

## 족무지로부터 Wrap-around 유리 피부판을 이용한 수무지 재건

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

한 수 봉 · 김 중 선

= Abstract =

### Thumb Reconstruction with a Free Neurovascular Wrap-around Flap from the Big Toe

Soo Bong Hahn, M.D. and Jung Sun Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

This article introduces a new method of thumb reconstruction with the use of an iliac bone graft and a free neurovascular wrap-around flap from the big toe, previously reported by Morrison et al. in 1980.

Using this method it is possible to reconstruct a thumb similar to the missing part without total sacrifice of the toe.

There is no mobile portion in the reconstructed thumb and motion is provided only by intact joint of traumatized thumb.

In thumb reconstruction, it is possible to preserve the nail and its pulp, thus preventing swivelling of the nail and loss of pulp sensation as well as ensuring continued nail growth. This is achieved by free tissue transfer from the 1st web space of the foot, innervated by the deep peroneal nerve and supplied by the dorsalis pedis artery with relatively large diameter.

Three cases of thumb reconstruction were performed with this method.

Follow up was done for an average of 11.3 months; the rate of viability was 100% with excellent appearance; the 2-point discrimination averaged 8.3mm.

**Key Words:** Thumb reconstruction, Free neurovascular wrap-around flap.

### 서 론

수부의 절단등 손상은 환자에게 사회생활의 적응에 있어 많은 장애를 초래하게되어 옛부터 이의 기능상, 외형상 회복에 많은 연구가 있어 왔다. 특히 수무지의 손상은 그 기능상의 역할이 매우 커서 많은 문헌들이 이의 재건에 대해 연구 보고되었다. 1891년 Carl Nicoladoni에 의해 초보적인 방법으로 여러단계(staged pedicle graft)에 걸쳐 족지를 수무지에 이식하는 방법이 보고되었고 이후 제 2수지를 이용한 무지정복법<sup>1)</sup>(pollicization), 골이식후 원거리 피부판이식(distant flap)하는 방법등이 소개되었다.

1960년대에 와서 미세혈관수술법의 발달은 일차

로 복합조직 이식을 가능케 하여 이후 수무지재건은 새로운 방향의 방법이 시도되었다. 장기간에 걸친 부자연스러운 자세의 교정이 필요없이 한차례의 수술로써 훌륭한 감각성, 운동성을 지닌 수무지재건을 가능케했고 족지이식으로 조갑부(nail)까지 갖춘 훌륭한 모양을 갖출 수 있게되었다<sup>1, 3, 6, 9, 11, 14, 19, 22, 23, 26, 29)</sup>. 1978년 Morrison 등<sup>23)</sup>은 족부의 첫째망상부(1st web space)를 이용한 유리피부판 이식을 소개한 이래 wrap-around 방법<sup>22)</sup>에 의해 과거의 족지이식에 의한 족지의 회생없이도 수무지재건을 할 수 있는 새로운 방법을 소개하였다.

본 연세대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 이런 wrap-around 방법<sup>22)</sup>에 의해 3례의 수무지재건을 시행하여 최장 14개월간 원격추시하여 그 결

과를 보고코저 한다.

## 수술 방법

### 1. 족 부

동족의 족무지에서 내측의 피부는 남기며 재건될 수무지의 길이만큼 상하 외측의 피부에 절개를 가한다. 정상측의 수무지와 비교하여 손상된 부위의 길이를 측정할 수 있으며 양측이 손상시는 재건될 수무지의 끝이 제 2수지의 근위지골간관절까지 올 정도로 정한다. 만일 수무지의 내전수축이 있을 경우에는 족부의 첫째 망상부위를 포함하여 절개한다. 절개될 부위의 내측에 남길 피부는 족무지의 둘레와 정상 수무지의 차이만큼으로하나 조갑부의 크기를 맞추려면 내측 조갑부의 1/3을 남기고 외측 2/3만 유리 피부판에 포함되도록 할 수 있다. 이때 내측의 상조피는 피부판에 포함되도록하고 조갑부는 절제한다. 안정된 조갑부의 성장을 위해 골막하절개를 하거나 약간의 골편을 포함시킬 수 있다. 제 1 족배중족동맥을 따라 족배부에 절개를 가하며 후에 수부의 snuff box에 도달할만큼 약 6cm 이상 충분한 길이만큼 혈관을 박리한다. 제 1 족배중족동맥이 너무 작아 피부판의 혈액공급에 의심이 갈 경우는 주된 혈액공급원이 제 1 족저중족동맥일 경우도 있어 이를 박리하여야 하는데 이때는 길이가 짧아 혈관이식이 필요할 수도 있다. 족부 첫째 망상부위에서 심비골신경을 찾고 필요할 경우 내측족저신경의 분지인 말초족저신경을 찾아 신경봉합을 할 준비를 한다. 정맥은 대복재정맥으로 배출되는 족배부의 분지를 2~3개 박리한다. Paratenon에 손상되지 않도록 신전전을 유리시키며 족지끝에까지 도달토록, 조갑부를 포함한 연부조직을 박리하여 이식할 준비를 한다.

조직의 이식후에 생긴 족무지의 결손은 수무지 재건시에 같이 처리하는 것이 좋다. 족무지 원위지골의 원위부 1/2의 골은 절제해내고 내측의 피부를 당겨 결손부위를 적제한다. 이후 제 2족지의 비체중 부하부위의 족저부에서 cross-toe-flap으로 족무지 조갑부 부위의 노출된 족지골을 피복한다. 제 2족지의 족저부와 족무지의 잔여 결손은 피부이식으로 처리한다.

### 2. 수 부

Snuff box 까지 절개를 가하여 무지주동맥이나 요골동맥을 박리하고 정맥은 요골피정맥이나 이의 분지를 찾고 신경은 요골신경의 감각분지나 혹은 정중신경에서의 말초수지신경을 찾아 각각 이식 봉합

할 준비를 한다. 장골능에서 필요한 길이, 두께만큼의 골편을 얻어 수지골 모양으로 다듬는다. 남아 있는 수무지 골단을 골이식이 잘되게끔 준비하여 골이식을 완성한 후 2개의 K-wires로 고정시킨다. 유리 피부판으로 이식된 골편을 싸고 첨단부와 외측의 피부봉합을 일부하여 유지시킨다음 혈관을 먼저 봉합하여 빈혈시간을 최대한 줄인후 신경봉합을 하여 완성한다.

## 증례 보고

### 증례 1

Fig. 1-A. Case 1. Preoperative appearance.

Fig. 1-B. Case 1. Iliac bone fragment was fixed and isolated neurovascular bundle.

Fig. 1-C. Case 1. Donor site; Flap design.

21세의 남자 환자로 1983년 4월 제단기에 의해 좌측 수무지는 원위지골의 근위부에서 절단되었고 절단부는 환자가 분실하였으며 우측 수지는 무지가 근위지골 원위부에서 절단되었고 절단부는 좌발상을 동반하였으며, 제 2수지, 제 3수지가 근위지골에서, 제 4수지는 중위지골에서 절단되었다. 당일 우수에 대해서 제 2수지, 제 3수지는 직접 재접합술을, 우측 무지는 제 4수지 절단부를 이용 재접합술을 시도하였다. 우측 제 2수지, 제 3수지는 재접

합이 성공하였으나 제 4수지 절단부를 이용한 우측 수무지재건은 실패하여 수상 10일후 절단술을 시행하였다. 수상 1개월후 혈관조영술을 시행하여 혈관상태를 확인한후 좌측 수무지에 대하여 상기 수술방법의 재건술을 시행하였다. 원위지골의 절단부에 장골농에서 약 1×1×2cm 크기의 골편을 얻어 2개의 K-wires로 고정하였다. 수배부에 snuff box 까지 절개를 가하고 제 1 족배중족동맥을 모지주동맥에, 대복재정맥의 족배부 표피정맥 2개를 요골

**Fig. 1-D.** Case 1. Isolated free neurovascular flap from the big toe.

**Fig. 1-E.** Case 1. Opposition was possible at postoperative 1 year.

**Fig. 1-F.** Case 1. Powerful grip was possible at postoperative 1 year.

**Fig. 1-G.** Case 1. Radiologic finding 1 year postoperatively.

**Fig. 2-A.** Case 2. Preoperative defect, showing amputated thumb at the I-P. joint.

**Fig. 2-B.** Case 2. Postoperative appearance at 11 months.

피정맥의 2개의 수배부정맥에, 심비골신경을 표재성 요골신경에 각각 봉합하였다. 술후 약 3일간 좌상지를 30° 고위상태로 유지하며 100 watt 전구로 보온을 유지하였다. 약 5일간 low molecular dextran을 사용하였으며 아스피린과 persantin을 약 2주일간 사용하였다. 수술 1년 2개월후 지골간 관절 운동은 0~55°였으며 가벼운 접촉감, 온도감 발한을 느낄 수 있었으며 두점간 구별은 6mm였다.

수무지를 잘 사용하고 있으며 거의 정상 수무지로 인식되고 있고 외형에 아주 만족하고 있다.

## 증례 2

증례 1에서와 동일환자에서 우측 수무지에 대하여 시행하였다. 제 4수지 절단부를 이용한 수무지 재건 실패후 2개월에 시행하였다. 같은 방법으로 재건하였으며 족배동맥을 요골동맥에, 대복재정맥의 2개의 분지를 요골피정맥의 분지에, 심비골신

**Fig. 2-C.** Case 1 & 2. Reconstructed thumbs. Lt.: Postoperative 1 year, Rt.: Postoperative 11 months.

**Fig. 2-D.** Case 1 & 2. Donor appearance. Lt.: Postoperative 1 year, Rt.: Postoperative 11 months.

**Fig. 3-A.** Case 3. Preoperative appearance, showing amputated left thumb just distal to M-P joint.

**Fig. 3-B.** Case 3. Postoperative appearance of reconstructed thumb at 3 months.

**Fig. 3-C.** Case 3. Preoperative radiologic finding of amputated thumb at proximal phalanx.

**Fig. 3-D.** Case 3. Radiologic finding of reconstructed thumb at 7 months postoperatively.

경을 요골신경의 감각분지에 각각 봉합하였다. 술 후 1년 1개월의 원격추시에서 중수지골간관절 운동은 정상이었고 지골간관절 운동은 없었다. 역시 감각성은 우수하였으며 두점 구별은 8mm였다. 양측 족부지 내측부위의 감각은 술전과 같이 유지되었으며 파행보행동도 전혀 없고 달리기도 가능하였다.

### 증례 3

18세 남자환자로 1983년 9월 착암기에 의해 좌측 수무지가 근위지골에서 절단되어 수상후 1개월 만에 본 수술방법의 재건술을 시행하였다. 족배동맥을 요골동맥에, 대복재정맥을 요골피정맥에, 심비골신경과 내측족지신경의 말초족지신경을 각각 포재성요골신경과 정중신경의 말초수지신경에 봉합하였다. 수술 7개월후 역시 우수한 감각성을 보유하였으며 두점 구별은 11mm였다.

## 고찰

수무지의 재건술에 있어 일찌기 Nicoladoni는 초보적인 방법으로 여러단계에 걸친 staged pedicle technique에 의한 족지의 이식을 발표한 바 있다. 그러나 이 방법은 장기적인 부자연스러운 자세의 고정 필요할뿐더러<sup>19)</sup> 일시적인 좌골신경마비<sup>14)</sup>도 보고되었고 더우기 신경접합의 불충분과 원활치 못한 혈액공급으로 빈번한 피부궤양을 초래하였다.

무지정복법은 제 2수지를 이용하여 용인될만한 결과를 얻을수는 있으나 전체적으로 수지의 수 부 족과 성망상의 외형을 보이는 것이 충분한 재건방법이 못된다고 하였다<sup>15)</sup>. 이외에 고전적인 방법으로 골이식과 함께 피부이식 혹은 원거리 피부관을 이용하는 방법이 있으나 이는 감각성 회복의 문제가 있어 자주 궤양을 초래케되는 등의 문제가 야기되었다<sup>13)</sup>. 무감각성의 수지나 골의 손상이 없는 수지 첨단 손상에 대해 Littler<sup>20)</sup>는 제 4수지의 척골측에서 신경혈관 유경 피판(neurovascular island flap)을 이용한 피부판이식을 최초로 보고하였다. 그러나 이는 padding이 좋지않고 두점간 구별감각을 회복하기가 힘들뿐 아니라<sup>22)</sup> 신경의 긴장에 의한 지각과민<sup>8)</sup>이 보고되었고 뇌피질의 재정위(cortical re-orientation)가 필요하다고 하였다. Buncke와 Rose<sup>6)</sup>는 이러한 뇌피질의 재정위는 약 50%에서는 이루어지지 않으며 재정위시에도 급작스런 동통의 자극에 대해 가끔 subconscious reflex mechanism을 나타낼 수 있다고 하였다.

1960년대에 와서 현미경을 이용한 미세수술법<sup>18)</sup>

<sup>28)</sup>의 발달은 여러 복합조직을 일차로 이식이 가능케하여 오랜 기간 부자연스러운 자세의 고정이나 수차에 걸친 수술로 인한 이환률을 감소시킬수 있게 되었다. 최초의 유리 피부판이식으로 groin flap<sup>21)</sup>이 발표되었으나 이는 가끔 천장골회선동맥의 변위로 인해 큰 실패성은 없다고 하였다. 근래에와서 비교적 변위가 적은 흉배동맥을 이용한 lattismus dorsii flap<sup>2, 5)</sup>이 보고되고 그 장점으로서는 이차적인 결손이 단순봉합으로 치유 가능하고 비교적 동맥의 직경이 큼으로 봉합이 용이하고 흉배신경을 이용하여 감각성의 회복을 기대할 수 있다하였다. McCraw와 Furlow<sup>11)</sup>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<sup>13, 25)</sup>. 그러나 Strauch와 Tsur<sup>27)</sup>은 천비골신경에 의해 분포되는 족배부의 피부는 두점 구별이 약 20~30mm이며 신경분포모양에 변위가 있어 수부의 이식에는 충분치 못하다하여 족부 첫째 망상부를 이용한 피부판이식이 더 우수함을 일찌기 보고하였다. 더우기 Morrison 등<sup>22)</sup>은 조갑부까지 포함하여 이것이 연피(pulp)의 안정을 도모하고 감각이 확대되는 등의 역할외에 외형상 훌륭한 모양의 수무지 재건이 가능하 다 하였다.

미세혈관수술법의 발달은 유리피부판 이식뿐 아니라 사고에 의한 수지 절단시 재접합이나 족지를 이식한 수지의 재건을 가능케하였다. Chow등<sup>10)</sup>은 30례에서 수무지재접합술을 시도하여 82%의 성공율과 5mm까지의 두점 구별을 얻었음을 보고하였다. 1969년 Cobett<sup>11)</sup>가 처음 인간에서 족무지를 이식하여 성공한 예를 보고한 이래 족지를 이용한 수지의 재건에 많은 보고가 있어 왔다<sup>3, 9, 11, 14, 29, 30, 31)</sup>. Wilson<sup>30)</sup>은 어린이에서 지골을 이식하여 2례중 1례에서 길이성장이 일어남을 관찰한 바 있고 Yoshimura<sup>31)</sup>는 특히 제 2족지를 이용하여 수무지 재건시 그 신전건을 사용하여 수무지의 반대위(opposition)가 가능함과 수무지의 내전 수축시는 족지의 첫째 망상부를 포함함으로써 교정 가능하 다 하였다. 그리고 이식하는 부위는 전체 족지의 이식보다 근위지골 중간이하 부위의 이식시 결과가 좋았음을 보고하였다. 그러나 이러한 족지의 이식시에는, 족무지를 이용하게 되면 모양이 너무 커지게 되고 다른 족지를 이식하게되면 너무 작고 긴모양의 수무지모양이 되는 외에 이차적으로 족지의 희생이 따른다고 하였다<sup>22)</sup>. Bunnel<sup>6)</sup>은 원형상의 반흔에 의한 압박, 정확한 신경, 전봉합의 불충분과 족지의 이차적 결손등으로 족지를 이용하는 방법은 좋지않다

하였다.

미세수술에 의한 방법은 술후 혈관공급이 그 성공의 열쇠가 되어 이의 변화를 빨리 인지하여 조치하는 것이 중요하다 하겠다. 혈액순환의 감시로는 여러 방법이 소개되어 있으나 Buncke 등<sup>9)</sup> 및 Harrison 등<sup>17)</sup>은 피부의 혈조법(transillumination)을 이용한 photoplethysmography 이 가장 좋다 하였다. 술후 heparin 등의 항혈전제 사용에 대해서는 학자마다 의견의 차이가 있어 Buncke 등<sup>9)</sup> 및 Yoshimura<sup>31)</sup>는 사용한 예를 김봉건 등<sup>3)</sup> 및 Daniel 등<sup>11)</sup>은 사용하지 않았음을 보고하였다. Daniel과 Taylor<sup>12)</sup>는 잘못된 유리 피부판의 도안이나 정맥봉합의 어려움으로 인한 정맥배출 부전이 가장 큰 실패의 원인이라 하였고, Harrison 등<sup>17)</sup>은 40례의 유리 피부판이식에서 5례의 혈액공급 부전이 발생하여 이중 4례에서 정맥혈전이 원인이었음을 보고하였고, Tamai 등<sup>20)</sup>은 기술적인 문제로 혈관봉합시 동맥내막에 손상을 주지않는 것이 혈전방지에 중요하다고 하였다. 신경접합에 있어서는 신경초 봉합, 신경속간 봉합등의 방법이 소개되어 일반적으로 신경속간 봉합이 더 좋다고 알려져 있고, Buncke<sup>7)</sup>는 신경속간 봉합후 두점 구별이 평균 9mm였음을 보고하였으나 Young 등<sup>23)</sup>은 신경속간 봉합은 반흔을 초래케되어 반드시 좋다고는 할 수 없으며 Hubbard와 Herdon<sup>16)</sup>은 group fascicular suture가 더 좋다고 주장하였다. 그러나 술후 신경의 회복에 있어 가장 중요한 문제는 봉합하는 방법보다 신경간의 긴장이 없이 하는 것이 가장 중요하며, 이러한 긴장의 발생시는 직접봉합보다 신경이식을 하는 것이 더 좋다고 하였다<sup>18, 27)</sup>. 신경 회복을 측정하는 방법으로는 potter's letter test, wrinkle test, moberg's pick up test, ninhydrin and starch iodine-printing test 등이 있으나 두점간 구별이 가장 좋다고 하였다<sup>7)</sup>. 본례에서는 평균 8.3mm의 양호한 두점 구별을 얻었고 Poppen 등<sup>26)</sup>도 족부 첫째 망상부 이식시 평균두점 구별이 5.3mm임과 환자의 나이가 적을수록 결과가 좋았음을 보고하였다. 이처럼 감각성이 더 향상됨은 1. cortical representation 2. peripheral receptor density의 증가 3. 지각교육의 결과라고 Strauss와 Tsur<sup>27)</sup>은 설명하고 있다.

본 보고에서의 방법은 결국 족부 첫째 망상부위에서 조갑부를 포함한 유리 피부판 이식과 장골편 이식으로 이루어지며 이러한 유리 조직 이식시 항상 그 신뢰성이 문제가 되는데 Daniel 등<sup>11)</sup>은 족배동맥 이식시 이는 약 2~2.5mm의 직경을 가진 비교적 큰 직경의 혈관으로 신뢰성이 높다하였고 족배부의 피부보다는 족부 첫째 망상부를 사용하여 우

수한 감각성의 회복<sup>27)</sup>뿐 아니라 연피, 조갑부까지 포함할 수 있고 장골편을 이용함으로써 우수한 외형상의 재건과 이차적인 족지의 회생까지도 방지할 수 있다고 하겠다<sup>22)</sup>. 장골편을 이용하여 골이식을 하므로 재건된 수무지의 부분은 운동성을 가질 수 없으므로 수근중수골간관절이 손상받지 않았어야 추후 수무지의 운동성회복에 좋다고 하였고 본 보고에서의 3례 모두는 중수지골간관절 이하의 부위에서 행해져 우수한 운동성을 보유했 수 있었다. 그러나 수지 재건에 있어서는 감각성, 운동성의 문제보다 환자가 결과에 대해 만족하는 정도가 가장 큰 조건이 된다 하였고<sup>31)</sup> 본 보고의 3례 모두에서는 아주 만족한 상태로 술후 수무지 사용을 거의 정상처럼 하였다.

이 방법도 다른 미세수술에서와 같이 수술 부위에 대한 정확한 해부학적 구조<sup>2, 12)</sup>를 이해하고 있어야 함은 물론이다. Yoshimura<sup>31)</sup>는 25례의 족지 이식시 제 1 족배중족동맥이 20례에서 우세하였으며 제 1 족저중족동맥을 이용한 예가 5례였음을 보고하였다. 본례에서도 모두에서 제 1 족배중족동맥이 충분한 혈액공급을 할 수 있어 이를 사용하였다. 본 수술적 방법은 어린애에서는 적용이 안된다하여 이때는 무지정복법이나 족지이식의 방법을 권하고 있다<sup>22)</sup>. Gramco<sup>15)</sup>는 무지정복법은 특히 1세때 하는 것이 자연스럽게 수무지로 인식될 수 있으며 오랜 기간 수무지로서 역활케하는 영향을 받아 성장하므로 오히려 더 좋다 하였다. Vercauteren과 Vynck<sup>29)</sup>는 6세 남아에서 족지를 이식하여 수지를 재건한후 4년후에 3mm의 길이 성장이 있었음을 보고하였으나 이식된 골단부의 작용에 대해서는 명확한 결론을 내리지는 못하였다. Hamilton 등<sup>10)</sup>은 수혜부뿐 아니라 공여부에도 관심을 가져 이환율을 낮추는 것이 중요하다고하여 족무지의 결손부위에 제 2 족지의 비체중부하 부위를 이용하는 방법을 소개하고 있다.

## 결 론

연세대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 1983년 5월부터 장골편 이식과 족무지로부터 신경혈관 유리 피부판을 이용한 수무지 재건술을 3례에서 시행하여 최장 14개월 원격추시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 3례 모두에서 성공하여 성공율은 100%였다.
2. 기능상 용인될만한 결과를 보였고 무모와 좋은 연피의 피부, 조갑부를 포함하여 외형상 훌륭한 수무지를 재건할 수 있었다.

3. 가벼운 접촉감, 온도감, 발한을 회복하였으며 최고 6mm까지의 두점 구별을 얻을 수 있었다.

4. 족부에는 족무지에 조갑부가 없는 외형상의 변화 외에는 달리기에도 아무 지장이 없었다.

5. 본 수술법은 소아를 제외한 모든 연령에서 무지재건이 필요한 경우 가장 우수한 방법으로 추천될 수 있겠다.

## REFERENCES

- 1) 김광희 · 이강석 · 조재림 · 윤영주 : 족무지 유리 피부편을 이용한 무지재건술. 대한정형외과학회지. 81:1155-64, 1983.
- 2) 김봉건 · 유명철 · 강신혁 · 박재공 : 미세수술법을 이용한 신경 및 혈관부착 유리 피부이식술. 대한정형외과학회지. 16:146-55, 1981.
- 3) 유명철 · 강신혁 · 송영학 · 박재공 : 미세수술을 이용한 toe-to-thumb transplantation. 대한정형외과학회지. 15:861-69, 1980.
- 4) Black, M.J.M., Chait, L., O'Brien, B.M., Sykes, P.J. and Sharzer, L.A.: How soon may the axial vessels of a surviving free flap be safely ligated: A study in pigs. Br. J. Plast. Surg. 31:295-99, 1978.
- 5) Bostwick, J., Nahai, F., Wallace, J.E., et al.: Sixty latissimus dorsi flaps. Plast. Reconstr. Surg. 63:31, 1979.
- 6) Bunnell, S.: Reconstruction of the thumb. Am. J. Surg. 95:168-72, 1958.
- 7) Buncke, H.J.: Digital nerve repairs. Surg. Clin. Nor. Amer. 52:1267-85, 1972.
- 8) Buncke, H.J. and Rose, E.H.: Free toe-to-fingertip neurovascular flaps. Plast. Reconstr. Surg. 63:607-12, 1979.
- 9) Buncke, H.J.Jr., McLean, D.H., et al.: Thumb replacement: Great toe transplantation by microvascular anastomoses. Br. J. Plast. Surg., 26:194-201, 1973.
- 10) Chow, J.A., Bilos, Z.J. and Chunpropah, B.: Thirty thumb replantations: Indications and result. Plast. Reconstr. Surg. 65:626-30, 1979.
- 11) Cobbett, J.R.: Free digital transfer: Report of a case of transfer of a great toe to replace an amputated thumb. J. Bone Joint Surg. 51 B:677-679, 1969.
- 12) Daniel, R.K. and Taylor, G.I.: Distant transfer of an island flap by microvascular anastomoses: A clinical technique. Plast. Reconstr. Surg. 52:111-17, 1973.
- 13) 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. Reconstr. Surg. 57:275-80, 1976.
- 14) Davis, J.E.: Toe-to-hand transfers. Plast. Reconstr. Surg. 33:422-36, 1964.
- 15) Gramcko, D.B.: Pollicization of the index finger. J. Bone Joint Surg. 53A:1605-17, 1971.
- 16) Hamilton, R.B. and O'Brien, B.McC., et al.: The corss toe flap. Br. J. Plast. Surg. 32:213-16, 1979.
- 17) Harrison, D.H., Girling, M. and Mott, G.: Experience in monitoring the circulation in free flap transfers. Plast. Reconstr. Surg. 68:543-53, 1981.
- 18) Hubbard, L.F. and Herdon, J.H.: Microsurgery in orthopedics. Surg. Clin. Nor. Amer. 63:737-48, 1983.
- 19) Iselin, M.: Reconstruction of the thumb. Surgery. 2:619-22, 1937.
- 20) Littler, J.W.: Neurovascular pedicle transfer of tissue in reconstructive surgery of the hand. J. Bone Joint Surg. 38A:917, 1956.
- 21) McCraw, J.B. and Furlow, L.T. Jr.: The dorsalis pedis arterialized flap. Plast. Reconstr. Surg. 55:177-85, 1975.
- 22) Morrison, W.A., O'Brien, B.McC. and MacLeod, A.M.: Thumb reconstruction with a free neurovascular wrap-around flap from the big toe. J. Hand Surg. 5:575-83, 1980.
- 23) Morrison, W.A., O'Brien, B.McC., et al.: Neurovascular free flaps from the foot for innervation of the hand. J. Hand Surg. 3:235-42, 1978.
- 24) Murray, J.F., Ord, J.V.R. and Gavelin, G.E.: The neurovascular island pedicle flap. J. Bone Joint Surg. 49A:1285-97, 1967.
- 25) Ohmori, K. and Harii, K.: Free dorsalis pedis sensory flap to the hand with microvascular anastomoses. Plast. Reconstr. Surg. 58:546-54, 1976.
- 26) Poppen, N.K., Norris, T.R. and Buncke, H.J.: Evaluation of sensibility and function with microvascular free transfer of the great toe to the hand for thumb reconstruction. J. Hand

*Surg.* 8:516-31, 1983.

27) 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.

28) Tamai, S., Sasauchi, N. and Hori, Y.: *Micro-*

*vascular surgery in orthopaedics and traumatology.* *J. Bone Joint Surg.* 54B:637-46, 1972.

29) Vercauteren, M.E. and Vynckt, C.V.: *A free total toe phalanx transplant to a finger: A case report.* *J. Hand Surg.* 8:336-39, 1983.