

족무지 유리피부편을 이용한 급성 수무지 손상의 치료

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

임흥철 · 서승우 · 홍준석 · 전승주*

— Abstract —

Wrap-around Free Flap in Acute Thumb Injury

H.C.Lim, M.D., S.W.Suh, M.D., J.S.Hong, M.D., S.J.Jeon, M.D.*

*Department of Orthopedic Surgery, Guro Hospital
The Korea University College of Medicine, Seoul, Korea*

Firstly the wrap-around free flap from the great toe was transferred successfully by Morrison and O'Brien in 1980 for reconstruction in chronic case of amputated thumb distal to the MP joint.

Since then, significant bone peg resorption and grafted bone fracture have been reported in most of cases after operation.

We have performed thumb reconstructions within 2 weeks after injury in 11 cases which included acute crushing injuries or failed replantation of thumb at Guro Hospital from September, 1983 to October, 1993.

The results obtained from this study are as follows :

1. There were 8 males and 3 females and the mean age was 28.8 years old ranged from 3 years old to 50 years old.
2. The most common injury mechanism was machinery injury in 10 of 11 cases.
3. We have performed thumb reconstructions by using wrap-around free flap from the great toe without bone graft in 6 cases and with bone graft in 5 cases within 2 weeks after injury.
4. During 6 years and 1 month mean follow-up period, there were bone resorptions in 3, grafted bone fracture in 1, infections in 2 and soft tissue necrosis in 3 cases.
5. We obtained satisfactable results in respect of function and cosmesis and urged to use this flap for reconstruction in acute thumb injury.

Key Words : Wrap-around free flap, Thumb reconstruction, Acute injury.

I. 서 론

수지 재건술은 1898년 Nicoladoni가 pedicle graft에 의한 toe to hand transfer를 시도했고, 1968년 Cobbett가 현미경하에서 plantar digital artery를 이용하여 족무지를 수무지로 이식한 이래로 1980년 Morrison이 족무지 유리피부편을 이용한 수무지 재건술을 시행하여 수지기능의 회복에 커다란 기여를 하여왔다^{3,15,16)}.

수무지는 수부기능에서 약 40%를 차지하므로 이상적인 수무지 재건을 하려면 기능적인 면과 외형적인 면을 동시에 만족시킬 수 있어야 한다. Wrap-around technique을 이용한 수무지 재건술식은 양자를 다 만족시킬수 있으며, 족지 이식시 발생하는 족지희생과 수술후 보행장애가 없고, 장기간의 불편한 자세고정도 필요없이 한 차례의 수술만으로 훌륭한 수지재건이 가능하다. 그러나 만성 수무지결손 환자에 골이식을 동반한 수무지 재건술을 시행함으로써 원격추시결과 대부분의 이식골 골절 및 골흡수에 의한 후유증을 보고하고 있다¹⁹⁾.

이에 저자들은 수무지 손상 초기에 가능한 한 골 흡수를 방지하고 수무지 기능을 회복하고자 1983년 9월부터 고려대학교 의과대학 구로병원 정형외과에 내원한 11명의 급성 수무지 손상환자에 대하여 이술식을 이용하여 수무지 재건술을 시도하고 원격추시를 통하여 그 결과를 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

1983년 9월부터 1993년 10월까지 고려대학교 의과대학 구로병원 정형외과에 내원한 급성 수무지 손상환자로, 족무지 유리피부편을 이용한 수무지 재건술을 시행받은 환자중 최소 1년 이상 추시가 가능하였던 11명의 환자를 연구대상으로 하였으며, 평균 추시기간은 6년 1개월(최소 1년, 최고 9년)이었다. 이중 수상후 바로 연부조직 결손에 대한 Wrap-around 수술을 한 경우는 8례, 접합술 실패후 시행한 경우는 3례였다.

Table 1. Case Analysis

| CASE | SEX | AGE | INJURY LEVEL | OPERATION | FOLLOW-UP | RESULT |
|------|-----|-----|--------------------|-----------------------|-----------|-----------|
| 1 | M | 21 | DP | Free Flap | 9Y | Excellent |
| 2# | M | 23 | DP | Free Flap with | 8Y & 10M | Good |
| | | | with degloving | Iliac Bone Graft | | |
| 3# | F | 3 | IP | Free Flap | 8Y & 9M | Fair |
| 4 | M | 17 | Degloving | Free Flap | 8Y & 5M | Excellent |
| 5 | F | 50 | DP | Free Flap | 7Y & 3M | Excellent |
| | | | with degloving | | | |
| 6# | M | 23 | PP | Free Flap With | 6Y & 8M | Fair |
| | | | | Iliac Bone Graft | | |
| 7 | M | 26 | PP | Free Flap | 5Y & 2M | Good |
| 8# | M | 29 | PP | Free Flap | 4Y & 3M | Excellent |
| 9 | M | 30 | IP | Free Flap with | 4Y & 1M | Good |
| | | | | Iliac Bone Graft | | |
| 10# | M | 9 | PP | Free Flap with | 1Y & 10M | Excellent |
| | | | | Iliac Bone Graft | | |
| 11 | F | 40 | PP | Free Flap with | 1Y | Good |
| | | | with skin avulsion | Phalangeal Bone Graft | | |

: Acute-Delayed cases in which Wrap-around operation was performed after 7 days from initial trauma (5 cases in our study) and other cases were acute cases in which Wrap-around operation was performed before 7 days (6 cases in our study)

*IP : Interphalangeal Joint

**PP : Proximal Phalanx

***DP : Distal Phalanx

환자의 연령은 3세부터 50세까지였으며, 평균 연령은 28.8세였다. 남녀비율은 8:3으로 남자에서 높은 비율을 보였다(Table 1).

2. 수상 원인

수상원인으로는 기계적 손상이 10례, 고무줄에 묶여 과사가 일어난 경우가 1례였다.

3. 수술 방법

수술방법은 족무지에서 조갑부를 포함한 유리피부편을 채취하여 Flap만 실시한 경우가 6례, Flap과 iliac bone graft를 실시한 경우가 4례, 그리고 Flap과 phalangeal bone graft를 실시한 경우가 1례였다(Table 1).

족무지의 공여부에 대한 결손부위는 서혜부로부터 피부이식술 및 제2족지에서 피부편을 이용하여 골이 노출된 부분을 처치하고 3주후 분리하였다.

공여혈관으로는 제1배부 중족지동맥(1st dorsal metatarsal artery)이나 족배동맥(dorsalis pedis artery)을 사용하였고, 수혜혈관으로는 요골동맥(radial artery)이나 무지주동맥(princeps pollicis artery)을 사용하였다. 정맥은 복재정맥을 요측피 정맥(cephalic vein)에 봉합하였고, 신경은 심부비골신경(deep peroneal nerve)의 분지를 요골신경(radial nerve)의 말단 분지에 연결하고, 양측 족무지신경을 수무지신경에 연결하였다.

4. 수술후 처치

수여부에는 단하지 부목으로 고정을 하고, 유리피부편 혈액 순환의 합병증의 예방을 위하여 dextran 500ml/day를 3일, aspirin 1.5gm/day와 persanthin 75mg/day를 각각 2주간 투여하면서 염증 예방을 위해 항생제를 동시에 투여하였다. 수술후 2주에 발사를 하였으며, 수술 3~5주후 부목을 제거하고, 조갑부 고정을 위한 금속강선은 수술후 3주에, 골고정을 위한 금속강선은 방사선 소견상 골유합 상태를 보고 4~6주후에 제거하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 수술시간

수술시간은 4시간 21분부터 10시간 42분까지였

으며, 평균 수술시간은 5시간 31분이었다.

2. 수술후 평가

수술후 평가는 정기적 방사선 관찰 및 수무지 관절운동과 감각 그리고 수무지의 모양등을 검사하였다. 저자들은 아래와 같은 독자적인 방법으로 수술후 평가를 실시하였는데(Table 2), 그 결과는 Excellent 5례, Good 4례, Fair 2례로 이중 수상후 1주 이내에 재건술을 실시한 경우 Excellent 3례, Good 3례의 결과를 보였고 수상후 1주 이상 경과하여 시행한 경우는 Excellent 2례, Good 1례, Fair 2례로 나타났다(Table 1). 그리고 추시기간 중 두점간 식별능력(two point discrimination)은 평균 10mm이었다.

3. 합병증

수술 후 평균 6년 1개월 추시기간동안 유리피부편만을 이용한 6례 중 2례에서 골의 감염이 있었고, 장골이식(ilial bone graft)을 한 4례 중 3례에서 이식골 흡수(bone peg resorption)를 보였으며, 1례에서 이식골 골절(bone peg fracture)을 보였다. 기타 연부조직 과사가 3례였으며, 2례에서 공여부인 족무지에 염증이 생겨 단축술(shortening)을 실시하였다(Table 3).

그리고 Table 3에서 보이는 바와 같이 1주일 이내에 수술을 한 경우가 1주일 이상 경과후 수술을 시행한 경우보다 합병증이 적었다.

Ⅳ. 증례 보고

1. 증례 1

9세 남아로, 1992년 8월 8일 경운기벨트에 좌측 수무지 근위지골이 절단되어 타병원에서 접합술을 실시하였으나 실패하였다. 수상후 2주만에 본원에서 Wrap-around방법을 이용하여 좌측 족무지의 외측부에서 유리신경혈관 피부편 이식 및 장골이식을 실시하였다. 장골이식시 길이는 성장을 고려하여 1cm 길게 실시하였다. 추시결과 수술후 1년만에 방사선 소견상 골흡수 소견이 보여 석고고정을 이용하여 4개월간 경과관찰 하였으나 골유합소견이 보이지 않아 요골 원위부에서 골이식을 시행하였다. 골이식후 6개월간 추시관찰한 결과 방사선

Table 2. Functional Evaluation of Wrap-Around Operation

| Item | Evaluation | Score | |
|-------------------|---|-------------------------------------|--------|
| Appearance (4) | No Bone Resorption on Radiologic Evaluation* | 1 | |
| | No Nail Deformity | 1 | |
| | No Shortening | 1 | |
| | No Skin Breakdown | 1 | |
| Motor (3) | MP Rom | Full Limited | 1 0 |
| | Pinch Power | nearly same as normal side | 2 |
| | | markedly decreased than normal side | 1 |
| | | almost no power | 0 |
| Sense (3) | No sense | 0 | |
| | Only pain sense | 1 | |
| | Temperature and Light Touch | 2 | |
| | All above Sense and Two Point Discrimination < 12mm | 3 | |
| Total | | 10 | |

Criteria
 Excellent : 9-10
 Good : 7-8
 Fair : 4-6
 Poor : less than 3

Table 3. Complications

| COMPLICATION | Acute | Acute-Delayed |
|-----------------------|-------|---------------|
| Bone Peg Resorption | 1* | 2* |
| Bone Peg Fracture | 0 | 1 |
| Bone Infection | 1 | 1 |
| Soft Tissue Infection | | |
| Thumb | 1 | 2 |
| Toe | 1 | 1 |
| TOTAL | 4 | 7 |

* combined with infection

소견상 골유합을 얻었다. 좌측 수무지 중수지관절의 운동제한은 보이지 않았으며, 수지간관절은 강직상태였다. 감각은 약간 저하되어 있었으나 온도감, 발한 그리고 조감부 성장은 정상적인 소견을 보였다(Fig. 1).

2. 증례 2

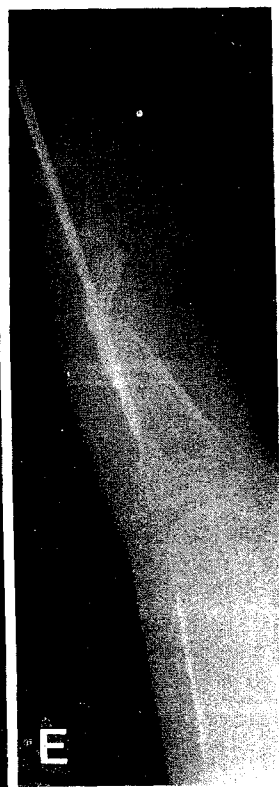
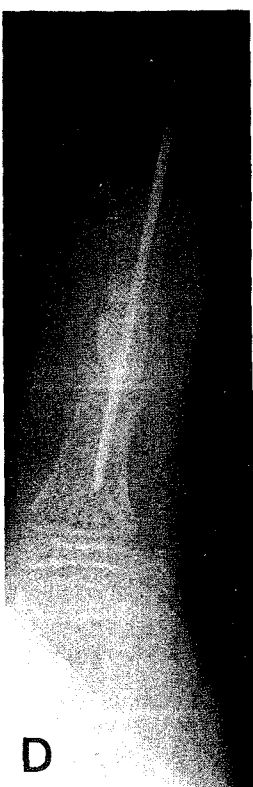
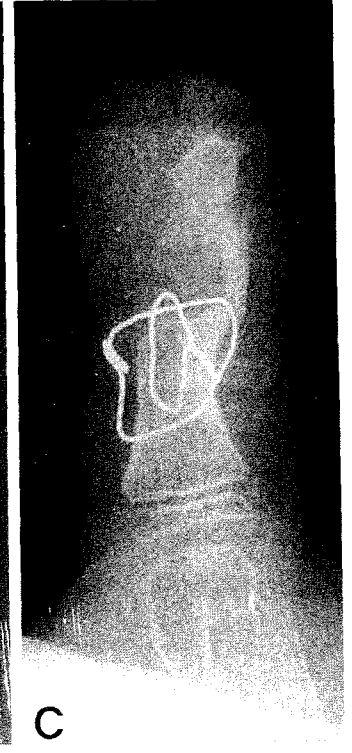
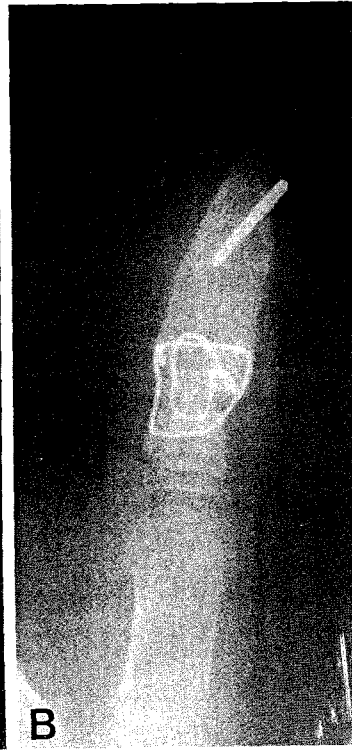
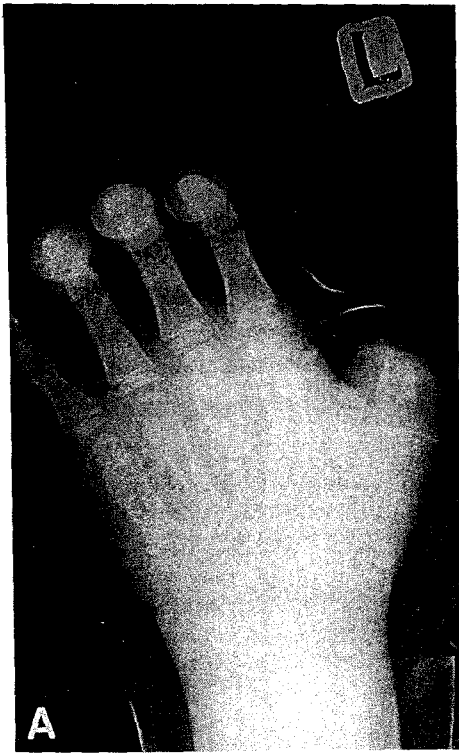
40세 여자 환자로, 1993년 11월 18일 작업 도중 기계사이에 우측 수부가 말려들어가 우측 수무지의 근위지골 절단(avulsion type) 손상을 입었다. 수상 당일 절단된 자가수지골 및 우측 족무지의 외측부의 유리신경혈관 피부편을 이용하여 수무지 재건술을 시행하였다. 수술후 12개월간 추시한 결과 외형상 만족할 만한 결과를 얻었고, 방사선 소

견상 골흡수는 보이지 않았다. 수지간관절은 강직상태를 보였으나, 중수지관절은 운동제한을 보이지 않았으며, 온도감, 촉각, 발한 등의 감각도 만족할 만한 결과를 얻었다(Fig. 2).

V. 고 찰

수무지의 재건술에 있어 1898년 Nicoladoni는 여러단계에 걸친 staged pedicle technique에 의한 toe to hand transfer를 시도했는데, 이 방법은 장기적인 부자연스러운 자세의 고정이 필요할 뿐만 아니라¹²⁾ 일시적인 좌골신경마비⁸⁾ 및 신경접합의 불충분과 원활치 못한 혈액 공급으로 빈번한 피부궤양을 초래하였다. 한편 무지정복법은 제 2수지를 이용하여 용인될 만한 결과를 얻을 수 있으나 전체적으로 수지의 수 부족과 성망상의 외형을 보이는 것이 충분한 재건방법이 못된다고 하였다⁹⁾. 이외에 고전적인 방법으로 골이식과 함께 피부이식 또는 원거리 피부편을 이용하는 방법이 있으나 이는 감각성 회복의 문제가 있어 자주 궤양이 초래되는 문제가 있었다⁷⁾.

1960년대에 와서 현미경을 이용한 미세수술법¹¹⁾의 발달은 여러 복합조직을 일차로 이식이 가능하게 하여 오랜기간 부자연스러운 자세의 고정이



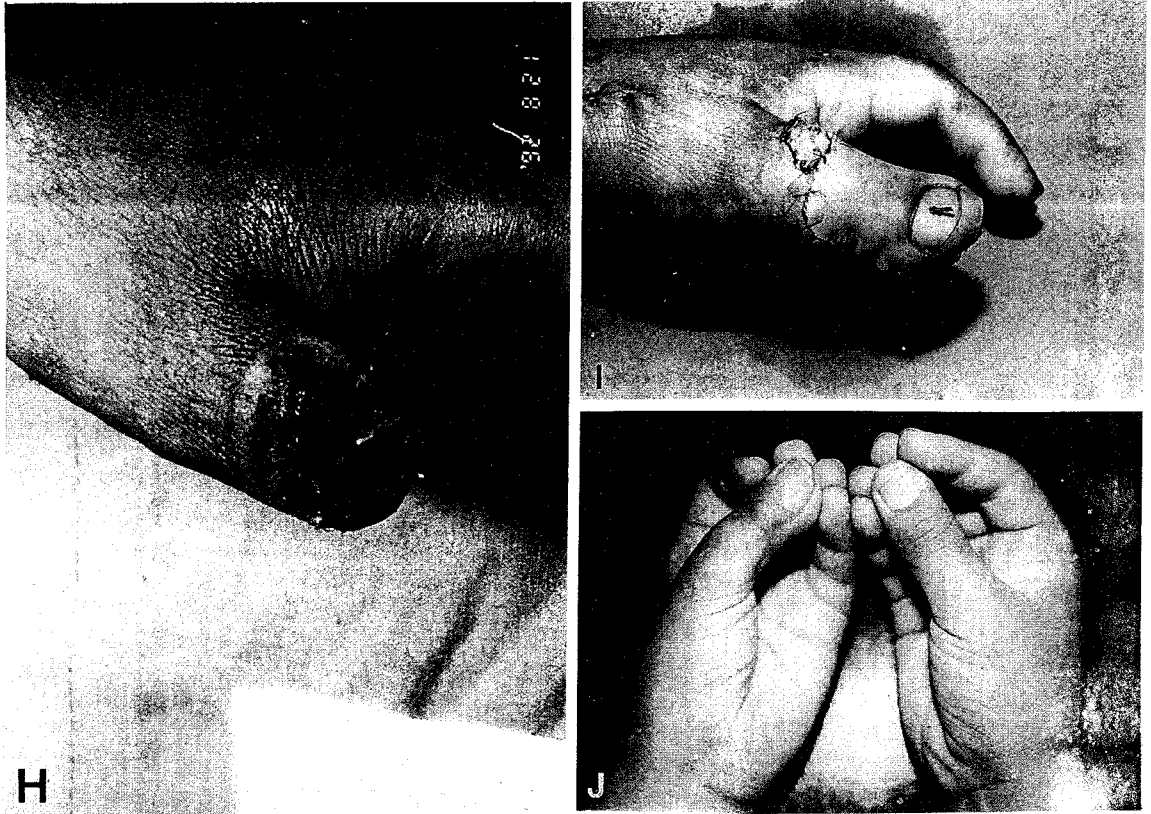


Fig. 1. Male patient who was 9 years old

A : Initial radiograph at trauma

B : Postoperative radiograph which shows iliac bone graft fixed with loop wires

C : At 1 year after operation, bone peg resorption was seen

D,E : Radiographs after secondary bone graft with K-wire fixation

F,G : The last follow-up radiographs which show solid union

H : Clinical photograph at initial trauma

I : Clinical photograph just after operation

J : Clinical photograph at 4 years 1 month postoperatively, which shows good appearance and function of left thumb

나 수차에 걸친 수술로 인한 이환률을 감소시킬 수 있게 하였다. 최초의 유리피부판 이식으로 groin flap¹¹⁾이 발표되었으나 이는 천장골회선동맥의 변위로 인해 큰 신뢰성은 없다고 하였다. 이후 비교적 변위가 적은 흉배동맥을 이용한 latissimus dorsi flap^{1,2)}이 보고되었는데, 이는 이차적인 결손이 단순봉합으로 치유 가능하고 비교적 동맥의 직

경이 크므로 봉합이 용이하고 흉배신경을 이용하여 감각성의 회복을 기대할 수 있다 하였다. McCraw와 Furlow¹⁴⁾에 의해 dorsalis pedis flap이 보고된 이래 padding이 좋고, 무모성의 피부와 비교적 변위가 없는 혈관, 쉬운 절개성등의 장점이 보고되어 특히 수부의 감각성 회복에 많이 이용되었다^{7,18)}. 그러나 Strauch와 Tsur²⁰⁾는 천비골 신경에

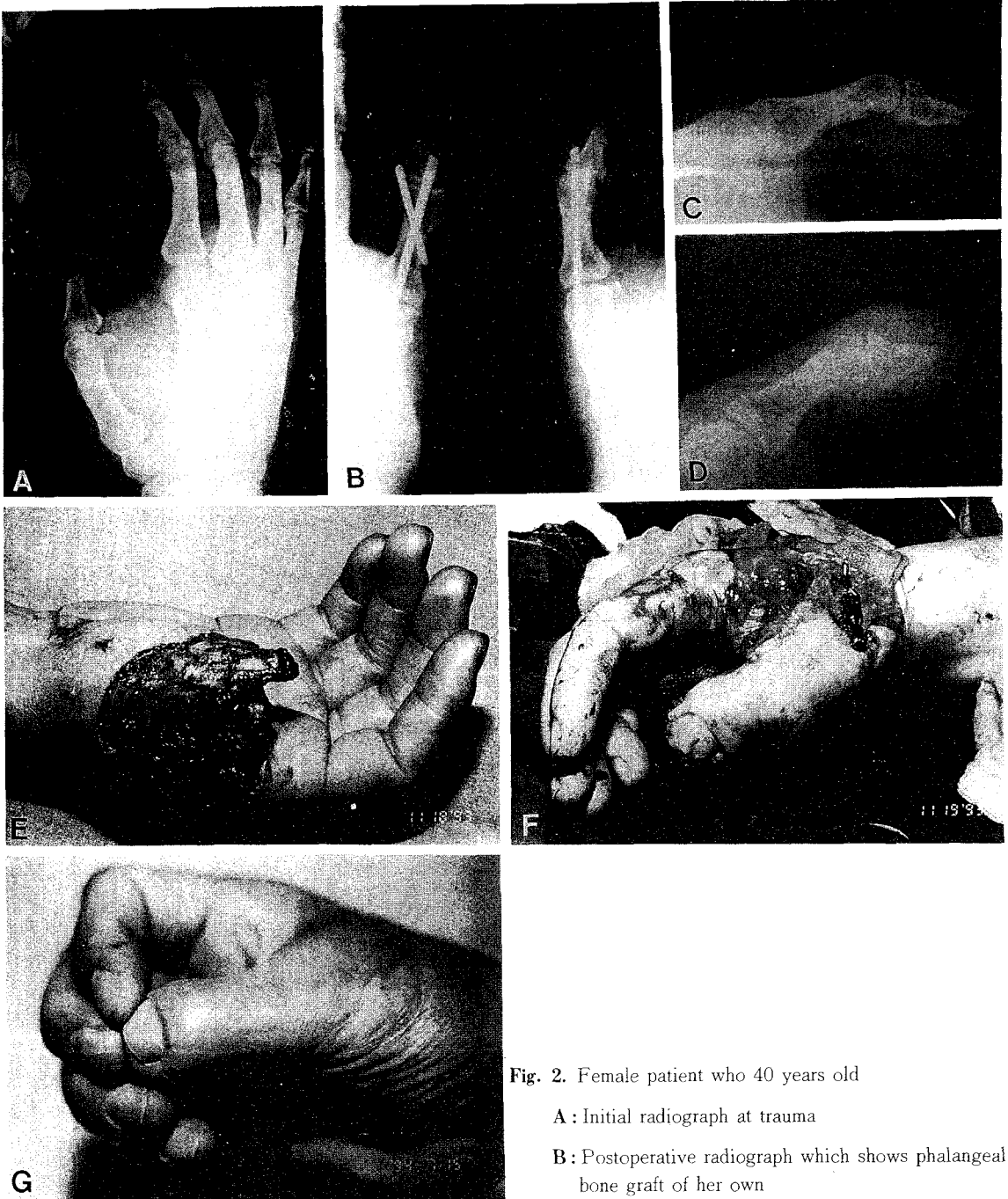


Fig. 2. Female patient who 40 years old

A : Initial radiograph at trauma

B : Postoperative radiograph which shows phalangeal bone graft of her own

C : The last follow-up radiograph at 1 year postoperatively, which reveals no bone peg resorption and grafted bone fracture

D : Clinical photograph at initial trauma

E : Postoperative clinical photograph

F : The last follow-up clinical photograph, which shows good appearance and good function of right thumb

의해 분포되는 족배부의 피부는 두점 구별이 약 20~30mm이며 신경분포 모양에 변위가 있어 수부의 이식에는 충분치 못하고 족부 첫째 망상부를 이용한 피부판이식이 더 우수하다고 보고하였다. 더우기 Morrison¹⁵⁾ 등은 조갑부까지 포함하여 이것이 연피(pulp)의 안정을 도모하고, 감각이 확대될 뿐 아니라 외형상 훌륭한 수지의 재건이 가능하다 하였다.

미세수술에 의한 방법은 술후 혈관공급이 성공 여부에 중요하므로 이의 변화를 빨리 인지하는 것이 중요한데, 혈액순환의 감시로는 Buncke¹¹⁾ 및 Harrison¹⁰⁾ 등이 피부의 혈조법(transillumination)을 이용한 photoplethysmography이 가장 좋다 하였다. 과거에는 수술후 aspirin이나 persanthin 같은 항혈액 응고제등을 사용하였으나 요즘은 수술 수기가 초기실패 방지에 중요함을 인식하게 되어 이 약제들은 사용하지 않는 추세이다. Daniel과 Taylor⁹⁾는 잘못된 유리피부판의 도안이나 정맥 봉합의 어려움으로 인한 정맥배출 부전이 가장 큰 실패의 원인이라 하였고, Tamai²¹⁾ 등은 기술적인 문제로 혈관봉합시 동맥내막에 손상을 주지 않는 것이 혈전방지에 중요하다고 하였다.

신경접합에 있어서는 신경초 봉합, 신경속간 봉합등의 방법이 소개되어 일반적으로 신경속간 봉합이 더 좋다고 알려져 있는데, Buncke³⁾는 신경속간 봉합후 두점 구별이 평균 9mm였음을 보고 하였으나, Young등은 신경속간 봉합은 반흔을 초래케 되어 반드시 좋다고 할 수 없다고 했으며, Hubbard와 Herdon¹⁴⁾은 group fascicular suture가 더 좋다고 주장하였다. 그러나 술후 신경회복에 가장 중요한 문제는 봉합하는 방법보다 신경간에 긴장이 없이 봉합하는 것이 가장 중요하며, 긴장의 발생시는 직접 봉합하는 것보다 신경 이식을 하는 것이 더 좋다고 하였다^{11, 20)}.

1980년 Morrison¹⁵⁾등이 Wrap-around technique을 이용하여 수무지 재건술을 실시한 이후 1984년 미국의 Urbaniak, 일본의 Shinya Kawai 등이 이 방법으로 많은 수무지 재건술을 시행하였다. 그러나 이 수술방법으로 재건수술후 장기간 추시관찰한 결과, Urbaniak¹⁷⁾은 radial skin breakdown, 이식골 흡수(grafted bone resorption), 조기 골절(immature fracture), 부정 회전(malrotation), too

bulky pulp, 감염등의 합병증을 보고 하였고, Shinya Kawai¹⁸⁾등은 이식골 흡수, bulging pulp, 무지 근위부에 skin atrophy, 조갑부 변형등이 생겼다고 보고하였다. 이런 합병증들 중, radial skin breakdown은 요측부 피부긴장 때문에 일어나므로 피부편 도안시 근위부분을 넓게 하는 방법을 취하면 수무지 근위부의 위측까지 방지할 수 있다. 골흡수는 미리 이것을 예상하고 피부편 긴장이 없는 한도내에서 이식골의 구경과 길이가 피부편 넓이만큼 크게하고, 이식골 골절 방지를 위해서 Leung¹⁹⁾등은 6개월간의 외부고정을 추천했다. 조갑부 변형이 생기지 않게 하기 위해서는 배기질에 손상을 피하고, 수지골의 cortical bone까지 포함해서 박리를 한다. 월신 나온 감각기능의 회복을 위해서는 말초족지 신경을 더욱 원위부에서 봉합을 하며, 술후 cortical representation을 증가시키는 지각교육도 함께 실시한다. Morrison¹⁵⁾등은 이 방법이 어린이에겐 골성장판 조직이식을 할 수가 없어서 성장률이 없고, 이식골의 흡수가 높아서 불리한 점이 많다고 하였다. 그래서 Urbaniak¹⁷⁾은 최종적인 수무지의 길이를 계산해서 시행하면 처음엔 어린이에게 너무 크게 보일지 모르지만 성장하면서 적당한 크기가 될 수 있다 하였다. 저자들의 관찰 결과, iliac bone graft를 이용하여 수무지 재건술을 시행한 4례 중 3례에서 이식골 흡수를 발견하였으나 자가수지골을 이용한 7례 중 6례에서는 이식골의 흡수 없이 결과가 좋았으며, 손상일로부터 7일 이내에 Wrap-around technique을 이용하여 수무지 재건술을 실시한 급성 수무지손상 환자(acute-early)의 경우가 7일 이상 늦게 실시한 환자(acute-delayed)보다 합병증이 적어 더 좋은 결과를 보여 주었다. 따라서 저자들은 연부조직 피사를 동반한 급성 수무지 손상 환자의 경우 조기에 Wrap-around technique을 이용하여 수무지 재건술을 실시함이 좋으며, 가능하면 자가 수지골을 이용하는 것이 좋으리라 사료되었다.

VI. 결 론

저자들은 급성 수무지 손상환자의 수무지 재건에 있어 가능한 한 골흡수를 방지하고 수무지 기능을 회복하고자 1983년 9월부터 1993년 10월까지

고려대학교 의과대학 구로병원 정형외과에 내원한 급성 수무지 손상환자 11명에 대하여 Wrap-around technique을 사용하여 수무지 재건술을 실시하고, 최소 1년 이상 추시관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 대상은 11명의 환자로 남녀 비율은 8 : 3이었고, 연령은 3세부터 50세까지였으며, 평균 연령은 28.8세였다.

2. 손상원인의 대부분은 기계적 손상으로 11례 중 10례를 차지하였다.

3. 수술방법은 Flap only 6례, Flap with iliac bone graft 4례, Flap with phalangeal bone graft 1례였다.

4. 수술후 평균 6년 1개월 추시기간 동안(최단 1년, 최장 9년) 골흡수 3례, 이식골 골절 1례, 감염 2례, 연부조직괴사 3례를 보였다.

5. 급성 수무지 손상후 속발된 연부조직괴사 발생시 조기에 자가수지골을 이용한 Wrap-around free flap은 만족할 만한 결과를 나타냈으며, 급성 수무지 손상시 추천할 만한 수술방법이라고 생각된다.

REFERENCES

- 1) 김봉건, 유명철, 강신혁, 박재공 : 미세수술법을 이용한 신경 및 혈관부착 유리 피부이식술. 대한정형외과학회지. 16 : 146-155, 1981.
- 2) Bostwick J, Nahai F, Wallace JE, et al. : Sixty latissimus dorsi flaps. *Plast. Reconstr. Surg.* 63 : 31, 1979.
- 3) Buncke HJ : Digital nerve repairs. *Surg. Clin. Nor. Amer.* 52 : 1267-85, 1972.
- 4) Buncke HJ Jr, McLean DH, et al. : Thumb replacement : Great toe transplantation by microvascular anastomoses. *Br. J. Plast. Surg.*, 26 : 194-201, 1973.
- 5) Cobbett JR : Free digital transfer-report of transfer of a great toe to replace amputated thumb. *J. Bone Joint Surg.* 51 : 677-9, 1969.
- 6) Daniel RK and Taylor GI : Distance transfer of an island flap by microvascular anastomoses : A clinical technique. *Plast. Reconstr. Surg.* 53 : 111-17, 1973.
- 7) Daniel RK, Terzis J and Midgley RD : Restoration

- of sensation to an anesthetic hand by a free neurovascular flap from the foot. *Plast. Reconstr. Surg.* 57 : 275-80, 1976.
- 8) Davis JE : Toe-to-hand transfers. *Plast. Reconstr. Surg.* 33 : 422-36, 1964.
- 9) Gramcko DB : Pollicization of the index finger. *J. Bone Joint Surg.* 53A : 1605-17, 1971.
- 10) Harrison DH, Girling M and Mott G : Experience in monitoring the circulation in free-flap transfers. *plast. Reconstr. Surg.* 68 : 543-53, 1981.
- 11) Hubbard LF and Herdon JH : Microsurgery in orthopedics. *Surg. Clin. Nor. Amer.* 63 : 737-48, 1983.
- 12) Iselin M : Reconstruction of the thumb. *Surgery.* 2 : 619-22, 1937.
- 13) Kazuteru Doi, Noriuki Kuwada and Shinya Kawai : Reconstruction of the thumb with a free wrap-around flap from the big toe and iliac bone graft. *J. Bone and Joint Surg.* 67-a : 439-445, 1985.
- 14) McCraw JB and Furrow LT Jr : The dorsalis pedis arterialized flap. *Plast. Reconstr. Surg.* 55 : 177-85, 1975.
- 15) Morrison WA, O'Brien BMcC and MacLeod AM : Thumb reconstruction with a free neurovascular wrap-around flap from the big toe. *J. Hand Surg.* 5 : 575-83, 1980.
- 16) Morrison WA, O'Brien BMcC, et al. : Neurovascular free flaps from the foot for innervation of the hand. *J. Hand Surg.* 3 : 235-42, 1978.
- 17) Nicoladoni C : Daumenplastik und organischer Ersatz der Fingerspitze (Anticheiroplastik und Daktyloplastik). *Arch. Klin. Chir.*, 65 : 606-614, 1900
- 18) Nunley JA, Goldner RD, Lowdon and Urbaniak JR : The wrap-around procedure for thumb and finger reconstruction. *Microsurgery.* 8 : 154-157, 1987.
- 19) Ohmori K and Harri K : Free dorsalis pedis sensory flap to the hand with microneurovascular anastomoses. *Plast. Reconstr. Surg.* 58 : 546-54, 1976.
- 20) Ping-Chang Leung, Fong-Ying Ma : Digital reconstruction using the toe flap-Report of 10 cases. *J. Hand surg.* Vol.7 No.4, July 1982.
- 21) Strauch B and Tsur H : Restoration of sensation to the hand by a free neurovascular flap from the first web space of the foot. *Plast. Reconstr. Surg.* 62 : 361-67, 1978.
- 22) Tamai S, Sasauchi N and Hori Y : Microvascular surgery in orthopaedics and traumatology. *J. Bone Joint Surg.* 54B : 637-46, 1972.