

요골 신경 손상의 수술적 치료

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

이광석 · 박상원 · 위대곤

— Abstract —

Surgical Treatment of Radial Nerve Injury

Kwang Suk Lee, M.D., Sang Won Park, M.D., Dae Gon Wie, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Korea University Hospital, Seoul, Korea

Radial nerve injury is caused by variety of etiologies, mainly traumatic. It is primarily a motor nerve and loss of it's function leads to a significant disability. Surgical treatments of radial nerve comprise of neurolysis(internal or external), neurorrhaphy(eineural, perineural or epi-perineural), nerve graft and tendon transfer. However, there is still controversies in treatment methods and time of operation.

Authors experienced 23 cases of radial nerve injuries who were treated by operative methods and followed up over 1 year's duration. The male to female ratio was 18 to 5 and mean age was 30.7 years old. The causes were 13 cases in fractures, 5 cases in crushing injury, 3 cases in laceration, 1 case in CO poisoning and 1 case in unknown cause.

The summary of the study were as follows ;

1. Excellent or good results were obtained in overall 16 cases among 23 cases; 5 of 9 cases in neurolysis , 3 of 3 cases in neurorrhaphy , 2 of 3 cases in nerve graft and 6 of 8 cases in tendon transfer.
2. In cases of neurorrhaphy and nerve graft, primary or delayed repair showed excellent or good results and neurolysis performed before 6 months leads to better results. But there was no correlations between the time of injury and operation in tendon transfer.
3. The radial nerve injury associated with extensive soft tissue defect or any conditions that leads to nerve ischemia results poor prognosis.
4. The patients aged under 40 years showed better prognosis in clinical results according to the age of surgical treatment.
5. If the surgeon decide the method and the time of operation through the exact evaluation of the factors which influencing the end result such as age of the patient, level and type of injury, extent of nerve lesion and the associated tissue injury, good result could be expected.

Key Words : Radial Nerve Injury , Surgical Treatment

서 론

요골 신경의 손상은 대부분 외상성으로 골절, 근육 및 건의 손상, 주사로 인한 손상 등으로 발생하며 드물게는 비외상성 대사성 질환, 국소적 압박, 국소적 허혈상태 및 화학물질의 자극 등으로 인해 발생한다^{3,25)}. 요골 신경은 주로 운동 신경으로 요골 신경손상시의 주된 문제점으로는 주관절, 완관절 및 수지의 능동적 신전기능의 장애를 가져오게 된다는 점이며 따라서 요골신경 손상의 치료에 있어서는 운동기능의 회복이 감각 기능의 회복보다 더욱 중요하다. 요골신경 손상의 수술적 치료 방법으로는 신경 박리술, 신경초 봉합술, 신경속간 봉합술, 신경초-신경속간 봉합술 등의 신경 봉합술과 신경 이식술이 사용되고 있으며 이상의 방법이 불가능하거나 이상의 방법으로 수술후 기능회복에 실패한 경우 시행하는 건이전술이 있다^{8,10,14,31)}. 다른 말초 신경손상의 치료와 마찬가지로 요골 신경 손상의 치료방법 및 치료시기에 대해서는 아직도 임상적으로 논란이 많이 되고있는 실정이다^{1,3,9,12,31)}. 본 고려대학교 의과대학 정형외과학 교실에서는 1991년 2월에서 1995년 2월까지 만 4년간 수술적 방법으로 치료 받은 요골 신경손상 환자중 1년 이상 추

시 관찰이 가능하였던 23례에 대하여 치료 결과를 분석하여 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

1991년 2월에서 1995년 2월까지 만 4년간 요골 신경손상으로 고려대학교 의과대학 정형외과학 교실에서 수술적 치료를 받은 환자중 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 23례를 대상으로 하였다.

남녀 성비는 남성이 18례, 여성이 5례 였으며 연령 분포는 11세에서 55세로 평균 30.7세 였다.

손상의 원인으로는 골절이 13례로 상완골간부 골절이 9례, 근위 요골골절이 2례, 상완골 과상부 골절이 1례, 몬테지아 골절이 1례 였고, 압제손상이 5례로 상완부가 1례, 전완부가 3례였고 주관절부가 1례 였다. 유리나 칼에 의한 열상이 3례로 전완부가 2례, 상완부 1례 였고 그 외에 일산화 탄소중독에 의한 마비가 1례, 수면후 갑자기 발생한 특발성이 1례 였다 (Table 1).

수술방법으로는 3례에서 신경봉합술, 3례에서 신경이식술, 9례에서 신경 박리술, 8례에서 건 이전술을 시행하였으며 수술방법으로는 신경 봉합술의 경우 미세수술 수기를 이용한 신경초-신경속간 봉합술을 시행하였고, 신경이식술 역시 미세수술 수기를 이용한 신경속간 이식술을 시행하였다. 또한 신경박리술 역시 수술 현미경하에서 신경내박리술을 시행하였다.

수술시기는 신경봉합 및 신경이식술은 3례에서 수 상당일 수술을 시행하였고, 1례에서 7일후, 1례에서 3주후 수술을 시행하였다. 신경 박리술은 모두 수상 후 3개월 이상 경과시에도 증상의 호전이 없을시 수술을 시행하였다. 건이전술의 수술시기는 수상후 1년에서 3년 2개월로 평균 17.5개월 이었다.

수술결과의 판정 방법으로는 요골신경은 주로 운동신경으로 수술의 결과도 운동기능의 회복에 중점을 두었다. British Medical Reserch Council System²⁹⁾을 이용하여 운동 및 감각기능을 판정하여 (Table 2, 3) 각각의 항목(Scale)에 점수를 부여한 후 운동기능의 항목 × 2를 하여 감각기능의 항목과 더하여 총점을 구하고 (Table 4) 총점 8-9 점을 최우수, 5-7 점을 우수, 3-4 점을 보통, 0-2 점을 불량으로 분류하였고, 건이전술의 경우 수근관절, 무

Table 1. Causes of radial nerve injury.

| Causes | Number of cases |
|----------------------|-----------------|
| Fracture | |
| Humerus shaft | 9 |
| Proximal radius | 2 |
| Humerus supracondyle | 1 |
| Monteggia | 1 |
| Crushing injury | |
| Upperarm | 1 |
| Forearm | 3 |
| Elbow | 1 |
| Laceration | |
| Upperarm | 2 |
| Forearm | 1 |
| CO poisoning | 1 |
| Unknown cause | 1 |
| Total | 23 |

지 및 기타 수지의 신전정도와 파악력을 각항목으로 나누어 (Table 5) 그정도를 측정하여 총점을 구하였고 총점 7-8 점을 최우수, 5-6 점을 우수, 3-4 점을 보통, 0-2 점을 불량으로 분류하였다.

결 과

총 23례의 요골신경 손상의 수술적 치료에서 연령에 따른 임상적 기능 회복은 40세 이전의 젊은 성인의 경우 11례중 8례에서 우수이상의 만족할만한 결과를, 3례에서 보통의 소견을 보였으나, 40세 이상의 4례중 2례에서 우수이상, 1례에서 보통, 1례에서 불량의 소견을 보여 젊은 연령군에서의 예후가 양호하였다 (Fig. 1).

손상의 원인별 치료결과로는 건이전술을 제외하고 신경에 대한 수술을 한 경우 골절이 원인이된 13례중 6례 (46%)에서 우수이상, 2례에서 보통, 1례에서 불량의 소견을 보였고, 압제손상 4례중 2례 (50%)에

서 우수이상, 2례에서 보통의 소견을 보였으며 열상 1례는 우수, 특발성 1례는 우수의 소견을 보였다. 원인별 치료 결과중 보통 이하의 불량한 결과를 보인 5례중 2례는 압제손상, 1례는 상완골의 개방성 분쇄 골절, 1례는 상완골의 분쇄골절, 1례는 상완골 과상부 골절로 광범위한 연부조직의 결손이나 신경부위의 허혈성 손상이 동반된 경우였다 (Table 6).

Table 4. Functional accessment after Nerve operation

| Score | Motor scale | Sensory scale |
|-------|-------------|---------------|
| 3 | M5, M4 | S4, S3+ |
| 2 | M3 | S3 |
| 1 | M2 | S2 |
| 0 | M1, M0 | S1, S0 |

Total score = Motor score × 2 + Sensory score

Table 6. Clinical result according to the cause of injury

| | Excellent | Good | Fair | Poor |
|--------------|-----------|------|------|------|
| Fracture | 3 | 3 | 2 | 1 |
| Crushing inj | 1 | 1 | 2 | |
| Laceration | | 1 | | |
| Unknown | | 1 | | |

Table 5. Functional accessment after Tendon transfer

| Score | Wrist dorsiflexion | Thumb dorsiflexion | Other fingers dorsiflexion | Grasping power increasement |
|-------|--------------------|--------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 2 | >40° | 170°-full | 170°-full | >2kg |
| 1 | 20-40° | 150°-170° | 150°-170° | 1-2kg |
| 0 | <20° | <150° | <150° | < 1kg |

Total Score = Sum of score on each of the parameters

Table 2. Motor function accessment

| | |
|----|--|
| M0 | No contraction |
| M1 | Return of perceptible contraction in the proximal muscle |
| M2 | Return of perceptible contraction in both proximal and distal muscle |
| M3 | Return of function in both proximal and distal muscles of such a degree that all muscles are sufficiently powerful to act against resistance |
| M4 | Return of function as in stage 3; in addition, all synergistic and independent movements are possible |
| M5 | Complete recovery |

Table 3. Sensory function accessment

| | |
|-----|--|
| S0 | Absence of sensibility in the autonomous area |
| S1 | Recovery of deep cutaneous pain sensibility within the autonomous area of the nerve |
| S3 | Return of superficial cutaneous pain and tactile sensibility throughout the autonomous area, with disappearance of any previous overresponse |
| S3+ | Return of sensibility as in 3; in addition, there is some recovery of two-point discrimination within the auto- nomous area |
| S4 | Complete recovery |

치료 시기별 치료결과로는 신경봉합술 및 신경이식술의 경우 일차 또는 지연성 일차 봉합술을 시행한 경우에는 모두 우수 이상의 결과를 얻었으나 수술 후 5개월이 지난후 수술을 시행한 1례에서는 보통의 결과를 얻었다. 신경 박리술의 경우는 6개월 이전에 수술을 시행한 6례중 5례에서 우수이상의 결과를 얻었고, 6개월 이후에 수술을 시행한 3례는 모두 보통의 소견을 보여 비교적 빠른 시간에 수술을 시행한 경우 예후가 우수하였다. 건 이전술의 경우 대부분 1년에서 3년 사이 수술을 시행한 경우로 수술

의 시기와 예후간의 상관관계는 없었다.

치료방법별 치료결과로는 신경봉합술을 시행한 3례에서 모두 우수이상의 만족할만한 결과를 얻었으며, 신경이식술을 시행한 3례에서는 2례에서 그 결과가 우수하였다. 신경박리술을 시행한 9례중 5례에서 우수이상의 결과를, 3례에서 보통, 1례에서 불량 소견을 보였다. 건이전술의 경우는 총 8례중 6례에서 우수이상, 2례에서 보통의 결과를 얻었다. 이상의 결과 전체 23례중 16례(69.6%)에서 우수 이상의 만족할만한 결과를 얻었다(Fig. 2).

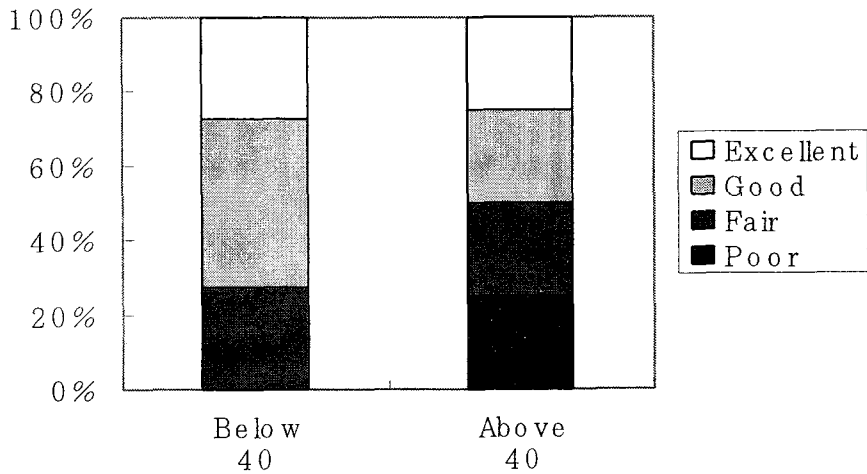


Fig. 1. Clinical results according to the age.

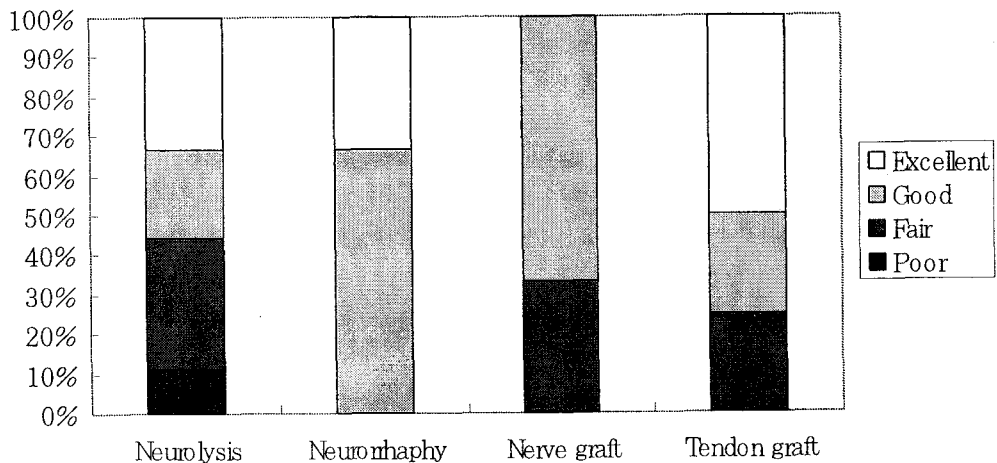


Fig. 2. Clinical results according to the method of treatment.

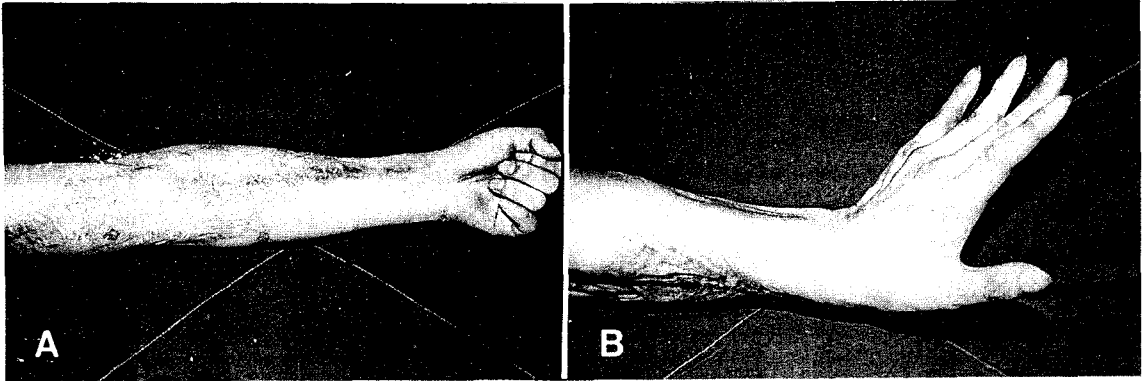


Fig. 3. A. Postoperative 4 year and 5 month' clinical photogapy of radial nerve injury due to crushing injury of left upper extremity.

B. Clinical photograph of postoperative 4 year and 5 months.
Nearly full extensions of wrist and fingers are restored.

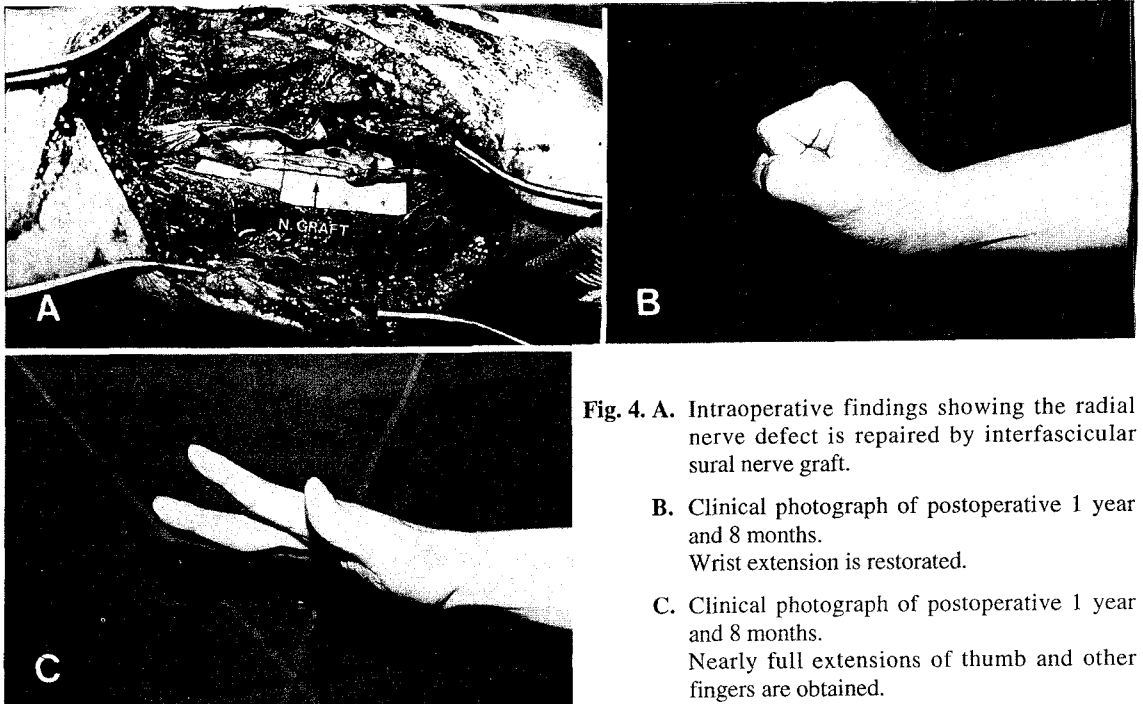


Fig. 4. A. Intraoperative findings showing the radial nerve defect is repaired by interfasicular sural nerve graft.

B. Clinical photograph of postoperative 1 year and 8 months.
Wrist extension is restored.

C. Clinical photograph of postoperative 1 year and 8 months.
Nearly full extensions of thumb and other fingers are obtained.

증례보고

증례 1.

18세 남자 환자로 좌측 상지가 기계에 말려들어 가면서 상완골 원위부 골절, 상완 동정맥 파열등 상완 및 전완부에 광범위한 연부 조직 손상과 요골신

경 파열이 동반되어 수상 당일 골절의 관혈적 정복 및 내고정술 및 수술 현미경 하에서 동정맥 문합술과 신경초-신공속간 봉합술을 시행하였다. 수술후 4년 5개월 추시상 감각 기능은 S0, 에서 S4 로, 운동 기능은 M0 에서 M4 로 회복되어 최우수의 소견을 보였다(Fig 3-A, B).

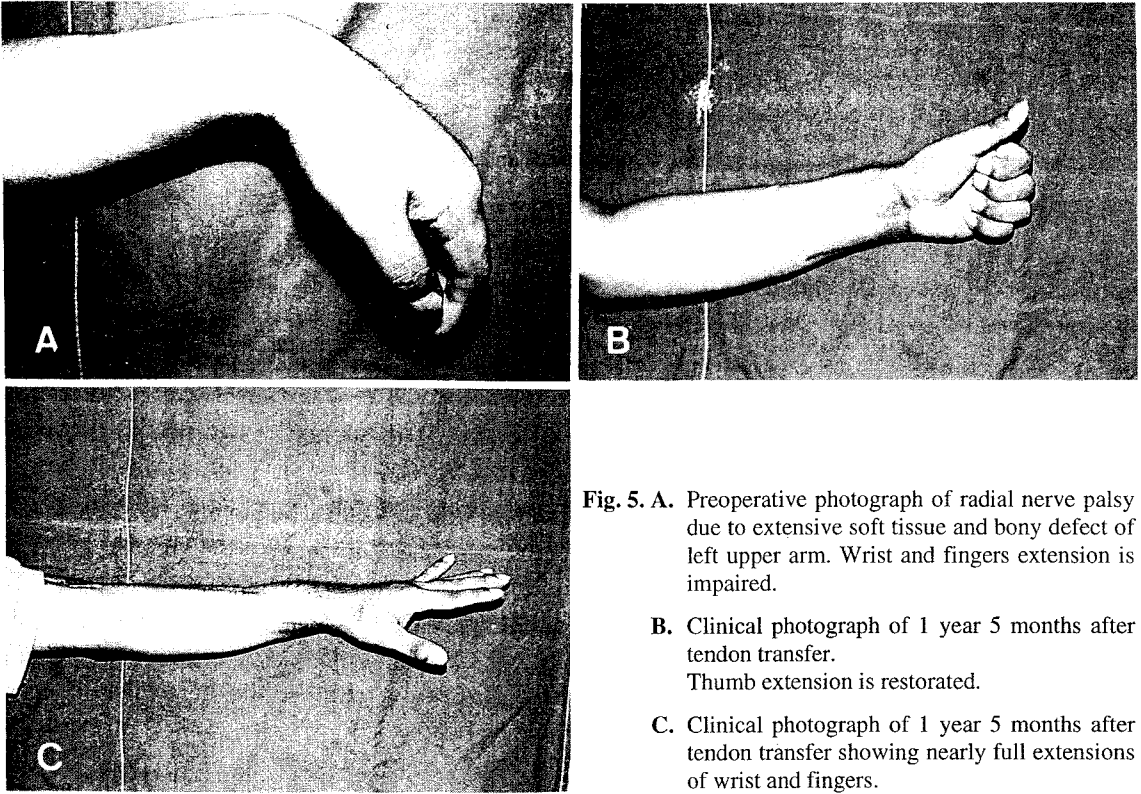


Fig. 5. A. Preoperative photograph of radial nerve palsy due to extensive soft tissue and bony defect of left upper arm. Wrist and fingers extension is impaired.

B. Clinical photograph of 1 year 5 months after tendon transfer. Thumb extension is restored.

C. Clinical photograph of 1 year 5 months after tendon transfer showing nearly full extensions of wrist and fingers.

증례 2

27세 남자 환자로 우측 상완부가 무거운 물체에 깔리면서 앞케 손상을 입은 후 요골 신경 마비의 증상을 보였다. 수상 3개월후 시험적 절개술을 시행하였고, 수술 소견상 요골 신경에 4cm의 결손부가 발견되어 15cm의 비복 신경을 이용하여(2-strand) 미세수술 술기 하에서 신경속간 신경 이식술을 시행하였다. 수술 1년 8개월의 추시상 감각 기능은 S0에서 S3로, 운동 기능은 M0에서 M3로 회복되어 우수의 소견을 보였다(Fig. 4-A, B, C).

증례 3.

31세 남자 환자로 교통 사고로 인하여 좌측 상완부의 광범위한 연부 조직 결손과 상완골의 분쇄 골절 및 요골 신경 마비가 발생되어 수상 3개월후 생비골 이식술을 시행하였다. 요골신경 마비로 인한 수지 기능 상실의 재건을 위하여 수상 11개월후 표준 전 이식술을 시행하였고, 수술후 1년 5개월의 추

시상 수근관절의 신전 범위는 45도, 무지 및 기타 수지의 신전 범위는 거의 정상으로 회복되었고, 파악력은 3.0kg에서 6.5kg로 향상되어 최우수로 분류 하였다(Fig. 5-A, B, C).

고 찰

요골신경을 비롯한 말초 신경손상의 치료는 Rewa 등^{10,14}이 신경봉합술을, Philipeaux와 Vulpian¹⁰이 신경이식술을 시도한 이래로 많은 수술적 방법 및 발전을 거듭하였으며 Rochet²⁰이 요골신경 손상으로 인한 신전기능의 장애회복을 위하여 처음 건 전이술을 시행한 이래로 수십 가지의 술기가 보고되어 왔다. 말초 신경손상의 치료 결과는 환자의 연령, 손상신경의 종류, 손상신경의 부위와 정도 그리고 손상후 수술시까지의 기간, 동반손상, 수술의 숙련도와 수기의 방법 등에 영향을 받게되며 신경의 손상 정도, 수술부위의 상태에 따라서도 영향을 받게된다고 보고되고 있다^{7,8,14,27}.

말초 신경의 봉합방법으로는 주로 신경외막 봉합술, 신경주막 봉합술, 신경 외-주막 봉합술이 시행되고 있으며, 봉합시기에 따라 일차 봉합, 지연성 일차 및 이차 봉합술등으로 나뉘며 수술의 시기 및 시기에 대해서는 아직 논란의 여지가 되고있다. 신경의 봉합방법에 따른 신경 회복의 결과에 대하여 Braun⁶⁾ 등은 신경 외막 봉합술을 기본적인 수기라고 하면서 신경주막 봉합술의 기능적 우월성을 찾을 수 없다고 보고 하였다. Urbaniak³⁰⁾은 어떤 종류의 봉합방법이 효과적인지는 밝혀져야 할 과제라고 하면서 신경주막 봉합술이 적용되는 경우는 신경종에 의해 연결된 가는신경과 일부 섬유속만이 손상된 부분 신경손상 그리고 가는 신경의 섬유속이 다른 위치에서 손상을 받은 Blow-out 형태의 손상등에서 적용이 된다고 보고 하면서 조심스러운 조직의 조작과 적절한 신경다발축의 정렬, 정확한 신경단의 봉합 등이 중요하다고 강조하였다. 최근에는 근위부와 원위부 신경다발의 정렬을 보다 정확하게 맞출 수 있는 신경주막 봉합의 결과가 더 양호하다는 보고가 있다.^{5,10,14,29)}

신경 봉합시에 문제가 되는 봉합부위의 긴장에 대하여 Sunderland²⁶⁾은 봉합부의 긴장은 신경을 늘어나게 하고 배열의 변화를 가져오게 되어 신경 회복에 장애를 초래한다고 하였고 Millesi¹⁵⁾는 봉합선의 긴장은 반흔 형성을 촉진시키고 축색의 재생을 억제하는 결과로 수술후 기능적 회복에 영향을 미치는 가장 중요한 요소라고 보고 하였다. 신경 봉합부의 단단봉합이 불가능하거나 봉합시 심한 긴장이 초래되는 경우에는 신경유리술, 인접관절의 위치변경, 신경 전위술, 골단축술 등의 고식적인 방법을 사용할 수 있겠으나 대부분 그 결과가 만족스럽지 못하거나 신경에 공급되는 혈관이 손상되는 단점등으로 인하여 수술시 응용에는 한계가 있어 신경이식술을 시행하는 경우가 많다.^{2,9,15)}

1950년대까지는 신경 외막 봉합을 통하여 신경이식을 시행하였으나 이후 신경 섬유속간 신경이식술이 시행되고 있으며 여러 저자들의 보고에 의하면 더욱 양호한 결과를 얻었다고 보고 하였다.^{16,17,18)} 하지만 신경 이식의 경우 신경의 길이가 길어질수록 예후가 좋지 못한 문제가 있다. Kline¹³⁾은 시험적 절개술(Exploration)의 시기에는 연속성의 유무에 따라 결정하여야 하며 날카롭게 완전 절단된 신경

은 일차 봉합을 시행하며 둔하게 절단된 경우는 신경단을 주위 조직에 고정하여 간격이 벌어지는 것을 방지하고 2-3주후에 봉합하고, 개방창이 없는 한 둔한외상의 경우 신경의 연속성이 유지되어 있을 가능성이 높을 경우 2-3개월 임상적, 전기생리학적 추시관찰후 신경 호전의 증거가 없는 경우 수술을 하는 것이 좋다고 보고 하였다.

일차 봉합의 경우 Omer¹⁹⁾은 깨끗한 절단의 경우 일차 봉합이 좋고 동반손상이 있는 경우는 조기 이차 봉합이 좋다고 하였으며 Birch등⁴⁾도 조기에 봉합하는 것이 가장 좋다고 하였다. Seddon²²⁾도 이차봉합시 신경단간의 간격이 불가피한 문제라고 하여 일차봉합을 선호하였다. Chiu와 Ischi⁸⁾는 수상후 2-3주내의 봉합은 결과에 큰 차이가 없고 6개월 이상 지연시 결과가 불량하였다고 하였다. 이차 봉합의 경우 개방성 손상이 치유되고 신경주위 부종과 반흔이 정착되는 시기인 2개월후가 좋다고 알려져 있으며 Poppen등¹⁰⁾은 일차봉합과 6개월 이내의 이차 봉합의 결과를 비교하여 차이가 없다고 보고하였고 6개월 이후에는 결과가 불량하다고 하였다. 대부분의 경우 6개월 내의 이차봉합은 예후가 양호하다고 알려져 있다.^{12,10)} 신경이 외관상 연속성을 가지고 있는 경우 신경 활동전위, 전기자극 등을 통하여 신경 박리술을 시행할 수 있으며 신경 박리술의 방법에는 외박리술과 내박리술이 있다. 수술의 시기로 Kline등¹³⁾은 neuropraxia가 반전되고 생리학적 검사 등으로 손상의 부위를 정확히 판단할 수 있는 2-3개월 내에 하는 것이 좋다고 하였으며 여러 저자들도 신경회복의 경과를 지켜보다가 더 이상의 회복의 증거가 없는 3개월 내에 시행할 것을 권하고 있다.^{4,14,27,31)} 저자들의 경우 9례 전례에서 내박리술을 시행하였으며 이중 6개월 이내에 수술을 시행한 6례중 5례에서 양호한 결과를 얻었으나 6개월 이후에 수술을 시행한 4례에서는 결과가 좋지 못하였는데 이는 시간이 경과함에 따라 신경의 변성 및 유착의 정도가 심해지고 지배 근육의 위축 등으로 인하여 결과가 좋지 못하였던 것으로 사료된다.

광범위한 연부조직의 손상이나 신경수술이 어려운 경우 건이전술은 효과적인 수술적 방법으로 간주되고 있으며 수지 신전기능 장애의 회복을 위하여 1899년 Rochet²⁸⁾이 척추 수근 굴근을 전이하는 술식을 시도

Table 7. Standard set of tendon transfer for radial nerve palsy

| |
|---|
| PT (Pronator teres) to ECRB (Extensor carpi radialis brevis) |
| FCU (Flexor carpi ulnaris) to EDC (Extensor digitorum communis) |
| PL (Palmaris logus) to rerouted EPL (Extensor pollicis logus) |

하였고, 1916년 Jones¹¹⁾가 수근 관절 신전기능의 회복을 위하여 회내근(Pronator teres m.)을 단요측 수근 신근(Extensor carpi radialis brevis m.)과 장요측 수근 신근(Extensor carpi radialis logus m.)에 전이하는 술식을 사용한 이래 발전을 거듭하여 수십가지의 술식이 발표되었다^{1,11,20)}. 수부의 파악력 및 수지의 기능에 중요한 수근 관절의 능동적 굴근의 유지를 위하여 1922년 Starr²⁰⁾는 처음으로 장장근(Palmaris longus m.)과 요측 수근 굴근(Flexor carpi radialis m.) 혹은 척측 수근 굴근(Flexor carpi ulnaris m.) 중 하나만을 전이에 사용할 것을 제안하였다. 1949년 Scuderi²¹⁾는 장장근(Palmaris longus m.)의 재조향된 장모지 신근(Extensor pollicis longus m.)으로의 전이를 보고하면서 전이는 단지 1개의 건에만 이루어져야 좋은 기능을 가져온다는 원리를 주장 하였다. 이러한 결과를 토대로 회내근(Pronator teres m.)을 단요측 수근 신근(Extensor carpi radialis brevis m.)으로, 척측 수근 굴근(Flexor carpi ulnaris m.)을 총수지신근(Extensor digitorum communis m.)으로, 장장근(Palmaris longus m.)을 장모지 신근(Extensor pollicis longus m.)으로 전이하는 표준 전이술이 고안되었다^{1,20)}. 본 증례에서도 건 전이술은 전례에서 표준 전이술식으로 시행하였다(Table 7).

결 론

고려대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 요골 신경손상을 받은 환자중 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 23례에 대하여 수술적 치료를 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전체 23례중 16례에서 우수 이상의 만족할만한 결과를 얻었으며, 치료방법별 치료결과로는 신경 봉합술을 시행한 3례 모두에서, 신경이식술을 시행한 3례중 2례에서, 신경박리술을 시행한 9

중 5례에서, 건 이전술의 경우는 총 8례중 6례에서 우수 이상의 만족할만한 결과를 얻었다.

2. 치료시기별 치료결과로는 신경의 복원술의 경우 일차 또는

지연성 일차수술에서 예후가 양호 하였고, 신경 박리술의 경우 6개월 이전의 경우로 비교적 빠른 시간에 수술을 시행한 경우 예 후가 우수하였다. 건 이전술의 경우 대부분 1년에서 3년 사이 수술을 시행한 경우로 수술의 시기와 예후간의 상관 관계가 없었다.

3. 신경 수술에서 보통 이하의 불량한 결과를 보인 경우는 광범위한 연부조직의 결손이나 신경부위의 허혈성 손상을 받은 경우였다.
4. 신경 수술에서 연령별 치료 결과로는 40세 이전의 젊은 연령군에서의 예후가 양호 하였다.
5. 요골신경은 주로 운동 신경이며 그 기능상 섬세한 운동기능을 요하지 않으므로 환자의 연령, 신경손상의 상태 및 주위조직의 손상정도, 수술의 시기 등에 대한 정확한 판단을 통하여 적절한 수술적 방법을 적용하는 경우 양호한 예후를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) 이광석, 채인정, 이석우 : 요골 신경마비에서 건 전이술. 대한 정형외과 학회지, 28:1802-1807, 1993.
- 2) 이광석, 박상원, 심재학 : 신경결손에 시행한 신경 이식술의 결과분석. 대한 정형외과 학회지, 30:181-191, 1995
- 3) Arnord-Peter C. Weiss, Richar S. Idler : Radial Nerve Ruptire after a traction injury. *J. Hand Surg.*, 17A:69-70, 1992.
- 4) Birch, R., Bonney, G., Payan, J., Parry, C.B.W. and Iggo, A. : *Peripheral nerve injuries. J Bone Joint Surg.*, 68B:2-21, 1986.
- 5) Bora, F. W. : *A comparison of Epineural, Perineural and Epiperineural Method of Nerve Sutures. Clin. Orthop.*, 133:91, 1978.
- 6) Braun, R. M. : *Epineurial nerve suture. Clin. Orthop.*, 163:50-56, 1982.
- 7) Brown, P. W. : *Factors influencing the success of the surgical repair of peripheral nerves. Surg. Clin. north Am.*, 52:1137, 1972

- 8) Chiu, D. T. W. and Ishii, C. : Management of peripheral nerve injuries. *Orthop. Clin. North Am.*, 17:365-373, 1986.
- 9) Fisher, T. R. and Mc Geoch, C. M. : *Severe injuries of the radial nerve treated by sural nerve grafting. Injury*, 16:411-412, 1985.
- 10) Gelberman, R. H. : *Operative Nerve Repair and Reconstruction. J. B. Lippincott Co* 273-364, 1991.
- 11) Jones, R. : *On suture of nerves, and alternative methods of treatment by transplantation of tendon. Br. Med J.*, 1:641-643, 1916.
- 12) Kallio, P. K., Vastam ki, M. and Solonen K. A. : *The Result of Secondary Microsurgical Repair of Radial Nerve in 33 Patients. J. Hand Surg.*, 18B: 320-322, 1993.
- 13) Kline, D. G. : *Timing for exploration of nerve lesions and evaluation of the neuroma-in-continuity. Clin. Orthop.*, 163:42-49, 1982.
- 14) Mackinnon, S. E. and Dellon, A. L. : *Surgery of the Peripheral Nerve. Thieme Medical Publishers, Inc.*, 82-129, 1988.
- 15) Millesi, H. and Berger A. : *Nerve grafting. Clin. Orthop.*, 133:49-55, 1977.
- 16) Millesi, H., et al. : *The interfascicular nerve grafting of median and ulnar nerves. J Bone Joint Surg.*, 54-A:727-750, 1972.
- 17) Millesi, H., Messl, G. and Berger, A. : *Further experience with interfascicular grafting of the median, ulnar, radial nerves. J Bone Joint Surg.*, 58A:209-218, 1976.
- 18) Moheb, S. Moneim : *Interfascicular nerve grafting, Clin. Orthop.*, 163:65-74, 1982.
- 19) Omer, G. E. : *Injuries to Nerves of the Upper Extremity. J Bone Joint Surg.*, 56-A:1615-1622, 1974
- 20) Omer, G. E. Jr. : *Reconstructive Procedure for Extremities with Peripheral Nerve Defect. Clin. Orthop.*, 163:80-91, 1982.
- 21) Scuderi, C. : *Tendon Transplants for Irreversible Radial Nerve Paralysis. Surg. Gynecol. Obstet.*, 88:643-651, 1949.
- 22) Seddon, H. J. : *Surgical disorders of the peripheral nerves. London Churchill Livingston* , p.303, 1975.
- 23) Spinner, M. : *Management of Peripheral nerve Problems. Current concepts of nerve suture. Instr. Course Lectures, The American Academy of Orthopaedic Surgeons, Volume XXXIII:487-498, 1984.*
- 24) Starr, C. L. : *Army experiences with tendon transference. J Bone Joint Surg.*, 4:3-21, 1922.
- 25) Sturzeneger M. and Rutz, M. : *Die Radialisparensen - Ursachen, Lokalisation und Diagnostik. Nervenarzt* 62:722-729, 1991.
- 26) Sydney Sunderland : *Nerve grafting, Chapter 50 in nerve and nerve injuries. p. 609-623, 1978.*
- 27) Terzis, J. K. Strauch B. : *Microsurgery of the Peripheral Nerve: A physiological Approach. Clin. Orthop.*, 133:39-48, 1978.
- 28) Tubiana, R : *Paralysis of the Wrist, Thumb, and Proximal Phalanges. The Hand, Vol IV. W.B. Saunders Company:147-181, 1993.*
- 29) Tupper, J. W., Crick, J. C. and Matteck, L.R. : *Fascicular Nerve Repairs. A Comparative study of Epineural and Fascicular(Perineural) Technique. Orthop. Clin. North Am.*, 19-1:57-69, 1988.
- 30) Urbaniak, J. R. : *Fascular nerve suture. Clin. Orthop.*, 163:57-64, 1982.
- 31) Young, C., Hudson, A. and Richards, R. : *Operative Treatment of Palsy of the Posterior Interosseous Nerve of the Forearm. J Bone Joint Surg.*, 72A:1215-1219, 1990.