

상완골 골절과 동반된 요골 신경 손상에서 자가 비복 신경 이식술의 결과

전북대학교 의과대학 정형외과학교실, 전북대학교 임상의학연구소

이준모 · 박종혁 · 임영진

— Abstract —

Results of the Autogenous Sural Nerve Graft for Ruptured Radial Nerve in the Closed Humerus Shaft Fracture

Jun-Mo Lee, M.D., Jong-Hyuk Park, M.D., Young-Jin Lim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chonbuk National University Medical School and Research Institute of Clinical Medicine, Chonbuk National University, Jeonju, Korea

In the high radial nerve palsy caused by displaced humeral shaft fracture, radial nerve have to be explored in the fracture site. 5 cases of the ruptured radial nerve at the fracture site of the humerus from January 1993 through January 2005 were treated at first by open reduction and internal fixation with plates and screws fixation and then defective radial nerves were grafted with autogenous sural nerves by microsurgical epineurial and or perineurial neurorrhaphy. At average 30.4 months follow-up, 5 cases were recovered from motor and sensory deficit with solid bony union of the humerus shaft fracture.

Authors have confirmed that ruptured radial nerve in the humerus shaft fracture grafted with autogenous sural nerve with microsurgical epineurial and or perineurial neurorrhaphy would be expected good motor and sensory recovery.

Key Words: Radial nerve, Autogenous sural nerve, Neurorrhaphy

※통신지자: 박 종 혁

전라북도 전주시 덕진구 금암동 634-18

전북대학교병원 정형외과학교실

Tel: 82-63-250-1396, Fax: 82-63-271-6538, E-mail: nuga4u@chonbuk.ac.kr

I. 서 론

상지에서 폐쇄성 상완골 골절에 의하여 초래되는 신경 손상중, 상완골 간부 골절에 동반되어 파열되는 요골 신경의 빈도가 가장 높다. 증상으로는 골절부위의 통증과 함께 수근 낙하(wrist drop)와 수지 신전이 능동적으로 불가능하며, 수부 제 1배부 골간 구역에서의 감각이 정상측 동일 부위보다 상대적으로 저해된다. 치료로는 골절부위를 장상지 석고붕대 고정술 등으로 고정한 후 주기적으로 신경재생 여부를 임상적으로나 근전도 검사 등을 통하여 관찰하는 등의 방법이 있으나, 적극적인 치료 방법으로 골절부위를 금속판 및 나사못을 이용하여 안정적인 고정술을 시행하면서 요골 신경 탐색술을 시행하는 것이 중요하다. 요골 신경이 파열되었다면 파열된 신경의 근위부와 원위부를 확인한 후 1차적으로 자가 비복 신경을 얻어 신경 이식술(interfascicular nerve grafting)을 시행하면서 신경외막 봉합술 또는 신경주막 봉합술을 병행하므로써 좋은 결과를 얻을 수 있다.

저자들은 전위된 폐쇄성 상완골 간부 골절 환자에서 상위 요골 신경 마비 증상을 보였던 환자중 금속판 및 나사못 고정술을 시행하면서 골절부위에서 요골 신경을 탐색하던 중 파열되었던 4예와 개인의원

에서 금속판 및 나사못 고정술 후 회복되지 않고 6개월간 지속되는 상위 요골 신경 마비 1예 등 총 5예에서 자가 비복 신경 이식술을 시행하고 그 결과를 문헌고찰과 함께 분석하여 보고하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1993년 1월부터 2005년 1월까지 전위된 폐쇄성 상완골 간부 골절과 동반된 요골 신경 파열 환자는 5예이었는데, 남자가 4예, 여자는 1예이었다. 요골 신경 손상의 원인은 상완골 간부 골절시 전위되는 골편에 의한 경우가 4예, 의인성으로 추정되는 예가 1예이었으며, 총 5예 전예에서 폐쇄성 골절이었다. 폐쇄성 골절후 수근 낙하와 수지 신전 불가능 그리고 감각감퇴를 보였던 4예는 골절 후 평균 7일 만에 금속판 및 나사못으로 고정술을 시행하면서 동시에 골절 부위에서 요골 신경을 탐색하여 파열된 상태를 확인할 수 있었고, 골절 고정술후 동일 시야에서 자가 비복 신경 이식술을 시행하였으며, 의인성 1예는 개인 정형외과의원에서 금속판 및 나사못 고정술을 시행받고 수근 낙하 등의 요골 신경 마비 증상을 보여, 술 후 6개월 추시하였으나 tincl 증후 등의 회복 증상이 없어 요골 신경을 탐색한 결과 파열된 신

Table 1. Patients with Radial Nerve Injury

Patient	Sex	Age	Mechanism of injury	Length of defect (cm)	Length of sural nerve (cm)	Follow-up (months)
1	F	24	after humerus plating	around 2.5 cm	7	50
2	M	29	after humerus fracture	around 3.0 cm	8	37
3	M	22	after humerus fracture	around 3.0 cm	8	27
4	M	27	after humerus fracture	around 3.0cm	8	20
5	M	25	after humerus fracture	around 3.0cm	8	18

Table 2. Motor Recovery

M ₀	No contraction
M ₁	Return of perceptible contraction in the proximal muscles
M ₂	Return of perceptible contraction in both proximal and distal muscles
M ₃	Return of function in both proximal and distal muscles of such a degree that all important muscles are sufficiently powerful to act against resistance
M ₄	Return of function as in stage 3; in addition, all synergistic and independent movements are possible
M ₅	Complete recovery

경을 육안으로 확인할 수 있었다. 파열된 요골의 근위부와 원위부는 단단봉합이 불가능하여 자가 비복신경으로(*autogenous sural nerve*) 이식하면서, 8.0과 9.0 Ethilon 봉합사를 이용하여 신경외막 봉합술(*epineurial neurorrhaphy*)을 시행하였으며 경우에 따라 신경주막 봉합술(*perineurial neurorrhaphy*)을 병행하기도 하였으며, 5예 모두 2점 이식술(*two cable graft*)을 시행하였다. 신경 이식술 후 평균 추시 기간은 30.4 개월 이었다(*Table 1*).

평가는 운동 기능과 감각 기능 회복으로 나누어 평가하였는데¹, 운동 기능이 회복되는 정도는 *British Medical Research Council Scale* (*Table 2*)을 이용하였는데, M₄와 M₅는 우수, M₃는 양호, M₂는 보통, M₁은 불량으로 평가하였고, 감각 기능 회복은 *British Medical Research Council Scale* (*Table 3*)을 기준으로 하였는데 S₄, S₃와 S₃₊는 우수, S₂는 양호 그리고 S₁은 불량으로 구분하였다.

증례보고.

25세 남자로 교통사고로 인하여 폐쇄성 상완골 간부 골절을 입고 내원하였는데 수근 낙하와 수지 신

전 불가능 그리고 수부 배부 제 1골간 부위에서 감각기능이 감소되는 소견을 보였다. 골절 부위를 관혈적 정복하면서 요골 신경을 탐색한 바 파열되어 있어(*Fig. 1*), 골절을 금속판 및 나사못을 이용하여 고정후, 압제 손상을 입은 요골 신경을 약 2 cm 정도 제거한 후, 건강한 상태의 신경 섬유(*nerve fascicle*)를 노출시켰다(*Fig. 2*). 자가 비복 신경을 약 8 cm 얻어(*Fig. 3-A, 3-B*) 신경외막 봉합술을 시행하면서 이식되는 신경의 후방에서는 신경주막 봉합까지 일부 시행하였으며(*Fig. 4*), 신경 이식술 후 18개월 평가에서 수근관절과 수지의 완전 신전이 가능함을 확인하였다(*Fig. 5*).

Ⅲ. 결 과

최종 평가에서 운동 기능에 대한 임상적 결과에서 5예 전에서 주관절의 신전, 수근 관절의 배부 굴곡 그리고 수지 신전이 가능하였는데, *British Medical Research Council Scale* (*Table 2*)을 이용한 평가에서 3예에서 M₄와 M₅로서 우수하였고, 2예에서 M₃로서 양호한 결과를 보였으며, 감각 기능 회복에 대한 *British Medical Research*

Table 3. Sensory Recovery

S ₀	Absence of sensibility in the autonomous area
S ₁	Recovery of deep cutaneous pain sensibility within the autonomous area of the nerve
S ₂	Return of some degree of superficial cutaneous pain and tactile sensibility within the autonomous area of the nerve
S ₃	Return of superficial cutaneous pain and tactile sensibility throughout the autonomous area, with disappearance of any previous overresponse
S ₃₊	Return of sensibility as in stage 3; in addition, there is some recovery of two-point discrimination within the autonomous area
S ₄	Complete recovery

Table 4. Final Result of Motor and Sensory Recovery

Patient	Sex	Age	Follow-up(months)	Motor	Sensory
1	F	24	50	M ₅	S ₂
2	M	29	37	M ₄	S ₃
3	M	22	27	M ₄	S ₂
4	M	27	20	M ₃	S ₁
5	M	25	18	M ₃	S ₁

Council Scale (Table 3)을 이용한 평가에서 1예에서 S₃로서 우수, 2예에서 S₂로서 양호 그리고 2예에서 S₁으로 불량한 결과를 보였다(Table 4).

Ⅳ. 고 찰

상완골 간부의 폐쇄성 골절시 요골 신경 마비를 초래할 수 있는데, 대부분 신경의 연속성은 유지되며 운동과 감각소실을 동반하는 신경진탕(neurapraxia)의 상태로 수 주 내에 회복이 가능하다. 상완골 간부 골절 후 4개월 후에도 임상적으로 주관절, 수근관절, 중수지 관절의 신전 근과 전완부의 회외근이 마비되므로써 주관절은 약간 굴곡되고 전완부는 내회전되고 수근관절은 굴곡되며(wrist drop), 수부의 제 1물갈퀴 공간 후방 부위에서 감각저하를 보이는 증세가 지속되고, 임상적인 회복 징후가 없다면 수술적 치료의 적응증이 된다. 왜냐하면 4개월은 골 유합에 충분한 기간이고, 4개월째 골절 부위에서 신경 탐색시, 요골 신경이 가골에 의하여 덮혀 있었다 하더라도 가골을 제거하므로써 완전

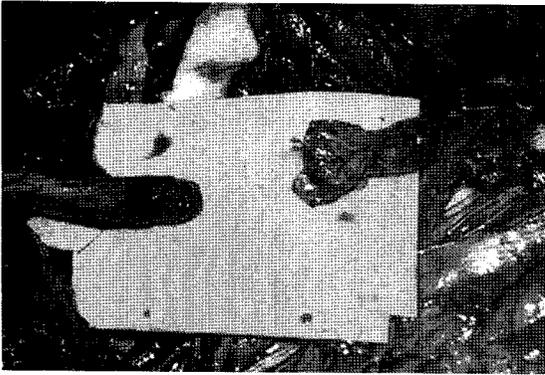


Fig. 1. 24-year old woman sustained humerus shaft fracture with high radial nerve palsy showing ruptured radial nerve at the fracture site.

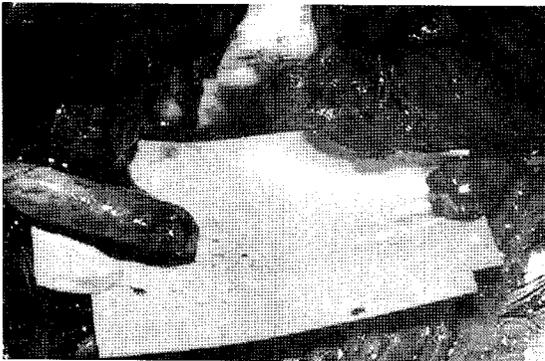


Fig. 2. Crushed portion of the radial nerve was resected and normal segment was exposed.

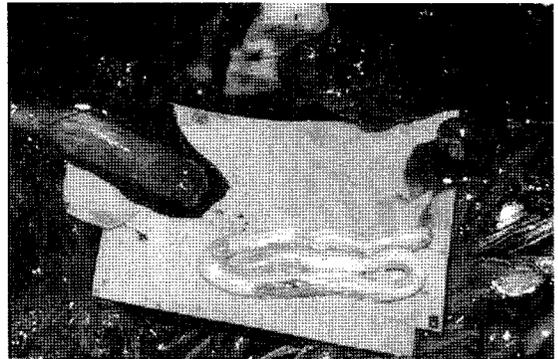


Fig. 3. Autogenous sural nerve around 7 cm in length was obtained.

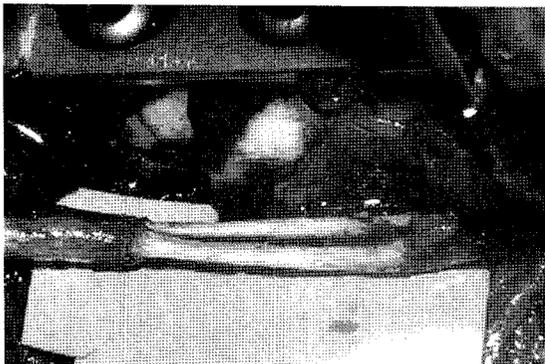


Fig. 4. 2 cables of the sural nerve were grafted with microsurgical epineurial and/or perineurial neuroorrhaphy.

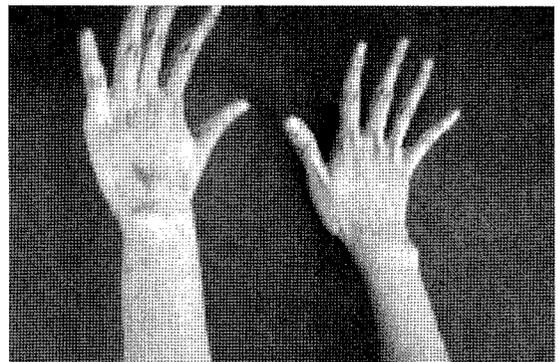


Fig. 5. Wrist and fingers were dorsiflexed, extended and abducted.

한 기능회복이 가능하기 때문이다.² 그러나 골절 후 3~6개월 관찰하여 정상 기능으로의 회복을 기대할 수 있으며, 수상 후 6개월 이후보다는 이내의 기간에 봉합할 때 결과는 더 좋을 것이라고 하였다.³

저자들의 경우에는 폐쇄성 상완골 간부 골절과 함께 상위 요골 신경 마비가 초래되었던 5예 중 개인 의원에서 금속판 및 나사못으로 수술 후 전원되었던 1예를 제외한 4예에서 근위 및 원위 골절편이 전위되고 불안정하여, 골절 후 평균 7일만에 골절부위의 관혈적 정복술과 함께 요골 신경을 탐색하여 파열된 부위를 확인할 수 있었다. 파열된 신경은 단단히 좌멸 손상되어 건강한 신경 섬유가 노출될 때까지 약 1~2 cm 제거술이 필요하였으며 따라서 단단 봉합술은 불가능하였다. 가장 선호되는 이식 신경은 비복 신경(sural nerve)인데 이유는 직경이 짧아 이식 후 생존과 재혈관화에 유리하고, 길이가 길며, 결손시 초래되는 족부 외측의 감각 소실이 견딜 수 있기 때문이라고 하였다.^{4,5} 신경 이식술을 필요로 하는 결손 거리에 대하여 일차적으로 단단 봉합술시 긴장이 초래되는 경우에는 신경 재생이 불량하므로 신경 이식술이 필요하며 골 단축술등을 이용한 방법 등은 부수적인 단점이 많아 선호되지 않는다. 손상된 요골 신경에서 신경 단단에 2 cm의 간격이 있을 때 이식술이 필요하다고 주장하는 학자도 있다.⁶ 저자들의 예에서는 상완골 간부 골절 부위에서 골절부위를 관혈적으로 정복한 후 파열된 요골 신경은 단단에서 제거술을 요할 정도로 좌멸 손상이 존재하고 있어 신경 간격이 발생하여 단단 봉합이 불가능함을 확인할 수 있었다. 따라서 자가 비복 신경 이식술은 필수적인 봉합 과정이었는데, 얻어진 약 7~8 cm의 비복 신경은 전예에서 2가닥(2 cables)으로 분할되어 요골 신경 간격에 긴장없이 미세수술기법을 이용하여 봉합술이 가능하였다. 상완 원위부에서 요골 신경은 후방에 운동 신경 섬유가 밀집되어 있어 신경 이식술시 집중적으로 가장 좋은 수술기법을 적용시키는 것이 유리하다.⁷ 저자들도 요골 신경의 근위 및 원위 결손 부위에 대하여 후방 부위부터 1가닥(1 cable)의 비복 신경을 봉합하였는데 봉합사는 8-0과 9-0 ethilon 봉합사를 사용하였으며 가능하면 주막 봉합(perineurial neurorrhaphy)도 병행하였는데 술기상 시야가 후방으로 깊어 어려움이 있었다. 2가닥(2 cable)의 비복 신경으로 근위 및 원위 요골 신

경의 봉합이 가능하였으며 3가닥(3 cables)이 요구되는 예는 없었다.

결손된 요골 신경과 신경 이식술 후 결과에 대하여 Kallio 등⁸은 21예의 신경 결손이 동반된 요골 신경에 대하여 이식술을 시행한 결과, 결손이 5 cm 이하이었던 11예중 8예(73 %)에서 M₅와 M₄를 보여 운동 기능의 회복에서 우수한 결과를 보인 반면, 5-10 cm의 7예중 M₄가 3예(43 %), 10 cm 이상의 결손이 있는 3예는 모두 M₁과 M₀의 결과를 보였다고 발표하였다. 신경 봉합 후 환자의 89%에서 근위 근(proximal muscles)이 회복(recovery) 되고, 63%에서 유용한 기능(useful function)이 회복되며, 36%에서는 무지와 수지의 신진 건이 어느 정도의 섬세한 조절(some fine control)이 가능한 상태로 회복된다. Millesi 등은 18례중 17례에서 속간 이식술(interfascicular grafting) 후 운동력(motor power)이 M₃ 또는 이보다 더 양호하게 회복 되었다고 하였다.⁹

저자들의 5예중 신경 결손은 1예에서 약 2.5 cm, 4예 모두 약 3.0 cm 정도이었으며, 최종 운동 기능의 회복에 대한 평가시, M₃와 M₄가 각각 2예, M₅가 1예로서 우수한 결과를 얻었다.

Sarmadzic 등¹⁰은 상완골 골절 후 발생한 요골 신경 마비중 미세수술을 이용한 속간 신경 분리술이나 속간 신경 이식술로 91.9%에서 기능적으로 유용한 결과를 얻었다고 하였다. 저자들은 자가 비복 신경 이식술시 미세수술기법을 이용하여 신경 외막 봉합술을 시행하였으며 특히 원위와 근위의 요골 신경 후방에 위치한 운동 신경(motor fascicle)의 봉합술시 주막 봉합술(perineurial neurorrhaphy) 술기를 시행하였다. Braun 등¹¹은 신경외막 봉합술이 기본적인 술기이고 신경주막 봉합술은 기능적으로 우월성을 찾을 수 없다고 하였으나, 최근에는 신경의 근위부와 원위부의 다발을 정확하게 정렬시킬 수 있는 신경주막 봉합술이 우월하다는 보고도 있다.¹²

요골 신경의 감각 분지는 해부학적으로 수근 관절의 요측 배부에서 보통 4또는 5개의 배 수지 분지(dorsal digital branch)가 나뉘어진다. 제 1지는 가장 요측으로 분지하여 수부 요측 수장면을 주행하고 무지구 외연의지각 및 무지 근위지골의 요측 배면의 감각을 맡는다. 제 2지와 3지는 같이 제 1 중수골과 제 2수골사이의 피부 지각을 담당하며, 무지

근위지골의 척측 배면의 피부지각을 맡는다. 제 3지는 시지 근위지골의 요측 배면의 피부지각을 맡는다. 제 4지는 수배부에서 2개로 나뉘어 시지 근위지골의 척측 배면 및 중지 근위지골의 요측 배면을 수행하고 그 부위의 피부지각을 맡는다. 제 5지는 중위 근위지골의 척측 배면을 수행하고 그 부위의 피부지각을 맡는다. 저자들은 감각 기능 회복에 대한 British Medical Research Council Scale을 이용한 평가에서 1예에서 S₃로서 우수, 2예에서 S₂로서 양호 그리고 2예에서 S₁으로 불량한 결과를 얻었으나 이는 주관적인 비중이 높아 향후 객관적인 면과 함께 연구되어야 할 것으로 사료되었다.

V. 결 론

폐쇄성 상완골 간부 골절 후 파열되는 요골 신경에 대하여, 자가 비복 신경을 미세수술 기법을 이용하여 신경외막 또는 주막을 봉합하는 술식은, 요골 신경의 기능을 회복시킬 수 있는 가장 권장되는 수술적 치료 방법으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Jobe MT, Martinez SF: *Peripheral nerve injuries. Radial nerve. In: Campbell's Operative Orthopaedics. p. 3221-3260, Mosby, 2003.*
- 2) Webb LX: *Fractures of the distal humerus. In Rockwood and Green's fractures in adults. p. 976-996, Lippincott Williams & Wilkins, 2001.*
- 3) Calandruccio JH, Jobe MT: *Paralytic hand. In: Campbell's Operative Orthopaedics. p. 3647-3651, Mosby, 2003.*
- 4) Birch R, Bonney G, Payan J, Parry CBW, Iggo A: *Peripheral nerve injuries. J Bone and Joint Surg 68B:2-21, 1986.*
- 5) Fisher TR, McGeoch CM: *Severe injuries of the radial nerve treated by sural nerve grafting. Injury 16:411-412, 1985.*
- 6) Moneim MS: *Interfascicular nerve grafting. Clin Orthop 133:65-74, 1982.*
- 7) Hidalgo DA: *Radial nerve injuries. In: Microsurgery in trauma. p. 173-181, Futura publishing Co., 1987.*
- 8) Kallio PK, Vastamaki M, Solonen KA: *The results of secondary microsurgical repair of radial nerve in 33 patients. J Hand Surg 18B:320-322, 1993.*
- 9) Millesi H: *Nerve grafting. Clin Plast Surg 11:105-113, 1984.*
- 10) Samardzic M, Grujicic D and Milinkovic ZB: *Radial nerve lesions associated with fractures of the humeral shaft. Injury 21:220-222, 1990.*
- 11) Braun RM: *Epineurial nerve suture. Clin Orthop 163:50-56, 1982.*
- 12) Gelberman RH: *Operative nerve repair and reconstruction. JB Lippincott Co 273-364, 1991.*