

## 이차적 치료방법으로 실시한 신경혈관경 피부편수술에 대한 임상적 고찰

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

강호정 · 한수봉 · 강응식 · 장준섭

— Abstract —

### A Clinical Study of neurovascular Island Flap as a Second Stage Procedure

Ho Jung Kang, M.D., Soo Bong Hahn, M.D.,  
Eung Shick Kang, M.D., Jun Seop Jahng, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery Yonsei University College of Medicine  
Seoul, Korea*

The transfer of a sensory island of skin to an anesthetic area on the hand has been the most important development in hand surgery in the past decade. A neurovascular island flap transfer has proved useful for the treatment of finger injuries in primary cases and in secondary cases. The purpose of this paper is to describe the use of local composite tissue, isolated and transferred on a neurovascular pedicle graft for the secondary reconstruction procedures of finger injuries.

Thirty two fingers had been operated on for "neurovascular island flap" coverage operation at the Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University, Severance Hospital and Incheon Severance Hospital during the period from 1983 to 1992. The follow up study was carried out on twenty hands over a year period after an operation.

The results obtained were as follows.

1. Among twenty hands the cases of thumb are ten. The index are eight, other fingers are two.
2. The ratio between male and female was about 4:1 The most common procedures of primary treatment were abdominal distant flap (14cases).
3. All had better touch, pain and temperature sensibility in the flap than the surrounding recipient area. Thirteen patients referred a pinprick in the flap to the donor finger, All had decreased two point discrimination corresponding to the pulp about 6 months after operation.

※ 본 논문의 요지는 1993년 제37차 춘계 정형외과학술대회에서 구연되었음.

4. The use of neurovascular pedicle graft as a method of tissue transfer which permits a wide range of motion and comfortable appearance without jeopardizing either circulation or sensation.

**Key Words :** Finger, Neurovascular island flap, Secondary reconstruction

## I. 서 론

신경혈관경 피부편 술식은 수부의 제한된 감각 손실을 초래한 외상치료에서 감각을 회복시키는 좋은 방법으로 널리 이용되고 있다. 1955년 Moberg<sup>1)</sup>에 의해 일차적 신경봉합술을 시행할 수 없도록 손상된 말초신경 손상의 감각기능회복에 처음으로 신경혈관경 피부편 이식술이 사용되었으며 1956년 Litter<sup>2)</sup>가 새롭게 기술을 발달시켰다. 이 수술법은 수지에서 중요한 기능을 담당하고 있는 제1수지단의 내측부나 제2수지단 외측부가 혈관이나 신경손상, 골노출, 건노출 및 연부조직 좌멸창등의 손실을 입었을 경우에 일차나 이차수술방법으로 쓰여지고 있다. 그러나 대부분의 손상부위는 일차봉합술, 복부원위편, 피부이식술 등으로 치료하게 된다.

수지에서 감각기능은 중요한 기능으로 특히 수지단부에서 느끼는 감촉, 통증, 온도에 대해 느끼는 감각은 매우 중요하여, 이것들의 손실시에 일상생활에 커다란 지장을 받게 된다. 따라서 수지단부의 감각손실이 동반된 손상시에 신경이식술, 신경봉합술을 이용한 교수피판술, 미세혈관술을 이용한 방법들이 이용되고 있으나, 예후나 장기간의 추시관찰, 수술시 실패의 확률등에 의해 많은 문제점이 나타나고 있다<sup>3,7,11)</sup>.

이에 저자들은 1986년 3월부터 1992년 3월까지 수지단부의 기형 및 감각손실을 동반한 손상치료에 이차 재건술로 신경혈관경 피부편 방법을 시행하여 1년이상 추후관찰이 가능하였던 20예에서 만족할만한 결과를 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## II. 본 론

### 1. 대 상

1986년 3월부터 1992년 3월까지 수지단부의 손상 후 1차수술을 받은 환자에서, 감각손실이나 기형을 주소로 내원하였던 환자중에서 2차로 신경혈관경 피부편 수술을 시행하였던 환자를 대상으로 하였다. 총 32예를 수술하였으나 1년이상 추후관찰이 가능하였던 20예를 중심으로 분석하였다. 1차수술로서 신경혈관경 피부편 수술을 시행하였던 환자는 대상에서 제외하였다.

### 2. 수술 방법

수술시행전에 피부편의 공급부를 결정하는 것이 중요하며, 제1,2 수지단부나 제3수지의 외측부 등은 피해야 한다. 공급피부편 부위가 결정되면 손상부의 정확한 면적을 자를 이용하여 측정해야 하며, 공급부와 수용부사이의 거리를 측정하여 피부편의 주행방향, 길이 등이 가능한지를 고려해야 한다.

공급부를 결정하는데는 두가지 고려해야 할 사항이 있다. 즉 공급부의 혈관분포나 감각이 정상 이면서, 피부편을 떼어낸 후에 최소한의 기능장애 및 추형을 남기는 부위여야 한다. 수술은 지혈대하에 실시하며 피부절개는 손상부위와 공급부는 수지의 외측부 중심을 따라서 넣는다. 공급부에는 필요하면 주위의 수지로 가는 총전연수지혈관을 결찰하거나, 총전연수지 신경을 분리시키는 방법을 사용하여 피부편 경(pedicle)의 연장을 얻을 수 있다. 여기에 추가해서 천층아치를 퍼줌으로서 좀 더 연장된 길이까지 피부편을 옮길 수 있게 된다(Fig 1).

절개부에서 수지신경혈관을 노출시킨 후에 주위의 구조인 건막과 약간의 지방조직을 함께 포

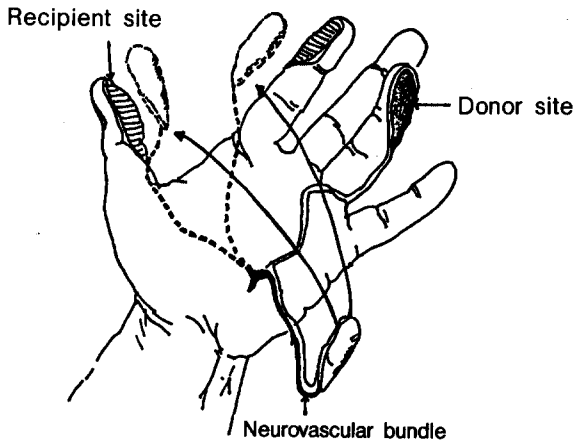


Fig. 1. Diagrammatic representation of neurovascular island pedicle flap.

함시켜서 분리시킨다. 신경혈관구조를 분리시킬 때에 주변의 소동맥은 조심스럽게 분리하여 전기 소작시켰으며 일단 분리된 피부편은 생리식염수에 적신 거즈로 싸서 건조되거나, 손상받지 않도록 보호한다. 충분히 피부편의 pedicle의 길이가 얻어진 후에는 수용부로 옮기게 된다. 공급부와 수용부의 길이가 떨어져 있어서 한차례의 피하조직 tunnel로 옮기기 어려운 경우에는 수장부에 약 두세 곳의 절개선을 넣어서 단계적으로 공급부의 피부편을 옮겨온다. 이 과정에서 pedicle의 혈관이나 신경구조들이 비틀어지거나, 압박이나 지나친 긴장력등이 가해지지 않도록 주의한다<sup>2,3)</sup>.

이러한 신경혈관경 피부편 수술시 성공에 가장 영향을 미치는 요소는 맥관계의 integrity가 유지되는 것이며, 특히 정맥계의 정상순환이 제일 중요한 역할을 한다. 따라서 피부편을 옮긴 후에 피부편 변연부에서의 출혈뿐 아니라, 봉합후에 정맥순환장애에 의한 울혈현상이 나타나는가를 확인해 보아야 한다. 피부편은 4-0 Nylon을 이용해서 봉합하여 주고, 절개부를 봉합한 후에는 공급부의 피부결손에 대한 이식술을 동측 상지 상완부에서 피부를 얻어 실시하였다. 수술후 지나친 압박을 피한상태로 창상치료를 하여 기능적 위치에서 수지를 수일간 고정후에, 약 5일경부터 관절의 능동적 운동을 서서히 시작하였다. pinching

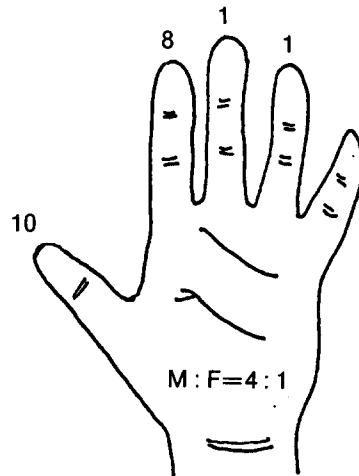


Fig. 2. The sex ratio and recipient sites.

운동은 봉합사 제거후 2주경부터 시행하였다.

### III. 증례분석

#### 1) 성별 및 손상수지 분포

이차로 신경혈관경 피부편 수술을 시행한 후 1년이상 추시관찰이 가능하였던 20예를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 남녀의 비율은 4:1이었으며, 제1수지에서 실시한 경우가 10예였으며, 제2수지가 8예, 제3수지와 제4수지가 각각 1예씩이었다(Fig 2).

#### 2) 일차적 치료방법

일차적 치료방법은 피부편 이식술을 시행받은 경우가 3예, 복부 원위편 수술을 시행받은 경우가 14예였으며, 일차봉합술로 절단단을 치료한 경우가 3예였다(Table 1). 대부분의 환자가 기계에 의한 압력손상으로 수지단부의 손상을 입었으며, 화상이나 절단손상이 각각 1예씩 있었고 주로 외형적 기형 및 기능상의 불편함을 주소로 내원하여 이차로 신경혈관경 피부편 이식술을 받았다. 수지 단부의 절단기형이 있는 환자는 절단단의 골편 돌출에 의한 통증 혹은 반복적인 피부손상을 호소하거나, 절단 수지 사용시 절단단 피부의 이상감각에 의하여 심한 통증 및 불편을 호소하

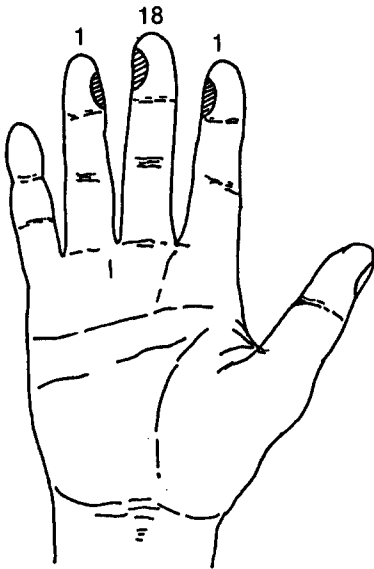
는 환자에서 실시하였다.

**Table 1.** Method of primary procedure

method	No. of case	%
Skin graft	3	15
Abdominal distant flap	14	70
Primary closure	3	15
Total	20	100

### 3) 공급부의 수지분포 및 일차 치료와의 기간 차이

피부편 공급부위는 제3수지의 척측 신경혈관경 피부편을 이용한 경우가 18예, 제2수지의 척측피부편을 이용한 경우가 1예, 제4수지의 피부편을 이용한 경우가 1예 있었다(Fig 3). 1차 수술과의 기간의 차이는 6개월내에 실시한 경우가 4예, 6개월에서 1년사이가 5예, 1년에서 2년사이가 6예였으며, 2년이후에 실시한 경우가 5예였다.



**Fig. 3.** Distribution of donor sites.

### 4) 치료결과

지각신경의 손상부위는 피부편 수술후 즉시 촉감(tactile gnosis)이 회복되었다. 13예의 환자에서

공급부 피부편의 통증을 검사하는 pick-test에 공급부의 수지부분에 관련통을 호소하였다. 20예에서 수용부 주변조직이나 원위피부편 주위에 비해서 더 나은 촉감, 통감, 온감을 느낄 수 있었으며, 수술시 동시에 실시한 지방조직 제거술이나 피부편 성형술에 의해서 외형상으로도 커다란 만족도를 얻을 수 있었다. 수술직후는 전예에서 피부편의 reorientation에 장애를 초래해서 기능회복에 어려움이 있었으나 술후 6개월이후부터는 시간이 경과할수록 적응도가 증가하였으며 이중 4예에서는 수술후 1년경과후에는 피부편 자극시에 잘못된 해석없이 수지를 사용할 수 있었다. 나머지 16예에서는 술후 1년 경과한 후에도 계속해서 수지사용시 reorientation 장애를 호소하였다. 이러한 reorientation 감각의 회복여부는 환자의 회복의지와 훈련에 커다란 영향을 받는 것으로 생각되었다.

수술한 20예에서 이점식별감(two point discrimination)의 감소가 전위시킨 피부편부위에서 관찰되었다. 이점식별감은 수술전의 피부편의 식별거리를 측정하여 놓은후 수술후에 변화와 비교하여 보았다. 이러한 이점식별능력은 수술후 초기 2개월내지 3개월까지는 정상이었으나, 서서히 감소하는 양상을 보였다. 일년 경과후 전예에서 수술전의 평균 이점식별각 5mm와 비교하여 이점식별능력이 저하되는 현상을 관찰할 수 있었으며, 10mm에서 15mm사이의 이점식별능력을 보인예가 13예였다(Table 2). 수술후 수용부 신경혈관경 피부편의 dimension은 서서히 증가하였으며, 공급부의 피부이식 수술부위의 dimension은 시간이 경과할수록 감소되었다.

**Table 2.** Result of two point discrimination

Distance	Cases(%)
under 10mm	2(10)
10-15mm	13(65)
over 15mm	5(25)
Total	20(100)

### 5) 합병증

일차 치료로 복부원위편을 실시한 14예에서 원위편의 부분제거후 신경혈관경 피부편 수술을 시

**Fig. 4.** Post-abdominal distant flap state of left volar thumb pad area.

**Fig. 5.** The neurovascular island flap was passed through a subcutaneous tunnel.

**Fig. 6-A.** Well healed volar thumb reconstruction area around the distant abdominal flap.

**B.** Pinching exercise after two weeks.

행하였으며 남아있는 복부 원위편 부위의 피사를 초래한 예는 없었다. 공급부와 수용부 수지의 위축은 없었으며 두예에서 공급부 피부이식부에 부분적 피사소견이 있었으나, 이차 피부이식술없이 창상치료로 치유되었다. 전예에서 수술후 공여부의 수지관절 운동범위는 수술전과 차이가 없었으며, 수용부의 수지관절도 강직이나 외형상의 기형등이 수술후 더 이상 악화되지 않았다. 피부이식술 실시한 공급부위에 대해서는 함몰기형에 의한 외관상 기형을 두예에서 호소하였다.

제1수지 단부에 입은 후 복부 원위편 수술을 1년 전에 시행받았다(Fig 4). 외형상 기형 및 감각소실로 인한 기능장애를 주소로 내원, 제3수지단의 내측부를 공급부로 하여 신경혈관경 피부편 수술을 시행하였다. 수장부에 2군데로 절개선을 만들어 피하조직 tunnel을 피부편이 통과하도록 하였다(Fig 5). 시행후 감각 및 기능에 만족할 만한 결과를 얻었다(Fig 6-A,B).

#### 증례 2

19세 남자환자로 우측 제2수지 및 수배부의 화상으로 인한 반흔구축이 심한 상태로 내원하였다. 환자는 피부이식수술을 시행한 상태로 제2수지단 외측부의 반흔형성이 심하여 외형뿐 아니라 기능장애와 제2수지 사용시 반흔부 통증을 주소

#### IV. 증례보고

##### 증례 1

26세 남자환자로 기계에 의한 압케손상을 좌측

로 내원하였다.

이학적 소견상 원위지절 관절에 40도의 굴곡구축을 보이면서 심한 반흔에 의한 기형과 반흔부위에 감각소실이 있었다.(Fig. 7). 제3수지의 내측부를 공급부로하여 신경혈관경 피부편 수술을 시행하여 감각회복과 외형상에도 만족할 만한 결과를 얻었다(Fig. 8). 공급부는 동측의 상완부에서 피부를 얻어 이식수술을 시행하였다. 능동적 수지운동은 술후 5일부터 시행하였으며, 2주 후부터 pinching 운동을 시작하여 좋은 결과를 얻었다.

### 증례 3

25세 남자 환자로 기계공으로 작업중 사출기에 눌리면서 제2수지단부에 골절이나 건손상없이 좌

멸창을 입어서 복부원위편 수술을 2년전에 받았다(Fig 9). 제3수지단의 내측부를 공급부로 하여 복부원위편을 일부 제거하고 신경혈관경 피부편 수술을 시행하여 외형이나 기능상으로 만족할 만한 결과를 얻었다(Fig 10-A,B).

## V. 고 찰

수지단의 감각(sensation)은 일상생활을 영위하는데 중요한 역할을 하므로 심한 수지단의 좌멸창이나 절단창등에서, 손상부를 피부감각의 유지와 함께 동통이 없는 피부로 회복되도록 하는 것이 궁극적인 치료목표이다. 피부이식술, 원위피부편수술, 교수피판술(cross finger flap), 미세현미경을 이용한 자유피판술등의 여러가지 방법이 있으나 각각의 방법마다 단점이나 합병증, 실패시의 문제등에 의해 치료방법 선택에 어려움이 따르고 있다<sup>1,5,10)</sup>.

수지의 기능상 차지하는 중요도는 제1수지가 약 40%이며, 제2수지, 제3수지 순으로 감소한다. 특히 제1수지단의 전연부와 내측부 및 제2수지의 외측부는 중요하다. 반면에 제3수지나 제4수지의 내측부는 기능상 별로 커다란 역할을 담당하고 있지 않다. 따라서 산업사회의 발달과 함께 늘어나는 수부손상에서 제1,2수지단의 손상이 일차적 치료방법으로 중요성이 비교적 덜한 제3,4수지의 내측부 신경혈관경 피부편을 이용하여 손상에 의해 골이나, 건조직이 노출된 경우에 치료에 널리 쓰이고 있다. 피부이식술, 복부나 흉부 원위피부

Fig. 7. Post burn scar contracture of index finger after skin graft.

Fig. 8. After 4 weeks of operation, well-healed medial aspect of distal index reconstruction area.

Fig. 9. Gross appearance of index finger at 2 years after abdominal distant flap.

**Fig. 10—A.** After neurovascular island flap from ulnar side of long finger.  
**B.** At two weeks, pinching and grasping exercise were possible.

편 수술등도 널리 쓰이고 있으나, 외형이나 기능적인 면에서 만족도가 높지 않다. 특히 수술후 외형상의 기형과 공급피부편의 감각손실들이 문제가 되며 원위피부편 술식은 장기간의 고정 및 입원 등으로 치료에 많은 시간을 소요하면서도 환자의 만족도는 별로 높지 않은 상태이다. 미세현미경을 이용한 자유피부편 수술방법이나 신경이식술, 신경이전술(nerve transfer)등도 수지단부에서는 수지신경이 가늘어지면서 분지로 나누어지므로 실제로 시행하기가 어렵다<sup>6)</sup>.

신경혈관경 피부편 이식술은 1955년 Moberg<sup>11)</sup>에 의해 고안된 이래로 Littler(1956)<sup>9)</sup>와 Tubiana(1969)<sup>17)</sup>에 의해서 발달되었다. 이 방법은 감각소실된 수지단의 중요한 감각기능을 회복시키는 방법으로 일차적으로는 좌멸창, 절단창등에서 실시할 수 있으며, 수지단부의 손상정도가 심하여 원위피부편을 실시하였던 경우에 중요한 부분에만 선택적으로 실시할 수 있다. 본 조사에서도 14예(70%)가 복부 원위피부편 수술을 시행한 경우로 제일 많았다. 특히 복부원위편은 혈관분포가 많지 않은 조직이므로 이러한 환자에서 일부의 복부원위편 제거술은 외형상으로 좋은 결과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 신경혈관경 피부편에 의해서 부수적으로 동반되는 혈관분포도 있게 되어서 수용부의 혈액순환과 치유능력을 촉진시키는 것으로 알려져 있다<sup>4)</sup>.

수술후에 지각이상(Hyperesthesia)를 호소하는

경우도 있는데 원인은 피부편으로 가는 수지신경의 자극이나, 변연부의 말초신경 자극으로 추측하고 있다. 실제로 수술도중에 수지신경의 분리나 견인(stretching)에 의해서 충분히 손상받을 가능성이 있다. 일부 환자에서는 이상감각 부위가 피부편 변연부의 한두군데로 집중되는 현상도 관찰되는데 이러한 경우는 주변의 반흔조직속에 신경섬유가 포함되어서 나타나는 것으로 생각된다. 일차수술로 신경혈관경 피부편 수술을 시행하는 경우는 이러한 문제가 자주 발생하였으나 이차수술로 시행한 경우는 사전에 이상적인 크기의 피부편을 정하여 옮겨 주므로 이러한 합병증을 줄일 수 있었던 것으로 생각된다. 신경혈관경 피부편 수술은 주로 제1수지단부의 손상에 널리 시행되고 있으나, 본예에서 제2수지에 실시한 경우도 8예로써 비교적 많은 수였다. 이러한 이유는 제1수지는 제1족지를 이용한 유리피부편술식을 이용한 재건술도 널리 쓰이기 때문에 이차수술에 적용되는 경우가 적었기 때문으로 생각되며, 제2수지는 대부분이 복부원위편으로 치료하기 때문에 2차수술이 적용되는 경우가 상대적으로 증가되었기 때문일 것으로 사료되었다.

수술방법상으로는 제1수지단부로의 피부편 수술이 경(pedicle)의 길이가 길어야 되고, 피하조직의 tunnel부를 위해 절개선을 2군대 이상 넣어 야 하며, 전이중에 신경혈관경의 비꼬임이나, 지나친 긴장 및 압박을 피해야 하는 어려움이 따르

므로 합병증이 발생할 확률이 높다. 저자들의 경우는 수술시에 총수지신경의 분리나 총수지혈관계의 결찰로 필요한 pedicle의 길이를 얻었으며, 수술후에 제2수지에 비해 특별히 합병증이 증가하지는 않았으나, 한예에서 제1수지의 최대신전신에 공급부의 수지에 관련통을 호소하였다.

수술후 결과에 대해서 1967년 Murray<sup>13)</sup> 등은 16예를 실시하여 1예에서만 거의 정상에 가까운 촉감(tactile gnosis)을 얻을 수 있다고 하였으며, 1961년 Tubiana와 Duparc<sup>14)</sup>은 10예에서 전부 정상의 이점식별각을 보인다고 하였고, 1966년 Reid<sup>15)</sup>는 14예에서 전부 정상의 이점식별각을 보이지 않는다고 하였다. 실제 촉감은 정상부위의 수지에 비교해서 환자 자신이 평가하는 것이므로 정확도를 얻기가 힘들다. 이점식별각은 대뇌피질에 의한 인지능력으로 척수의 Meissner's corpuscle에서 전방척수 시상로를 거쳐서 시상부로 전달되는 것으로 알려져 있으며, 이러한 이점 식별각도 수술전에 공급부의 인지능력을 부위별로 조사후에 수술후 다시 비교해보아야 한다. Moberg<sup>12)</sup>에 의하면 예민하게 물건을 잡을 수 있으려면 적어도 15mm의 이점식별 각이 있어야 한다고 하였으며, 큰 물건을 쥐는데는 약 40mm의 이점식별 각이 있어야 된다고 하였다. 저자의 경우에는 촉감 및 동통, 온감등은 수용부 주변에 비해 많은 호전이 있었으며 이점 식별각은 수술후 약 3개월까지는 술전과 비슷한 수준을 보이다가 서서히 감소하여 6개월 이후는 20예 전부에서 감소된 소견을 관찰할 수 있었다. 5예에서는 이점식별각이 소실된 소견이 보였다.

수술후 합병증으로 1967년 Murray<sup>13)</sup> 등은 공급부 근위 수지관절의 경도의 구축을 보고하였으며, 1975년 Kray와 Rasmussen<sup>16)</sup>은 Tinel sign이 피부편 경부에 존재하는 3예를 보고하였다. 저자의 경우에는 공급부 일부의 이식피부 괴사가 2예 있었으며, 5예에서 Tinel's sign이 양성으로 나타났으며, 일차수술부위인 복부원위피부편의 괴사에는 없었다.

## 결론

연세대학교 정형외과학교실에서 수지단의 손상후에 1차치료가 끝난 상태에서 기형이나, 감각소실, 기능상의 문제를 주소로 찾아온 환자에서 이차적 수술방법으로 신경혈관경 피부편 술식을 시행하여 1년이상 추시가 가능하였던 20예를 대상으로 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 20예에서 제1수지가 10예, 제2수지가 8예, 제3,4수지가 각각 1예씩 있었다.
2. 남:녀의 비는 4:1이었으며, 일차치료 방법으로는 복부원위피부편이 14예로 가장 많았다.
3. 20예에서 전부 촉감, 동통, 온감등이 수용부 주변에 비해 나아진 것을 관찰할 수 있었으며, 13예에서는 공급부의 피부편에 관련통을 호소하였다. 이점식별각은 3개월후부터 감소하기 시작하여 6개월후에는 전예에서 감소한 소견을 보였다.
4. 신경혈관경 피부편 술식은 수지단부의 손상시에 일차적 치료방법뿐 아니라 이차적 재건술의 한 방법으로서 기술적으로도 별 어려움이 없고 합병증의 병발도 적은 술식이면서 외형이나 기능상에 커다란 호전을 얻을 수 있으므로 권장할 만한 치료방법으로 생각되었다.

## REFERENCES

- 1) Brooks, D.: *The place of nerve-grafting in orthopaedic surgery. J. Bone and joint Surg.*, 37A:299-305, 1955.
- 2) Chase, R.A.: *Expanded clinical and research used of composite tissue transfers on isolated vascular pedicles. Am J.Surg.*, 114:222-229, 1967.
- 3) Eaton, R.G.: *The digital neurovascular bundle. A microanatomic study of its contents. Clin. Orthop.*, 61:176-185, 1968.
- 4) Frackelton, W.H. and Teasley, J.L.: *Neurovascular island pedicle-extension in usage. J. Bone and Joint Surg.*, 44A:1069-1072, 1962.
- 5) Greeley, P.W.: *Reconstruction of the thumb. Ann. Surg.*, 124:60-70, 1946.
- 6) Kato, H., Ogino, T., Minami, A., et al.: *Restoration of sensibility in fingers repaired with free sensory*



- flaps from the toe. J. Hand Surg., 14A:49-58, 1989.*
- 7) Kelleher, J.C., Sullivan, J.G., Baibak, G.J., et al.: *Use of the tailored abdominal pedicle flap for surgical reconstruction of the hand. J. Bone and Joint Surg., 52A:1552-1604, 1970.*
  - 8) Krag, C. and Rasmusson, K.B.: *The neurovascular island flap for detective sensibility of the thumb. J. Bone and Joint Surg., 57B:495-599, 1975.*
  - 9) Littler, J.W.: *Neurovascular pedicle transfer of tissue in reconstructive surgery of the hand. J. Bone and Joint Surg., 38A:917-921, 1956.*
  - 10) Maquieira, N.O.: *An innervated full thickness graft to restore sensibility to fingertips and heels. Plast. Reconst. Surg., 53:568-578, 1974.*
  - 11) Moberg, E.: *Transfer of sensation. J. Bone and Joint Surg., 37A:315-309, 1955.*
  - 12) Moberg, E.: *Objective methods for determining the functional value of sensibility in the hand. J. Bone and Joint Surg., 40B:454-476, 1958.*
  - 13) Murray, J.F., Ord, J.V.R., and Gavelin, G.E.: *The neurovascular island pedicle flap. J. Bone and Joint Surg., 49A:1285-1297, 1967.*
  - 14) Porter, R.: *Functional assessment of transplanted skin in volar defects of the digits. J. Bone and Joint Surg., 50A:955-963, 1968.*
  - 15) Reid, D.A.C.: *The neurovascular island flap in thumb reconstruction. Brit. J. Plast. Surg. 19 : 234-244, 1966.*
  - 16) 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. Reconst. Surg., 62:361-373, 1978.*
  - 17) Tubiana, R.: *Repair of bilateral hand mutilations. Plast. A Reconst. Surg., 44:323-330, 1969.*
  - 18) Tubiana, R. and Duparc, J.: *Restoration of sensibility in the hand by neurovascular skin island transfer. J. Bone and Joint Surg., 43B:474-480, 1961.*