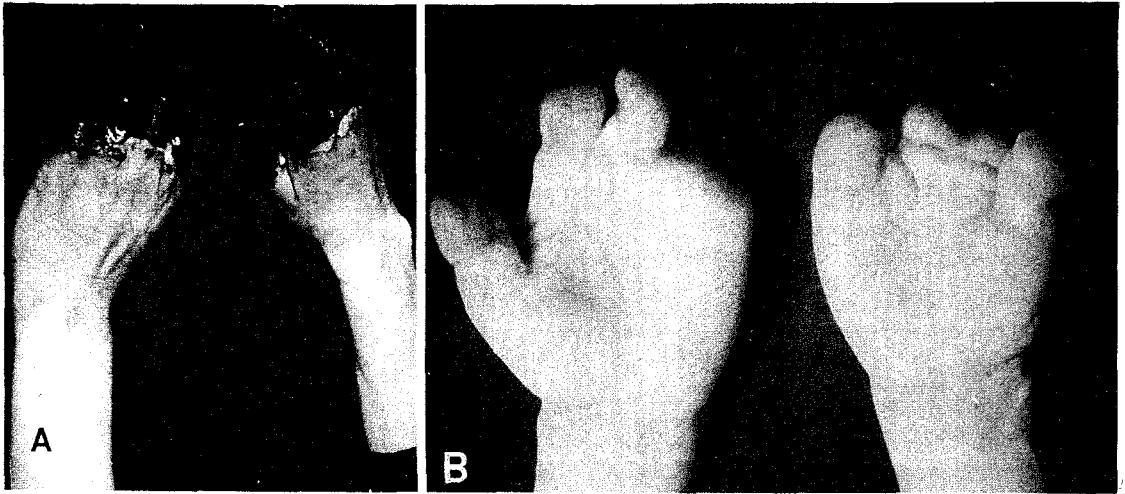


Fig. 2-A. 동상으로 인한 양 수지의 괴사
 B. Radial forearm flap 시행 후의 모습
 C. 피판 분리술 후의 모습

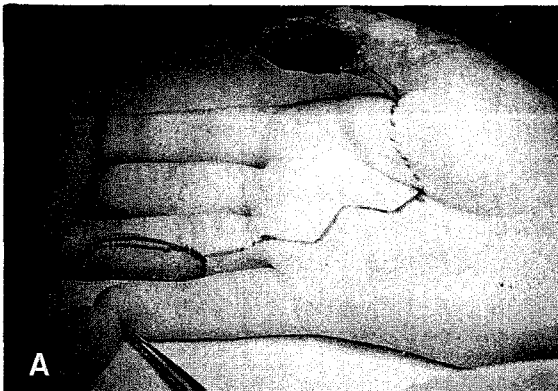


Fig. 3-A. 동상으로 인한 무지의 괴사
 B. Neurovascular island flap를 시행한 후의 모습

Neurovascular island flap를 시행하여 무지 고유 기능을 회복할 수 있었다(Fig. 3-A,B).

증례 4

등반 중 발생한 동상으로 제 1-5 족지의 괴사가 발생하였으며 족지 절제술 후 견갑 피판이식술을 시행하여 족지의 길이를 최대한 유지할 수 있었다 (Fig. 4-A,B).

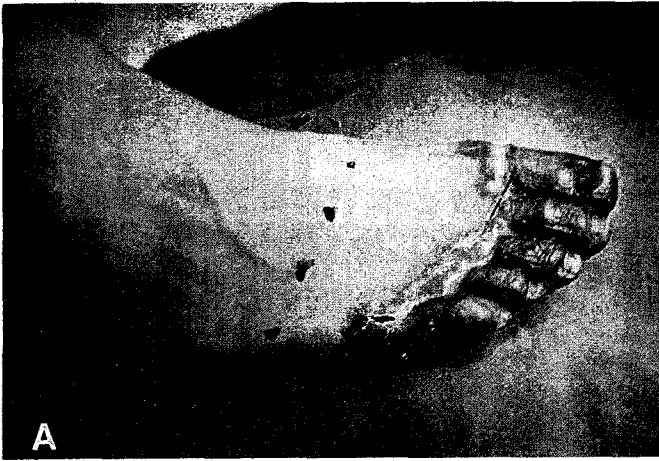


Fig. 4-A. 동상으로 인한 제 1-5 족지의 괴사
B. 견갑 피부 이식술 후의 모습

고 찰

동상으로 인하여 인체내의 조직은 노출된 피하 조직 주위에 산재한 혈관의 손상이 일어나 혈장의 누출이 일어나며 혈관 내 혈액의 점성율이 증가되어 혈액의 누화현상이 나타나 결국은 혈관이 폐쇄되며, 따라서 혈류가 차단된다면 동일 정맥측로가 일어나 혈류는 동결된 조직 부분을 우회하게 되어 손상 부위의 조직은 무혈성이 되며 괴사에 빠져 조직의 손실을 초래하게 된다^{3,14}. 또한 전기화상은 열 발생으로 인한 피부 및 피하 손상과 구획 증후군으로 인한 혈행의 제한 및 소작된 혈관과 생성된 혈전으로 인한 심부 조직의 손상이 있는 것이 특징이다.

과거 전기 화상 및 동상에서 괴사된 수지 및 족지는 데브리망이나 절단후 피부이식을 시행하는 고식적인 방법에 의존하여 왔으나 최근들어 괴사된 부위의 계획적인 절제 및 적극적인 감염의 치료로 수지 및 족지의 길이를 최대한으로 유지하여 피판이식을 이용한 재건술을 시행하여 기능의 극대화를 시도하고 있다. 고식적인 피부 이식술은 간단하게 시행할 수 있는 장점은 있으나 조직에 혈액 공급이 충분하지 못하며, 추후 피부 상태가

불안정할 수 있으며 무감각으로 인한 궤양이 발생할 수 있는 단점이 있다.

고식적인 피부 이식술에 비해 유리 피부편 이식의 장점은 일단계 수술로 수상 부위를 조기운동시킬 수 있으며, 유리 피부편 공여부는 대개 1차 봉합이 가능하며, 생 피부 및 피하 조직을 영구히 이식할 수 있는 장점이 있으나 수술 시간이 길며, 기술적으로 어렵고, 수술 중이나 수술 후에 문합한 혈관의 장애로 이식한 피부편의 괴사가 일어날 수 있다. 또한 수술 후 일반 수술 환자와는 달리 투약 및 환경의 유지에 어려움이 있다^{11,12}.

수술 현미경을 이용한 미세수술은 1960년 Jacobson과 Suarez가 실험적 성공을, Daniel⁴이 1973년 서경부에서, McCraw¹⁰가 1975년 족배부에서 채취한 것이 각각 성공되었고, 1976년 Daniel⁶ 등은 감각 기능을 보유할 수 있는 신경 부착 유리피부이식술을 목적으로 족배 유리 피부편 이식술을 시행하여 성공하였다.

피판 이식술의 성공율을 높이기 위하여 재고찰점으로 술전 정확한 해부학적 주행을 알아야 하고, 혈관 봉합 시 또는 혈관 문합 후 봉합된 혈관의 과 긴장을 절대 피해야 하고 혈종 형성을 방지하여야 하나 과도한 압박은 피해야 되고, 특히 수술 수기가 중요하며 1mm 이하의 혈관 봉합시

90% 이상의 개통율을 보아야 한다²⁾. 또한 피판을 떼 후에 미용상의 문제가 적어야 하며, 기능상의 손실이 없어야 하고, 가능하면 재공 피부의 공급 혈관이 항상 일정하며 내경이 굵고 Axial system의 주행 분포를 가진 피판을 선택하는 것이 좋다. 수여부의 조건으로는 혈관의 벽이 건강하고 적당량의 혈류 공급이 있어야 하며 충분한 Diameter가 되어야 한다.

또한 수여부 혈관으로 사용 후에도 원래 공급하던 부위에 어떠한 기능상의 장애를 남겨서는 안된다. 피부편 이식술의 실패는 대개 술후 48-72시간 이내에 나타나는 경우가 많으므로⁷⁾ 초기에 주의 깊은 관찰이 요구되며 저자들의 경우 실패의 원인은 기왕의 감염의 악화에 의한 피판의 괴사였으며, 부분적 실패의 원인은 술후 외과 부위의 과 긴장 및 혈관 주행의 기형으로 인한 피판 원위부의 혈류 차단이었다.

저자들이 시행한 각 피판별 특징은 견갑 유리 피판의 경우 혈관 주행이 비교적 일정하고 굵어 박리가 용이하고, 피하 조직이 얇으며 이식 후 동측 견갑부 운동에 장애가 없다는 장점은 있으나 피부편의 두께가 두껍고 표피 신경의 분포가 없는 단점이 있다^{1,2,8)}.

전완 요골 회전 피판의 경우 비교적 큰 혈관 및 신경의 해부학적 구조 및 큰 크기의 얇은 피부를 얻을 수 있다는 장점이 있으나 공여부 수부로 이행하는 요골 동맥의 혈행이 소실되고 공여부의 결손 부위에 피부이식을 시행하여야 할 경우가 많다는 단점이 있다^{8,16)}.

족배 피판의 경우 공여부 혈관 주행이 Superficial 하며 비교적 일정하고 굵어 박리하기가 쉬우며 또한 방어 감각 재건이 필수적인 Heel pad 재건이나 Hand 등에는 매우 유용한 적용이 된다. 그러나 공여부 박리시 건이나 골막 등의 노출이 잘 되는 단점이 있다^{4,10,13,15)}. Neurovascular island flap은 이식 피부에 Tactile protective sensation을 재생시킬 수 있으며 특히 통감과 온감의 회복이 우수하다.

Leung⁹⁾은 한개의 동맥과 두개 이상의 정맥을 봉합하는 것이 좋다고 하였으나 저자들의 경우 한개의 동맥과 한개의 정맥을 봉합한 경우에서도 같은 결과를 보였으며, 정맥과 동맥의 봉합 순서는

동맥 봉합 우선과 정맥 봉합 우선이 보고되어 있으나¹¹⁾ 저자들은 전례에서 동맥 봉합을 우선으로 하였다.

결 론

저자들은 1989년 1월부터 1992년 7월까지 전기 화상 환자 2명 및 동상환자 5명 12례에 대하여 미세수술수기를 이용한 피판이식술을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수상시 나이는 4세부터 35세까지 평균 24.6세이었으며 7명 모두 남자이었고 추시 관찰 기간은 12개월에서 56개월로 평균 24.4개월이었다.
2. 7명중 5명이 등반증 동상이었으며 2명이 전기화상으로 수상하였다.
3. 수술은 수상후 11일 부터 7개월 까지 평균 69.3일에 시행하였다.
4. 수술에 이용한 방법은 견갑 유리 피판 이식술이 6례, radial forearm flap이 4례, 족배 유리 피판이식술이 1례, neurovascular island flap이 1례이었다.
5. 합병증으로 총 12례중 5례(41.7%)의 창상감염과 3례(25.0%)의 이식피판의 부분적 괴사가 발생하였다.
6. 1례를 제외한 11례에서 만족스러운 결과를 보였으며 수지 및 족지 길이를 충분히 유지할 수 있어 수부 및 족부 기능을 최대한 보존할 수 있었다.

REFERENCES

1. 김봉건 외: 미세 수술법을 이용한 신경 및 혈관 부착 유리피부 이식술. 대한정형외과학회지, 제 16권 146, 1981.
2. 유명철, 정덕환, 한정수, 안진환, 차승균: 혈관유리 피부 이식술의 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 제 20권 1145, 1985.
3. 이기형, 전정열: 동상의 예방과 치료. 대한의학협회지 제 15권 제 11호, 1982.
4. Daniel, R.K. et al.: *The Free Transfer of Skin Flap by Microvascular Anastomosis. Plast. Reconstr. Surg.*, 52: 16-31, 1973.
5. Daniel, R.K. and Taylor, G.I.: *Distant Transfer of an Island Flap by Microvascular Anastomoses: A*

- Clinical Technique. Plast. Reconstr. Surg.*, 52 : 112-117, 1973.
6. Daniel, R.K., Terzis, J. and Midgley, R.D. : *Restoration of sensation to an anesthetic hand by a free neurovascular flap from the foot. Plast. and Reconst. Surg.*, 57 : 275, 1976.
 7. Franklin, J.D., Withers, E.H., Madden, J.J. Jr. and Lynch, J.B. : *Use of the Free Dorsalis Pedis Flap in head neck repairs. Plast. and Reconst. Surg.*, 63 : 195, 1979.
 8. Hing, D.N., Buncke, H.J., Alpert, B.S. and Gordon, L. : *Free Flap Coverage of the Hand. Hand Clin.*, 1 : 4, 741-758, 1985.
 9. Leung, P.C. : *Transplantation of the second toe to the hand. J. Bone and Joint Surg.*, 62 : 900, 1980.
 10. McCraw, M.J.B., et al. : *The Dorsalis Pedis Arterialized Flap. Plast. Reconstr. Surg.*, 55 : 178-185, 1975.
 11. Nicholle, F.W. and Wolhouse, F.M. : *Restoration of Sensory Function in Severe Degloving Injuries of the Hand. J. Bone and Joint Surg.*, 48A : 1511-1518, 1966.
 12. Numley, J.A. : *Eletive Microsurgery for Orthopedic Reconstruction : Donor Site Selection for Cutaneous and Myocutaneous Free Falps. I.C.L., Vol. XXXIII : 417-425, 1984.*
 13. O'Brien, B.M., et al. : *Successful Transfer of a Large Island Falp from the Groin of the Foot by Microvascular Anastomosis. Plast. Reconstr. Surg.*, 52 : 271-278, 1973.
 14. Sumner, D.D., Simmonds, R.C., LaMunyon, T.K., Boller, M.A. and Doolittle, W.H. : *Peripheral blood flow in Experimental Frostbite. Ann. Surg.*, 171 : 117, 1970.
 15. William, L. : *Neurovascular Pedicle Transfer of Tissue in the Reconstructive Surgery. of the Hand. J. Bone and Joint Surg.*, 38-A : 917, 1956.
 16. Winspur, I. : *Distant Flap. Hand Clin.*, 1 : 4, 729-740, 1985.