

미세수술을 이용한 Toe-to-Thumb Transplantation

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

유명철 · 감신혁 · 송영학 · 박재공

- Abstract -

Free Toe-to-Thumb Transplantation with Microsurgical Technique

Myung Chul Yoo, M.D., Shin Hyuk Kang, M.D., Young Hak Song, M.D.
and Jae Gong Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Kyung Hee
University, Seoul, Korea

Although procedures to reproduce the lost thumb through osteoplastic reconstruction and adjacent finger transfer operations appeared reasonably successful in providing for better prehension, nonetheless the methods lacked predictability and too often the results were unacceptable esthetically.

In recent years the development of microsurgery and surgical experiences has made it possible to free one stage transplantation of toe to replace missing thumb.

Based on our past experiences with limb replantation since 1975, we accomplished the first toe to thumb transplantation done in Korea on October 28, 1978.

Therafter we succeeded in one stage toe-to-thumb transplanatation in five cases.

The shortest follow up period was thirteen months, and the longest, twenty-three months.

One cases was excluded in this report due to short follow up period.

Excellent results were achieved in all cases.

There were no limping or pain while walking after removal of great toes or second toe.

Great toe transplantation is more favorable donor area than second toe in toe-to-thumb transplantation.

Free toe-to-thumb transplantation on making a thumb in missing thumb is the most excellent method of thumb reconstruction, but skillful technique and specialized microsurgical training is mandatory.

Key words: Microsurgery, Transplantation, Toe-to-Thumb Transplantation.

서 론

수지기능중 모지가 차지하는 비중은 약 40%로 그 역할은 절대적이다. 따라서 절단된 모지의 재건은 수지 기능 재건에 필수적인 것이다. 이러한 노력은 19세기 후반 Nicoladoni의 시도에서부터 찾아볼 수 있다.^{3,8)}

* 본 논문의 요지는 1979년 대한정형외과 추계 학술대회에서 발표되었음.

그러나 이러한 수술기법은 여러가지로 불편하고 만족스럽지 못하였다. 즉 Nicoladoni procedure로 불리는 staged pedicle graft 방법은 족모지를 pedicle graft 방법으로 몇 단계를 거쳐 모지로 이식하는 방법이다.¹²⁾ 이러한 초보적인 방법 이외도 제 2지(index)의 pollicization, osteoplastic reconstruction 등의 방법이 소개되고 현재도 많이 이용되고 있다.^{5,7)} 그러나 이들은 모두 여러가지 단점과 문제점을 가지고 있어 환자에게 아주 만족스럽지는 못하였다. 1960년대에 와서

미세수술의 발달과 수지 재접합술의 성공은 1차에 복합조직이식을 가능하게 하였다.¹⁾

1966년 Buncke¹⁾ 등은 실험원숭이의 족지를 수지로 이식하여 수지이식을 실험적으로 성공시켰다. 1968년 Cobbett⁴⁾가 최초로 엄지 발가락을 없어진 모지에 이식하는데 성공하면서 1단계 모지이식술(Toe-to-Thumb transfer)을 실현하였다. 1973년 미국의 수지 재접합팀 중공방문 보고서에서 1965년 Shanghai 제6 인민병원의 Yao가 1단계 모지이식 성공을 보고하였다고 한다.¹⁶⁾ 그뒤 Buncke, Tsai, O'Brien 등이 성공예를 발표하면서 toe-to-thumb transfer는 모지재건술의 새로운 방법으로 각광을 받게 되었다. 이는 1단계로 엄지 발가락을 손가락으로 이식할 뿐만 아니라 외형적으로도 엄지 손가락과 비슷하며 기능면에서도 거의 원래의 엄지 손가락에 가까운 기능을 나타내므로 종래의 어느 방법보다 그 결과가 우수한 모지 재건술이라 할 수 있다.^{6,9,)}

저자는¹⁷⁾ 1975년부터 미세수술의 실험과 수지재접합술의 경험을 토대로 1978년 10월 국내 최초로 미세수술을 이용한 일단계 모지이식(Free toe-to-thumb transfer)에 성공하고 지금까지 5예에서 모지이식성형술을 시행하여 모두 성공하였으며 수술후 이식손가락의 기능회복을 원격관찰하여 아주 만족스러운 결과를 얻었다. 이중 1예는 원격추시가 짧아 본 논문에서는 제외하였다.

족모지(Hallux) 및 수부의 혈관 해부학적 구조

손상된 손의 혈관상태는 혈관조영술에 의해서 평가되어야 한다. doppler probe에 의한 혈관상태의 평가는 매우 중요하다. 만약 족모지 donor site가 과거에 손상되었거나 혹은 혈관주행에 이상이 의심되는 경우는 족부에 혈관조영술이 큰 도움이 된다. 특히 족부의 혈관조영술은 전후 및 측면방향으로 촬영하여 족배부 및 족장부혈관의 주행을 함께 관찰하는 것이 좋다(Fig. 1)¹⁵⁾. O'Brien¹⁵⁾ 등에 의하면 50족의 cadaver 미세박리(microanatomic dissection) 관찰결과 dorsalis pedis artery가 엄지 발가락을 포함한 내측 3 족지의 주된 혈관공급원임을 입증하였다. dorsalis pedis artery는 제 1, 2 metatarsal 사이를 주행하여 1st dorsal interosseus muscle 사이로 해서 족장부로 내려가기 전에 1st dorsal metatarsal artery를 분지한다. 이는 1st intermetatarsal cleft 사이로 대개는 1st dorsal interosseus muscle보다 표재성으로 주행(78%)하나 경우에 따라서는 근육 깊숙이 주행(22%)해 내려가면서 metatarsal neck 부위에서 2

Fig. 1. (상) 발의 혈관조영술상 1st dorsal metatarsal artery가 엄지 발가락의 주된 혈관공급원임을 보여주고 있다.

(하) Doppler probe로 발의 혈행을 쉽게 조사할 수 있다.

개의 dorsal digital vessel로 분지된다. 이중 한 분지는 엄지 발가락의 외측부를 따라 주행하고 다른 한 분지는 제 2 족지의 내측부를 따라 주행한다. 정맥혈관은 dorsalis pedis artery의 2개의 venae comitantes가 있으며 또한 족배부의 dorsal venous arch와 연결된 great saphenous vein이 이용된다. 그러나 정맥의 분포는 warm pack이나 venous tourniquet test로 주행을 정확히 확인하여야 한다. 이상의 혈관은 수부에서 anatomical snuff box 부위에서 radial artery와 두개의 concomittant vein 및 cephalic vein과 연결하여 엄지 발가락을 이식하게 된다.

모지이식술(Toe-to-Thumb transfer)

1. 환자준비

환자는 수술실에 옮기기 전에 항생제를 투여하고 수술실에서는 상하지에 지혈대를 장치하여 두 수술 팀이 손과 발로 나누어 시작한다. 마취는 예에 따라서 상지는 상완정맥마취 또는 액와신경 차단으로, 하지는 척추마취를 하여 가능한 전신마취 시간을 단축시키도록 하였다.

2. 족부 절개(Foot dissection)

발의 절개는 3~4배의 loupe를 사용하여 박리하였다. 엄지 발가락을 중심으로 한 피부절개는 내측이 curve지게 하여 엄지의 이식후 치유상처 반흔이 ring scar로 순환 억제 및 조직압박을 일으키지 않도록 하였다. 1st web space의 피부절개는 가능한 엄지 발가락쪽으로 많이 부착하여 절개하였는데 이는 이식시 피부부합의 문제를 없애기 위함이었다.

1st dorsal metatarsal artery를 포함한 dorsal flap을 절개하고 dorsalis pedis artery에서 분리되는 1st dorsal metatarsal artery의 전장을 1st dorsal interosseous muscle에서 분리하여 dorsalis pedis artery의 말단부까지 박리한 다음 dorsal flap에 포함된 dorsal venous arch를 조심스럽게 따라가면서 great saphenous vein으로 drain되는 지점까지 정맥을 박리하였다. 다음 extensor hallucis brevis 보다 심부에 위치한 심비골신경을 분리하고 extensor hallucis longus 건의 충분한 길이를 족배부에서 박리시켰다.

족장부 절개는 제1중족골두보다 약간 근위부에서 절개를 하여 충분히 피부가 덮힐 수 있도록 하였다. 이 노출에서 thick plantar fascia를 분리한 후 족모지 장골건의 양측에서 두개의 plantar digital nerve를 확인하고 제 1, 2 족지 사이에서 forefoot까지 절개를 연장하여 충분한 길이가 되도록 절단하였다. 이때 plantar digital artery는 적당한 길이에서 절단, 절찰하였다. 족모지 장골건(flexor hallucis longus)은 경골 내과 후면에서 별도의 절개를 가하여 하방으로 건을 빼낸 다음 족배부에서 심비골신경을 충분한 길이로 찢고 족모지 장신건(extensor hallucis longus)을 절단한 후 1st metatarsophalangeal joint level에서 혈관만 남겨두고 엄지 발가락을 절단하였다. 이상의 조작이 끝난 후 일단 지혈대를 이완하여 족모지의 혈액순환을 확인하였다. 순환상태가 정상적인 것을 확인한 다음 혈관을 절단하고 1st dorsal metatarsal artery를 통해 heparinized lower molecular dextran으로 절단해낸 엄지 발가락을 관류하고 정맥측으로 관류가 잘 되는 것을 확인하였다. 이때 관류액에 너무 압력을 가하여 혈관내벽에 손상이 생기지 않도록 세심한 주의를 하였다. 이식 발가락의 관절연골은 완전히 제거하고 엄지 손가락의 남은 proximal phalanx base나 metacarpal head에 잘 접착될 수 있게 air drill로 골단을 다듬은 다음 엄지 발가락의 proximal phalanx 골수강내에 구멍을 내고 bone peg로 이식 엄지 양단을 연결할 기초를 만들었다(Fig. 2).

3. 수부절개(Hand dissection)

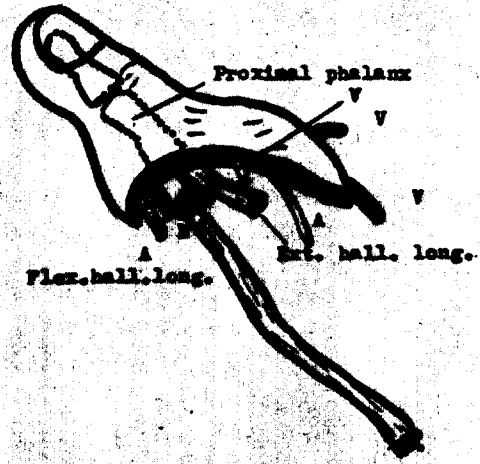


Fig. 2 완전분리된 족모지의 각 조직의 절개위치와 단면

족모지 박리가 절반쯤 진행됐을 때 hand dissection을 시작하였다. 이는 수부와 족지부의 dissection진행시간 차이에 의해 불필요하게 연장되는 시간을 단축하여 조직의 부종을 피하고자 함이었다. 피부절개는 절단된 엄지의 stump의 모양과 크기를 잘 관찰하여 이식후 피부부합에 문제가 생기지 않도록 충분히 고려하여 절개하였으며 stump의 절개는 anatomical snuff box 부위까지 연장하여 cephalic vein, superficial radial nerve와 dorsal radial artery를 확인하였다.

수장부쪽 절개는 thenar muscle crease방향으로 하여 길게 연장하고 지골신경과 수모지 장골건의 말단부를 찾은 다음 완골절부에서 transverse volar incision을 만들어 수모지 장골건을 찾았다.

4. 족모지 이식(Transfer of Great Toe to Thumb)

이상의 과정이 완료된후 수모지 절단부의 잔존하는 골을 잘 다듬어 이식할 족모지의 골단과의 접촉을 좋게 하기 위해 근위지골이 남아있는 경우는 남은 근위지골과 족모지의 골단에 만든 구멍속에 bone peg를 삽입한 후 2개의 K-wire로 cross pin 골 고정을 하고 만약 metacarpophalangeal joint가 없는 경우는 1st metacarpal head에 구멍을 만들어 양단에 bone peg로 고정한 후 2개의 K-wire로 cross pin 골 고정을 하였다. metacarpophalangeal joint 고정시의 위치는 약 15°굴곡, 약간의 opposition 상태로 하였다. 다음 족모지장신건(extensor hallucis longus)을 수

모지 장신근(extensor pollicis longus)에 연결하고
 족모지 장굴근(flexor hallucis longus)을 수모지
 flexor sheath를 통해 완골절부에서 수모지 장굴근
 (flexor pollicis longus)에 연결하였다. 이때 car-
 pal tunnel의 일부를 절개하였다. 다음 1st dorsal
 metatarsal artery를 dorsal radial artery에 수
 술현미경하에서 10-0 monofilament nylon으로 봉
 합한 다음 great saphenous vein을 cephalic ve-
 in에 연결하고 1st dorsal metatarsal artery의
 concomittant vein을 radial artery의 con-
 comittant vein에 연결하였다. 이때 혈관 경련과 혈소
 판 혈전형성을 방지할 위해 heparin 용액과 1%의 li-
 docaine 용액 국소에 점적하였다. 혈류가 완전히 재개된 것
 을 확인한 후 plantar digital artery는 절찰하고 vo-
 lar side에선 plantar digital nerve와 palmar
 digital nerve를, dorsal side에선 superficial
 radial nerve와 deep peroneal nerve를 funicu-
 lar suture 방법으로 10-0 monofilament nylon
 사를 이용하여 신경봉합을 하였다. 다음 피부는 작은
 고무 drain을 몇개 삽입하고 긴장없이 봉합하였다. 족
 모지 제거부의 피부절손은 split thickness skin
 graft로 피복하고 가벼운 압박처치를 하였다. 평균 수
 술시간은 8시간이 소요되었다.

4. 수술후 처치

수술후 상지는 가슴높이보다 약간 높게 위치하고 수
 시로 이식모지의 혈행상태를 피부색감, doppler flow-
 meter, skin thermometer, plethysmography등으
 로 관찰하였다.

수술후 투약은 장시간 수술에 의한 감염 예방을 위해
 celospor 3.0gm/day를 주사하고 lower molecu-
 lar dextran 500ml/day 정맥주사하고 경구로 혈행
 을 개선하는 aspirin 2.0gm/day, persantine 150
 mg/day 등 기타 소염제를 투여하였다. 본 저자의 예
 에서는 heparin은 전혀 투여하지 않았다. 필요에 따라
 고압산소 tanking 및 stellate ganglion 차단술을 시
 행하였다.

전에서 수술후의 경과를 양호하여 특별한 합병증없
 이 순조롭게 진행되었다. 평균 수술 7일에서 이식부의
 치유소견을 보였으며 2주부터는 가벼운 관절의 능동적
 운동을 시작하고 3주부터 적극적인 관절운동을 시작하
 였다. 족부는 창상이 완전히 치유된 후 점차적으로 체
 중부하를 시켰다. 골고정으로 삽입한 K-wire는 평균
 2개월후 제거하였다.

중 례 보 고

중례 1 :

18세 남자 공원으로 1977년 11월 18일 종이절단기
 에 우측 수장부의 palmar arch 부위에서 완전 절단되
 어 당시 재접합수술후 2, 3, 4, 5수지는 재접합에 성공
 되었으나 모지는 혈전형성으로 괴사가 일어나 1977년
 12월 12일 모지의 중수지관절에서 이단술을 시행받
 고 그동안 모지없이 활동하던중 족모지를 이용한 이식
 수술을 원하여 1978년 10월 28일 국내서 최초로 toe
 -to-thumb transplantation을 시행하였다.

이식한 모지는 초기에는 외형이 크고 둔하게 보였으
 나 점차로 수축되어 수술후 23개월간 원격추시에서 거
 의 반대편 정상모지와 비슷하였으며 일전하여 족모지를
 이식한 사실을 모를 정도였다. 지관절의 운동량은 60°
 (신전 180°~굴곡 120°) 나타났으며 이식모지 끝의
 two point discrimination은 10mm로 우수한 결
 과를 보였다. pinching power는 10kg이상이었다
 환자는 아주 만족하였으며 구두끈을 매거나 바늘 귀에
 실을 끼는 등 정밀활동도 할 수 있다 (Table 1).

족모지를 절단한 우측 하지의 기능은 보행시
 나 동통은 전혀 없었으며 100m를 16초에 달릴 정도
 로 정상적인 하지기능을 보였다 (Fig. 3).

중례 2 :

21세의 남자로 기계에 의한 우측 모지 proximal
 phalanx base에서 절단상을 받고 내원하였다. 본 환
 자는 수술전 족모지의 이식을 권하였으나 이를 거절하
 고 제2족지의 이식을 원하여 좌측 제2족지를 택하여
 이식수술을 하였다.

제2족지를 이식할 경우 전술한 수술방법과 대개는 동
 일하나 몇가지 다른 점이 있었다. 신전근은 extensor
 digitorum longus의 제2족지에 부착하는 것을 절제
 하고 굴곡근은 flexor digitorum longus의 제2족
 지에 부착하는 건을 측면에서 절단하여 박리하
 는데 이때 flexor digitorum longus에 quadratus
 plantae와 다른 족지로 분지되는 건이 함께 부착되어
 있으므로 이들을 박리하는 조작이 약간 다르다. 또한 동
 맥은 1st dorsal metatarsal artery가 1st web
 space에서 족모지와 제2족지로 분지되는 지점에서 족
 모지로 분지되는 동맥을 절찰하고 제2족지로 공급되는
 혈관을 잘 보존하여 박리하였으며 정맥은 족모지 박리
 시와 동일하였다. 신경박리는 족모지때와 동일하였으나
 전체적으로 족모지를 박리하여 절단해 내는과정보다 더
 힘들었다. 제2족지는 족모지와 달리 지골이 3개가 있
 으며 지절관절도 모지보다 많으며 또한 크기도 차이가
 많이 있어 이식후 외형적으로 상당히 문제가 될 수 있

Fig. 3 증례 1.

- A) 절단기에 우측 수장부 완전 절단된 소견
 B) 재접합 수술후 모지의 혈행장애로 모지는 절단하고 나머지 4 손가락은 기능을 회복하였다.
 C) 족모지 이식을 위해 조직을 박리하고 있다.
 D) 족모지 이식 4개월후 이식한 모지는 약간 크게 보이나 우수한 엄지의 기능을 보이고 있다.
 E) 수술 4년 6개월후 이식한 족모지는 정상족과 거의 비슷한 모양을 나타냈다.
 F) 거의 정상적인 모지기능을 보여주고 있다.

Table 1. Assessment of Transplanted Thumb

| | Case 1 | Case 2 | Case 3 | Case 4 |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Donor site | great toe | 2nd toe* | great toe | great toe |
| Follow up(months) | 23 | 21 | 19 | 13 |
| Subjective(patient) | | | | |
| Cold intolerance | mild | (-) | (-) | mild |
| Abnormal pain sense | (-) | (-) | (-) | (-) |
| Cosmetically | very satisfactory | less satisfactory * | very satisfactory | very satisfactory |
| Gait | no limping or pain | no limping or pain | no limping or pain | no limping or pain |
| Objective(transplanted thumb) | | | | |
| Joint motion IP joint | extension 180° flexion 120° | 170° 105° | 175° 100° | 175° 135° |
| MP joint | arthrodesis | extension 180° flexion 125° | arthrodesis | 180° 130° |
| Two point discrimination(mm) | 10 | 7 | 9 | 12 |
| Nin hydrin test | (+) | (+) | (+) | (+) |
| Pinching (Kg) | 10 < | 10 < | 12 < | 8 < |
| Grasping (Kg) | 30 | 45 | 25 | 40 |

다. 본 에에서는 수술후 이식된 새로운 모지의 외형이 반대측 정상모지와 너무 차이가 있어 환자는 외관상 덜 만족하였다. 그러나 기능적인 면에서는 지절관절이 더 있어 운동량은 다른 예보다 많았다(Fig. 4).

수술후 21개월간의 원격추시에서 이식 제 2 족지의 two point discrimination은 7mm였고 pinching power도 10kg 이상으로 거의 정상모지와 같은 기능을 보였다(Table 1). 제 2 족지를 제거하였으므로 전체적인 족부의 외형은 변화가 없었으며 족부의 기능도 정상이었다. 여기서 우측 모지이식에 좌측 제 2 족지를 사용한 것은 1st dorsal metatarsal artery와 상부의 dorsalis pedis artery의 주행상 제 2 족지를 이식할 시는 반대편의 것이 혈관주행이 더욱 자연스럽고 이식부 혈관통합이 더욱 용이하기 때문이었다.

증례 3 :

26세 남자로 전기 절단기에 좌측 모지 중수지절관절 부 절단과 제 4, 5수지 절단상을 받고 1979년 2월 21일 좌측 족모지 이식을 시행하였다.

본 에에서는 중수지절관절에서 절단되어 모지 이식시 중수지절관절은 유합하였다. 수술후 19개월의 원격추시에서 지절관절 운동량은 $75^{\circ}(175^{\circ} \sim 100^{\circ})$ 로 양호한 결과를 보였으며 이식된 모지의 two point discrimination은 9mm였으며 pinching power도 12kg 이상으로 정상적인 모지의 기능을 회복하였다(Table 1). 족모지를 절단한 좌측 족부의 기능은 보행시 파행이나 동통없이 정상적인 기능을 유지하였다(Fig. 5).

증례 4 :

45세 남자로 전기톱에 의한 좌측 모지의 근위지골 근위부에서 절단상을 받은 후 1979년 8월 30일 좌측 족모지 이식을 시행하였다. 본 에에서는 13개월간의 원격추시에서 지절관절 운동량이 $40^{\circ}(175^{\circ} \sim 135^{\circ})$ 였으며 중수지절관절의 운동량은 $50^{\circ}(180^{\circ} \sim 130^{\circ})$ 로 우수한 결과를 나타냈으며 이식된 모지의 two point discrimination은 12mm였으며 pinching power도 8kg 이상으로 거의 정상모지와 비슷한 기능을 되찾았다.

(Table 1). 외형적으로도 정상측 모지와 비슷하여 일견하여 이식한 모지로 알아보기 힘들 정도로 환자는 아주 만족하였다. 족모지를 절단한 하지는 보행시 파행이나 동통은 전혀 없었으며 정상기능을 보였다(Fig. 6).

고 활

최근 미세수술의 급속한 발달은 외과수술에 많은 변혁을 가져왔다^{1,2,3,9)}. 이에 따라 절단된 모지의 기능을

Fig. 4 증례 2

- A) 우측 모지의 절단상
- B) 제 2 족지를 절제 하는 장면
- C) 제 2 족지 이식후 정상에 가까운 엄지의 기능을 보여주고 있다. 크기가 적어 외형상 문제를 나타냈다.
- D) 제 2 족지 제거후 족부의 모양. 정상적인 족부의 기능을 유지하고 있음.

Fig. 5 증례 3

- A) 좌측 모지와 제 4, 5 수지의 절단된 모양
- B) 족모지 이식후 모습. 상당한 부종을 보이고 있다.
- C) 이식 19 개월후 거의 정상에 가까운 엄지의 모양을 보여주고있다.
- D) 이식한 엄지로 바늘귀에 실을 끼울 정도로 정밀한 작업도 가능하여 우수한 엄지의 기능을 보였음.

Fig. 6 증례 4

- A) 좌측 엄지와 제 2 지의 절단된 모습
- B) 수술 13 개월후 이식모지의 모습.
정상과 거의 비슷함을 보여준다.
- C) 이식후 **pinching power**가 상당함을 보여준다.
- D) 일상 엄지의 기능을 할수 있음을 보여주고 있다.

재건하는데 종전까지 사용되던 여러 방법에서 toe-to-thumb transplantation은 전혀 새로운 모지재건술이라 할 수 있다^{3,8)}.

모지의 절단후 비교적 절단단이 여유가 있을 경우 1st web space deeping의 방법으로 모지기능을 재건할 수 있으나 절단단이 짧은 경우는 osteoplastic reconstruction이나 pollicization 등을 할 수가 있다. 그러나 osteoplastic reconstruction 방법^{3,8,9)}은 수차례의 수술과 neurovascular island graft를 하여야 하고 또한 재건한 수지의 외형 및 감각기능에 많은 문제가 있고 Littler⁷⁾에 의해 발표된 pollicization은 비교적 좋은 방법이나 손의 기능적 회복과 미적 감각에 문제가 있다.

1968년 Cobbett⁴⁾가 세계 최초로 인간에서 모지 이식에 성공한 뒤 O'Brien¹⁴⁾, Buncke²⁾, Tamai¹⁵⁾, Clarkson 등이 모지이식에 대한 성공예를 보고하였다. Cobbett⁴⁾, Buncke 등의 성공예에서는 수술후 상당한 어려움을 기술하였는데 이들은 모두 plantar digital vessel을 이용하였던 것이다. May¹¹⁾, O'Brien¹³⁾등이 cadaver 연구에서 족모지의 주된 혈액공급은 plantar digital vessel이 아니고 dorsal pedis artery에서 분지된 1st dorsal metatarsal artery라는 사실을 규명한 뒤는 plantar vessel의 봉합보다 dorsal metatarsal artery 또는 dorsalis pedis artery를 봉합하므로 더 간편하고 좋은 성공율을 나타내게 됐다. 저자의 예에서도 plantar vessel은 모두 절찰하고, dorsal metatarsal artery만 이용하였으며 전예에서 완전한 결과를 얻었다. 1st dorsal metatarsal artery는 족배부에서 1st, 2nd metatarsal 사이를 주행할 때 약 78%는 표재성으로 주행하고 약 22%에서는 dorsal interosseus muscle 깊숙이 위치하므로 혈관박리시 상당한 주의가 필요하다.

저자는 5예중 2예에서는 1st dorsal interosseus muscle 깊숙히 혈관이 위치하여 혈관박리에 시간이 더 걸렸는데 이는 항상 세심한 주의가 필요하다.

모지이식수술시 족모지를 선택하느냐 제 2족지를 선택하느냐의 문제는 발표자^{8,9,10,15)}에 따라 논란이 있기는 하나 저자의 예에서 족모지를 이용한 예 모두가 보행시 파행이나 동통을 보이지 않았으며 특이할 기능 장애도 없었다. 족모지 이식후 처음에는 외형상 정상모지에 비해 크고 둔하게 보여 미관상 덜 만족스럽게 보였으나 1년이상 원격관찰에서 크기가 점차 줄어들어 거의 정상에 가까운 모지의 형태를 유지하여 모든 환자가 만족하였다. 이 점에 대하여는 Clarkson³⁾도 같은 보고를 한 바 있다. 제 2족지를 이용한 1예에서는 원격주사에서 보행이나 족부기능에는 특이소견은 없었으나

외형상 아주 빈약한 모지의 형태를 보이고 정상 모지와 외형의 차이가 많아 환자는 오히려 불만족하였다. 뿐만 아니라 Buncke^{2,14)}등이 지적하였듯이 제 2족지의 이식이나 neurovascularized island graft는 그 성공율이 족모지를 사용할 때보다 낮으므로 수술 수기상의 문제도 있다. 따라서 저자의 경험으로는 제 2족지보다 족모지가 모지이식에 더 좋을 것으로 사료된다.

저자는 족모지를 이식할 경우는 동측을 사용하였으며 제 2족지를 이식한 경우는 반대측을 사용하였는데 이는 1st dorsal metatarsal artery 주행이 1st, 2nd metatarsal 사이로 하행하고 있어 모지에 이식할 때 dorsal radial artery와 tendon의 봉합 방향을 자연스럽게 하고 불필요한 긴장과 피부봉합시 불편한 주행을 막기 위함이다. 즉 족모지는 외측에 혈관이 있으므로 동측 이식에 좋으며 제 2족지는 내측에 혈관이 있어 반대측 이식에 좋다. Buncke, O'Brien¹⁵⁾등은 중수지절관절이 없는 경우 족모지의 중수지절관절까지 이식하는 것을 추천하고 있으나 본 저자의 경험에서는 중수지절관절 이하부분만 이식하여도 이식모지의 기능이 우수하였으며 중수지절관절을 유합하여도 이식모지의 운동량은 좋은 결과를 보였다. 또한 중수지절관절 이하부분만 절단한 경우는 절단부 피부봉합이 비교적 용이하고 체중부하시 큰 문제가 없으나 중수지절관절을 제거하면 체중부하의 균형이 파괴되어 보행에 장애를 나타내므로 구태여 중수지절관절을 이식에 포함시킬 필요는 없는 것이다.

수술수기상에서 특별히 중요한 것은 정확한 해부지식이 있어야 하며 미세수술수기가 완전하여야 함은 말할 것도 없으며 특히 주의를 요하는 것은 donor site skin flap 제외^{2,13,15,16)}이다. 충분한 피부를 얻도록 하여야 이식부를 긴장없이 완전히 피복할 수 있다. 저자는 1예에서 donor site 절제피부도안이 약간 미흡하여 2차 피부봉합(secondary skin closure)을 하여 창상치유가 지연된 경험을 하였다. 또한 족모지와 이식부 지골 또는 중수지골의 골접합도 중요한 요인이 된다. 저자는 양단에 골수강내로 구멍을 뚫어 족부에서 얻은 bone peg을 이용하여 양측에 삽입하여 양호한 골접합과 골고정을 시도하였는데 이는 골고정이 견고할 뿐 아니라 골유합도 촉진되므로 조기에 관절운동을 할 수 있었던 것으로 생각된다.

이식부의 혈관크기의 차이로 인한 봉합의 문제점은 여러 술자들이 언급하고 있으나^{2,15,16)} 저자는 donor site의 혈관을 충분히 박리하여 dorsalis pedis artery의 중말부까지 노출하여 recipient site의 혈관크기와 비교하여 절단하므로써 이 문제를 쉽게 해결할 수 있다고 생각한다.

수술후 항응고제 특히 heparin의 전신투여는 Tamai¹⁶⁾, Buncke^{1,2)} 등이 강력히 주장하고 있으나 저자의 예에서는 1에도 전신 heparin 사용은 하지 않았으며 단순히 lower molecular dextran과 aspirin, persantine, urokinase, chlorpromazine 등만 사용하였다. 이는 O'Brien^{13,14,15)}도 같은 결과를 보고한 바 있다. 그러나 전신 heparin 사용에 대해서는 신중히 검토하여 현명한 판단을 하여야 할 것이다¹⁷⁾.

결 론

1978년 10월부터 경희대학교 의과대학 부속병원 정형외과 교실에서 5예의 절단 모지 환자에서 국내최초로 toe-to-thumb transplantation을 시행하여 전예에서 성공하고 그 중 12개월이상(최장 24개월, 최단 13개월)원격추시를 한 4예에서 다음의 결론을 얻었다.

1. toe-to-thumb transplantation(모지 이식성형술)은 어느 다른 모지 재건술보다 결과가 우수하고 외형적으로 만족스러우며 치료기간을 단축시키는 모지 재건술이다.

2. 족모지 제거후 족부의 기능에 어떠한 영향도 없으며 정상보행을 할 수 있다.

3. toe-to-thumb transplantation에서 1st dorsal metatarsal artery가 주된 족모지 지배혈관이다.

4. toe-to-thumb transplantation은 교도의 숙련을 요하는 미세수술의 기법을필요로하고 철저한 수술후 관리가 요구된다.

5. 족모지 이식후 전신 heparin 투여는 반드시 필요한 치료는 아니다.

6. toe-to-thumb transplantation에서 족모지가 제 2족지보다 더 좋은 이식족지로 판단된다.

본 수술을 도와준 안승준, 김현수, 오명환, 김금철, 이상현 등 여러 선생께 감사를 드린다.

REFERENCES

1. Buncke, H.J., Buncke, C.M. and Schulz, W.P.: Immediate Nicoladoni procedure in the rhesus monkey, or hallux-to-hand transplantation, utilizing micro-miniature vascular anastomosis. *Br. J. Plast. Surg.* 19: 332, 1966.
2. Buncke, H.J., Donald, H.M., Phil, T.G., Erevator, J.C., Norman, L.C. and George, W.C.: Thumb replacement: Great toe transplantation by microvascular anastomosis, *Br. J. Plast. Surg.* 26:194, 1973.
3. Clarkson, P.: On making thumbs, *Plast. Reconstr. Surg.* 29:325, 1962.
4. Cobbett, J.R.: Free digital transfer. Report of a case of transfer a great toe to replace an amputated thumb. *J. Bone Joint Surg.*, 51B:677, 1969.
5. Freeman, B.S.: Reconstruction of the thumb by toe transfer. *Plast. Reconstr. Surg.* 17:393, 1956.
6. James, W., May, J.W. and Rollin, K.D.: Great toe to hand free tissue transfer. *Clin. Orth., and Relat. Rese.* 133:140, 1978.
7. Littler, J.W.: Neurovascular pedicle method of the digital transplantation for reconstruction of the thumb. *Plast. Reconstr. Surg.* 12:303, 1953.
8. Littler, J.W.: On making a Thumb: One Hundred years of surgical effort. *J. Hand Surgery.* 1:35, 1976.
9. Littler, J.W.: Restoration of the amputated thumb. *Symposium on reconstructive hand surgery, St. Louis, 1974. The C.V. Mosby Co., p. 202-212.*
10. Murray, J.F.: The missing thumb. *Symposium on reconstructive hand surgery, St. Louis. 1974, The C.V. Mosby Co., p. 214-221.*
11. May, J.W., Chait, L.A., Cohen, B.E. and O'Brien, B.McC.: Free neurovascular flap from the first web of the foot in the hand reconstruction. *J. Hand surg.* 2:387, 1977.
12. Nicoladoni, C.: Daumenplastik and Organische ersatz der Finger spitze. *Anticheloplastik und Daktyloplastik. Arch. Klin. Chir.* 61:606, 1900.
13. O'Brien, B.McC., Macleod, A.M., Sykes, P.J., Donahoe, S.: Hallux to hand transfer. *The Hand* 7:128, 1975.
14. O'Brien, B.McC., Macleod, A.M., Sykes, P.J., Brownling, F.S.C., and Threlfall, G.N.: Microvascular second toe transfer for digital reconstruction, *J. Hand Surg.* 3(2): 123, 1978.
15. O'Brien, B.McC.: *Microvascular reconstructive surgery. Edinburgh London and New York, 1977. Churchill Livingstone pp. 183-204.*
16. Tamai, S., Hori, Y., Tatsumi, Y. and Okuda, H.: Hallux to thumb transfer with microsurgical technique. *J. of Hand Surg.*, 2:152, 1977.
17. 유명철외: 절단사지 및 절단지의 재접합. 대한정형외과학회지. 제 15 권 : 197, 1980.