

# 미세수술수기를 이용한 Second Toe-to-Index Transplantation

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

유명철 · 강신혁 · 안제환 · 유성기

= Abstract =

## Free Second Toe-to-Index Transplantation for Index Reconstruction

Myung Chul Yoo, M.D., Shin Hyuk Kang, M.D., Jae Whan Ahn, M.D., and Sung Ki Yoo, M.D.

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

The development of a safe method of transfer of the greater toe for thumb reconstruction, using dorsalis pedis artery and the great saphenous vein, suggested the possibility of one stage microvascular transfer of the second toe for reconstruction of surgery.

Based upon our part experience with microsurgical experiments, limb transplantation and toe-to-thumb transplantation since 1975, we accomplished the second toe-to-index transplantation done in Korea on October 24, 1979, and succeeded in one stage second toe-to-index transplantation in two cases.

Following results were obtained.

1. Free second toe-to index transplantation on making a index is the most excellent method of index reconstruction with results in minimum functional and cosmetic impairment.
2. Technically, skin incision, isolation of blood vessels and flexor tendon in preparation for transplantation of second toe is more difficult than that of greater toe.
3. The specialized microsurgical training with skillful technique is essential for success.

**Key words:** Microsurgery, Second Toe-to-Index transplantation

## 서 론

의상성 또는 선천성원인에 의한 수지상실은 수부기능에 상당한 지장을 초래하게 되므로 전체적 또는 부분적으로 수지재건술이 필요하다. 수모지가 차지하는 기능은 약 40%로 그 역할은 절대적이며 제 2수지(Index)도 수모지 못지않게 중요하며 재건에 필수적이다. 없어진 모지재건술에는 미세수술수기에 의한 족모지이식술(Toe-to-thumb transfer)로 아주 만족스러운 결과가 보고 되고 있다. 이와 아울러 모지 이외의 수지재건술에서도 이러한 족모지이식술이 이용될 수 있다. 특히 제 2수지의 재건술에서는 Second toe가 외형상으론 기능면에서 유사한 점이 많으므로 제 2족지(Second toe) 이식이 아주 좋은 적응이 된다. 저자들은 일차적

족모지재건에 족모지이식술(Toe-to-thumb transfer)을 발표한 바 있으며 이의 경험을 토대로 1970년 10월부터 2예에서 Second toe-to-Index transfer를 시행하여 제 2지물 재건하였으며 원적추시 약 15개월간의 관찰에서 이식된 손가락의 기능회복 및 미용학적 관점에서 아주 만족스러운 결과를 얻었기에 그 수술수기 및 치료결과를 발표하는 바이다.

## 증례 및 수술방법

### 증례 1

김○중, 20세, 남자, 직업 : 학생

입원 약 5년전에 좌측 모지 및 인지에 절단상을 입고 초진시 좌모지의 근위지골 및 인지의 근위지골을 지나는 절단상의 소견을 나타냈으며 (Fig. 1-A) 제 2족

\*본 논문의 요지는 제25차 추계학술대회에서 발표하였음.

수지절간관절운동은 양호한 상태로 1979년 10월 좌측 제 2족지를 이용한 인지재건술을 아래의 수술방법으로 시행했다.

수술은 두팀으로 나누어 한 팀에서는 Donor digit (Second toe)를 절찰하고 다른 한 팀에서는 Recipient site를 준비했다.

첫째, 족부절개 (Foot dissection) (Table-1)는 지혈대를 대퇴부에 장치한 후 Y-shaped incision을 족배부에 넣고 Y-shaped Limb는 첫번째와 두번째 Web space에 해당하게 했다. 그리고 이 두개의 Limb는 Metatarsophalangeal joint 상방 약 2.5cm에서 만나게 했다. 절개는 Dorsal digital vein을 따라 넣어 결국 Second toe로 주행하는 모든 Vein, Dorsal venous arch 그리고 Great saphenous vein을 분리시키고 이 정맥의 분지를 절찰한 후 절단시켰다. Dorsalis pedis artery의 분지인 First dorsal metatarsal artery를 박리한 후 제 2족지로 공급되는 혈관의 기시부를 절찰시킨 후 절단했으며 Interosseous muscle은 Second metatarsal bone으로부터 하방으로 박리하여 제 2 Metatarso-phalangeal joint에서 중단하고 Second toe를 제 2 중수지절관절에서 관절절단 (Disarticulation)했으며 이때 족지골의 양측에 농축된 섬유조직 (Condensed fibrous tissue)의 판 (Plate)에 족저 및 족측 (Plantar and lateral side)에 바로 있는 Digital arteries는 역시 절찰후 절단시켰다. 제 2족지의 장신전근 (Long extensor muscle) 및 표재성 비골신경 (Superficial peroneal nerve)의 분지인 족배부신경 (Dorsal nerve)을 박리하여 길게 자른 후 첫번째와 두번째 사이 Web space의 족저부 (Plantar aspect)에 V-shaped 절개 및 족내과부 하방에 별도로 약 3cm 정도 횡절개를 만든 후 족저구조물 (Plantar structure)인 Digital nerve 및 제 2족지의 심부굴곡전 (Long flexor tendon)을 Quadratus plantae 및 다른 족지로 들어가는 굴곡전과 주의깊게 박리하여 충분한 길이로 절단시킨 후 결국 제 2족지 (Second toe)는 Dorsalis arterial arch의 세가지 구조물을 제외하고는 완전히 박리시켰다. 박리된 제 2족지는 Warm saline pad로 보존하고 지혈대를 푸는 사이에 Rheomacrodex (Dextran 20)를 빠르게 정맥주사했으며 박리된 제 2족지는 Pink color로 이식에 적당한 상태 (Suitable state)였으며 Perfusion은 하지 않았다. 그러나 제 2족지의 실질적인 분리는 Recipient site가 족지를 이식할 수 있도록 준비되기까지는 실질적인 분리를 하지 않았다 (Fig. 2)..

둘째, Recipient site의 수부절개 (Hand dissection) (Table-2)는 해부학적 (Anatomical) Snuff box에서 요

골동맥 및 동반정맥 (Concomittent vein)과 Cephalic vein 아울러 Superficial radial nerve와 Digital nerve를 박리하고 제 2 장신전근과 장굴곡전을 박리한 후 문합시 좋은 상태로 준비하였다.

셋째, 족지이식 (Second toe-to-Index transfer)에서 이식발가락 (Second toe)의 근위지골의 관절연골부를 완전히 제거한 후 제 2수지의 남아있는 근위지골 절단부와 잘 접촉될 수 있게끔 Air drill을 사용하여 골수강내 홈을 만들고 제 2수지의 근위지골 절단부를 이식 후 K-강선으로 고정시켰다. Dorsalis pedis artery를 해부학적 Snuff box 부위에서 Radial artery와 수술현미경하에서 10-0 Monofilament nylon으로 봉합후 Radial artery와 동반정맥, 완관절부 Dorsal vein (Cephalic vein)을 각각 족배부의 Dorsal vein 및 Great saphenous vein과 역시 봉합했다. 아울러 Digital nerve는 10-0 Monofilament nylon으로 Perineural suture하고 신전근은 직접 Interrupted suture, 굴곡전은 Modified Bunnel technique로 각각 문합했다. 그 후 작은 고무 Drain을 몇개 삽입하고 긴장없이 봉합했다.

제 2족지 제거부의 피부결손은 Web space를 축소시키면서 긴장없이 일차적 봉합후 가벼운 압박 처치를 하였으며 수술시간은 5시간이 소요되었다.

넷째, 수술후 처치로는 상지를 가슴 높이보다 약간 높게 하고 이식족지의 혈행상태를 Doppler flow meter, Skin thermometer and Plethysmography 등으로 관찰하였고 수술후 투약은 Celestrol 3.0gm/day로 7일간 그리고 Low molecular weight dextran 500ml/day로 5일간 정맥주사했으며 경구로는 혈행을 개선시키는 Aspirin 2.0gm/day. Persantin 150mg/day로 투약했으며 Heparin은 전혀 사용하지 않고 필요에 따라 고압산소 Tanking 및 Cervical sympathetic ganglionic block을 시행하였다.

수술후 합병증이 없이 경과가 양호하여 수술후 약 10일째 발사하고 2주부터 가벼운 관절의 능동적 운동을 시작하여 3주부터 적극적인 관절운동을 시작시켰다. 족부는 창상이 완전히 치유된 후 평균 약 6주 후부터 체중부하를 시켰고 골고정 목적으로 삽입된 K-강선은 2개월후 제거하였으며 수술후 원적주시 21개월로 좌측 제 2 중수지절간 관절운동은 정상이며 제 2 근위지절간관절운동량은 신전은 180° 굴절은 110°로 양호한 운동상태를 보였고 감각면에서도 Ninhydrin 반응에서 양성, Two point discrimination이 8mm로 우수하였으며 미용학적인 관점에서도 좋은 결과를 보였다 (Fig. 1-B).

**Fig. 1. 증례 1. A.** 수술전 절단 수지의 모습 : 좌 모지의 근위지골 및 인지의 근위지골을 지나는 절단상의 소견을 보이며 이식할 제 2 족지와 외형상으로 거의 같은 형태를 보여주고 있다.

**B.** 수술후 이식된 수지의 모습 : 이식된 좌측 제 2 수지, 중수지절간 관절 및 지절간 관절의 운동범위가 거의 정상적으로 수지 기능상으로나 외형상 만족스러운 결과를 보여준다. (원격추시 71개월째)

**Fig. 2.** 이식할 제 2 족지의 분리된 모습.

**Table 1.** Foot Dissection시 해부학적 구조물

**Fig. 3. 증례 2. A.** 수술전 절단수치의 모습 :

우측인지의중위지골기저부를 지나는 절단상의 소견을 보인다. **B.** 수술후 이식된 수치의 모습 : 이식된 우측 제 2 수치의 중수지절간 관절 및 지절간 관절운동의 우수한 기능과 거의 정상적인 외형을 보여주고 있다. (원격추시 12개월째)

**Table 2.** Hand Dissection시 해부학적 구조물.

## 증례 2

이○숙, 20세, 여자, 직업 : 학생

6세때 외상성 절단상을 받은 환자로 초진시 우측 인지의 중위지골 기저부를 지나는 절단상으로(Fig. 3-A) 우측 제 2지의 근위지골간관절 및 중수지절간관절의 운동상태는 양호하였으며 1980년 8월 20일 역시 같은 수술방법을 사용하여 우측 제 2족지를 이용한 수지이식술을 시행하였다. 증례 1과 다른 점은 골고정에서 Bone peg를 사용하지 않고 교차 K- 강선으로 고정했으며 제 2족지의 채취는 증례 1과 같이 제 2중수지절간관절을 관절절단해서 사용하였다. 수술시간은 6시간이 소요되었으며 K- 강선은 수술후 약 2½개월에 제거시켰으며, 4개월째에 이식한 수지의 비후된 연부조직 절제술을 시행하였다. 수술후 12개월째로 이식된 인지의 운동상태는 제 2중수지절간관절은 정상이고 제 2근위지절간관절운동은 신전 180° 굴전 120°로 양호했으며, 감각면에서도 Ninhydrin 반응에 양성, Two point discrimination 7mm로 우수했으며 미용학적 관점에서 도역시 좋은 결과를 보여주었다(Fig. 3-B).

## 고찰

최근에 미세수술의 발달로 외과영역에 많은 변화를 초래한 바<sup>3,4)</sup> 수지재건술도 초보적인 방법에서 현저한 발전을 남게 되었다. 초보적인 수지재건술로는 Nicoladoni(1897)는 유경피부편(Tubed pedicle flap)을 이식한 후에 유리 골편이식으로 안정시킨 Staged pedicle graft를 들 수 있고 이 외에도 Pollicization, Osteoplastic reconstruction 등의 많은 방법이 소개되었다.<sup>6,9,10,12,13)</sup>

Clarkson(1955년)<sup>4)</sup>은 인지의 모지재건술이 수부를 축소시키는 단점이 있으므로, 족지를 이용한 수모지재건술을 주장하였고 그 후부터 족지를 이용한 수모지 및 그 외 수지재건에 대한 연구가 활발히 진행되었는 바.<sup>7,8)</sup> Buncke(1966년)<sup>13,37)</sup> 등은 실험동물을 이용해서 족지를 수지로 이식시키는 데 성공한 바 있다. 그러나 족지를 수지로 이식하는 데는 몇몇 문제점이 지적되는 바 이식시킨 족지의 적절한 감각 및 혈액순환장애의 위험과 기능 및 미용학적인 관점들이 고려대상으로 등장한다.<sup>11,15,16)</sup> Cobbett(1968년)<sup>31)</sup>은 운동성관절, 지각능력, 그리고 Nail을 갖춘 유연한 족지의 일단계 모지 이식술은 수지 재건의 어떤 다른 방법보다 가장 좋은 방법임을 제시했다. 최근에 Buncke, Tsai, O'Brien 등<sup>12,16)</sup> Dorsalis pedis artery 그리고 Great saphenous

vein을 이용한 Toe-to-thumb transfer를 보고하면서 수지재건을 위한 제 2족지(Second toe)의 이용이 가능해졌다. 제 2수지(Index) 재건술에는 제 2족지(Second toe)가 외형상으로나 기능면에서 유사한 점이 많으므로 제 2족지를 이식하는 데는 아주 좋은 적응이 될 수 있다.<sup>11,16)</sup> 그러나 족지를 채취할 때 족모지를 채취하는 것보다 제 2족지를 채취하는 데 수기상 난점으로 첫째, 제 2족지에서 공급되는 혈관(Artery and Vein)을 박리하는 것이 족모지보다 어려우며 둘째, 제 2족지로 들어가는 굴곡전(Flexor digitorum longus) 박리가 Quadratus plantae와 다른 족지로 들어가는 굴곡전과 부착으로 족모지로 들어가는 굴곡전(Flexor hallucis longus tendon) 채취보다 어렵다. 셋째, 피부절개시 족모지 채취보다 절개양상이 상당히 기술을 필요로 한다.<sup>8,11,15,16,17)</sup> 저자들이<sup>1,2)</sup> 경험한 2예에서도 혈관 및 전박리에 시간이 더 걸렸고 세심한 주의를 필요로 했다. 제 2족지의 혈관공급의 주된 동맥은 First dorsal metatarsal artery로 이 동맥은 First web space에서 족모지와 제 2족지로 분지되는 지점에서 족모지로 분지되는 동맥을 절찰하고 제 2족지로 공급되는 혈관이 이용되는 데<sup>11,15)</sup> O'Brien 등이 Cadaver 연구에서 족모지의 주된 혈액공급은 Plantar digital vessel이 아니고 Dorsalis pedis artery라는 사실을 밝힌 뒤 Plantar vessel의 봉합보다는 Dorsalis Pedis artery의 봉합이 더 편리하며 성공율도 더 좋게 되었다.

First dorsal metatarsal artery는 족배부에서 First, second metatarsal 사이를 주행할 때에는 약 78%에서 표재성(Superficial)으로 노출되나 22%에서 Dorsal interosseous m. 깊숙히 위치해서 혈관박리에 상당히 주의를 요한다.<sup>1,16)</sup> 저자들이<sup>1,2)</sup> 경험한 2예 모두에서는 Plantar vessel을 절찰하고 First dorsal metatarsal artery가 모두 표재성으로 노출된 예이었다. 수기상 Donor site의 Skin flap 및 이식부의 혈관부위 차이로 인한 봉합문제점에서 Skin flap시는 충분한 피부로 피복하여 이식부가 긴장이 없게 하고 봉합시 문제점은 donor site와 Recipient site의 혈관박리시 충분히 박리하여 크기를 비교관찰함으로써 해결될 수 있는 데<sup>3,15,17)</sup> 저자들은<sup>1,2)</sup> 혈관봉합시 어려움이 없었지만 증례 2에서 Doner site의 족저부의 피부봉합 미흡으로 약간의 창상치유의 지연소견을 보였다. O'Brien(1978년)은<sup>15)</sup> 미세수술을 이용하여 3예에서 제 2족지를 제 2수지 및 4수지 재건에 사용하여 좋은 결과를 보고했고 Leung(1980년)은<sup>11)</sup> 역시 제 2족지를 수지재건에 이용한 예를 성공적으로 보고했다. Transfer 하는 족지의 선택에서 각각의 차이를 살펴보면 수술후 Donor foot의 기

능적인 면 및 미용학적인 관점에서 족모지불 이용한 예가 후유증이 제 2족지를 이용했을 때보다 크고 Recipient site에서는 제 2족지를 이용한 예보다 족모지불 이용한 Toe-to-thumb transfer에서 미용학적으로 좋다고 한다. 그러나 기능적인 면에서는 역시 제 2족지를 이용한 예가 좋다고 하며 궁극적 기능인 하나의 수지로서 대치하는 면에서는 특히 제 2족지가 결과가 양호하다고 기술했다<sup>11,15)</sup> 저자들이 경험한 Second toe-to-Index transfer 2예에서 모두 미용학적으로나 기능적으로 아주 양호했으며 족부의 후유증도 거의 나타나지 않았다.

## 결 론

경희대학교 의과대학 부속병원 정형외과학교실에서는 미세수술의 기법으로 절단수지 재접합술 및 1980년 12월호에 발표한 바 있는 일단계 모지이식술(Toe-to-thumb transfer)의 경험을 토대로 하여 1979년 10월부터 절단 제 2수지 환자 2예에서 Second toe-to-Index transfer를 시행하고 15개월 원격추시결과 다음의 결론을 얻었다.

첫째, 제 2수지 성형술(Second toe-to-Index transplantation)은 어느 다른 수지재건술보다 결과가 우수하고, 기능적으로나 미용학적으로 만족스러우며 치료 기간을 단축시키는 수지재건술이다.

둘째, 수술 시기상 모지 성형술(Toe-to-thumb transplantation)보다 제 2수지성형술(Second toe-to-Index transplantation)시 제 2족지로 공급되는 혈관, 굴곡진 박리 및 피부절개가 더욱 세심한 주의를 필요로 한다.

셋째, 제 2수지성형술(Second-toe-to-Index transplantation)은 고도의 숙련을 요하는 미세수술의 기법으로 필요하다.

## REFERENCES

- 1) 유명철 외 : 절단수지 및 절단지의 재접합, 대한정형외과학회지, 제15권, 197, 1980.
- 2) 유명철 외 : 미세수술을 이용한 Toe-to-thumb transplantation, 대한정형외과학회지, 제15권, 861, 1980.
- 3) Buncke, H.J. and Donald, H.M.: Thumb replacement: Great toe transplantation by microvascular anastomosis. *Br. J. Plast. Surg.*, 26 : 194, 1973.
- 4) Clarkson, P.: *On making thumbs. Plast. Reconstr. Surg.*, 29 : 325, 1962.
- 5) Cobbett, T.R.: *Free digital transfer. Report of a case of transfer a great toe to replace an amputated thumb. J. Bone Joint Surg.*, 51-B : 677, 1969.
- 6) Ian, W.: *Single-stage reconstruction of the subtotally amputated thumb: A synchronous neurovascular flap and Z-plasty. I. Hand Surg.*, 6(1) : 70, 1981.
- 7) James, W.: *Great toe to hand free tissue transfer. Clin. Orth., and Reat. Rese.* 133 : 140, 1978.
- 8) Joseph, E.K., Cathy, B.T., and Howard, W.K.: *Toe-to-Hand transfer, AAOS: Symposium on microsurgery: Practical use in orthopaedics. St. Louis, The C.V. Mosby Company.*, 227, 1979.
- 9) Littler, J.W.: *On making a Thumb: One hundred years of surgical effort. J. Hand Surg.*, 1 : 35, 1976.
- 10) Littler, J.W.: *Neurovascular pedicle method of the digital transplantation for reconstruction of the thumb. Plast. Reconstr. Surg.*, 12 : 303, 1953.
- 11) Leung, P.C.: *Transplantation of the Second toe to the Hand A preliminary report of sixteen cases. J. Bone Joint Surg.*, 62-A : 990, Sept, 1980.
- 12) Lobag, G.W.: *Primary neurovascular bundle transfer in the management of avulsed thumbs. J. Hand Surg.*, 6(1) : 31, 1981.
- 13) Miura, T.: *Thumb recostruction using radial-innervated cross-finger pedicle graft. J. Bone Joint Surg.*, 55-A : 563, April, 1973.
- 14) Nicoladoni, C.: *Daumen plastik und organische ersatz der finger Spitze. Antichetiroplastik und Daktyloplastik. Arch. Klin. Chir.*, 61 : 606, 1900.
- 15) O'Brien, B.M., Macleod, A.M., and Threlfall, G.N.: *Microvascular second toe transfer for digital reconstruction. J. Hand Surg.*, 3(2) : 123, 1978.
- 16) O'Brien, B.M.: *Microvascular reconstructive surgery. Edinburgh London and New York, 1977. Churchill Livingstone p 8, 183-204.*

17) Tamai, S., Hori, Y., and Okuda, H.: *Hallux to thumb transfer with microsurgical technique.*

*J. Hand Surg., 2 : 152, 1977.*