

수지 탈피창환부에 유경피부이식 후 유리 신경이식술에 대한 임상적 고찰

계명대학교 동산의료원 정형외과학교실

강창수 · 손승원 · 고순봉

= Abstract =

Free Digital Sensory Nerve Graft in Degloving Injuries of the Finger

Chang Soo Kang, M.D., Sung Won Shon, M.D. and Soon Bong Ko, M.D.

From the Department of Orthopaedic Surgery, Dong San Medical Center, Keimyung University

Degloving injuries of the fingers receive digital sensory nerve damage as well as digital artery damage together with degloving of the finger skin at the time of injury. Although the finger is well covered with skin and the joint motion has completely recovered after the injury, if there is no sensation in the finger tip problems remain.

From October, 1982 to December, 1985 Dong San Medical Center, Keimyung University did free digital sensory nerve grafts on 11 cases using the sural nerve. Follow up studies which lasted from 10 to 39 months showed good results.

Therefore this free digital nerve graft operation is considered to be a favourable method in obtaining sensation for digital degloving injuries.

Key Words: Free nerve graft, Degloving injury, Finger

증례분석

서 론

수지 탈피창의 전형적 손상기전이라 할 수 있는 반지로 인한 손상은 매우 드물고²⁾ 대부분의 수부의 외상성 피부박탈은 그 원인이 산업재해로 인한 경우가 많은데 그중에서도 로울러에 의한 손상이 많다^{3,4)}.

수지의 탈피창 손상시 피부결손창의 피복의 결과로 수지의 관절운동장애는 없더라도 감각장애가 있을 경우에는 상당한 문제점을 야기할 수 있다 하겠다. 이러한 감각장애 치료에 있어서 본원에서는 비복신경을 이용한 유리신경이식술을 1982년 10월부터 1985년 12월까지 9명 11례를 시행후 좋은 결과를 얻었기에 임상적 결과를 보고하는 바이다.

* 본 논문의 요지는 제29차 대한정형외과 추계학술대회에 발표된 바 있음.

* 본 논문은 1986년도 계명대학교 동산의료원 특수과제 연구비로 이루어졌음.

1982년 10월부터 1985년 12월까지 수지 피부결손창에 피복후 감각장애가 있는 9명 11례를 대상으로 하였다(Table 1).

1) 연령 및 성별: 19세에서 28세사이의 남자였다.

2) 발생원인: 모두가 로울러 및 벨트에 의한 산업재해였다.

3) 유리신경이식 수지: 인지는 모두 6례로서 편측수지신경이식이 2례, 양측수지신경이식이 4례였으며 중지는 모두 5례로서 편측이 3례 양측이 2례였다.

4) 수지 피부손상 정도는 근위지관절하방이 4례, 중수지관절하방이 7례였다.

5) 유리신경이식 길이: 신경이식한 환자의 수지신경 손상은 항상 피부 손상부보다 상방에 있었으며 10례에서는 2cm 상방에 있었고 근위지관절하방 피부손상 1례에서는 피부손상 근위부로부터 4cm 상방까지 수지신경손상이 있었다. 신경이식술을 받

Table 1. Case analysis

Case Case	Age (Yrs.)	Digit*	level of pedicle graft	Time from injury to nerve grafting(Mos.)	Length of follow-up(Mos.)	Sensibility evaluation scale level
1	19	thumb (-) index (B)	Pulp Below M-P	3	39 36	S ₄ S ₃
2	22	index (U) middle(U)	Below M-P Below M-P	6 6	36 36	S ₄ S ₄
3	27	index (B)	Below PIP	3	23	S ₃
4	22	index (B) middle(B)	Below M-P Below M-P	12 12	22 22	S ₄ S ₄
5	20	index (U)	Below M-P	9	19	S ₃₊
6	23	middle(U)	Below M-P	3	16	S ₃₊
7	20	index (B) middle(-)	Below PIP Below PIP	5	15 21	S ₄ S ₂
8	28	middle(B)	Below PIP	6	14	S ₂
9	26	index (-) middle(U)	Below PIP Below PIP	5	14 10	S ₄ S ₃₊

* - : None, U : Unilateral, B : Bilateral

Table 2. The British Medical Research Council Scale

S ₄	Comple recovery
S ₃₊	Some recovery of two-point discrimination within the autonomous area
S ₃	Return of superficial cutaneous pain and tactile sensibility throughout the autonomous with disappearance of any previous overreaction
S ₂	Return of some degree of superficial cutaneous pain and tactile sensibility within the autonomous area of the nerve
S ₁	Recovery of deep cutaneous pain sensibility within the autonomous area of the nerve
S ₀	Absence of sensibility in the autonomous area

지 않고 피부이식 수지에 감각신경이 회복되는 경우도 드물게 경험하였으며 이것은 피부박탈이 일어날 시 신경손상은 경미하였던 예였다. 피부손상 근위부가 중수지절 혹은 근위지절일 경우에 피부이식후 약 3개월을 지나면 대개 각각 근위지절 혹은 원위지절까지 감각신경회복이 가능하였으나 지두수(pulp region) 혹은 원위지골부 절단부까지는 감각신경회복이 되지않는 경우 유리신경이식을 요하였으며 피부이식후 전혀 감각신경회복의 진전이 없을 때에는 피부손상 근위부보다 상방에서 수지신경이 손상된 것이기 때문에 이경우 역시 신경이식술을 시행하였다.

6) 수상후부터 신경이식까지 시간은 최단시간이 3개월이었으며 최장시간이 12개월이었다.

7) 유리신경이식후 추시기간은 최단기간이 10개월이었으며 최장기간이 39개월이었다.

8) 결 과: 수술후 결과분석은 계속적인 원격추시에서 여러 검사방법으로 신경재생정도를 알 수 있었으며 주로 Tinell's sign, 발한검사법(Fig. 1. D)

및 감각기능검사법(Two-Point discrimination)을 이용하였고 결과를 비교하기 위하여 Nicholson and Seddon¹⁾, Millesi^{12, 13)}, Tenny and Lewis¹⁴⁾ 등이 사용한 British Medical Council의 grading system (Table 2)을 사용하여 감각신경의 회복정도를 비교 평가하였다.

9) 유리신경이식 11례중 10례에서 양호(S3 이상)한 결과를 보여주었고 1례에서 불량(S2)이었으며 이는 피부편이식후 감염으로 인하여 신경재생이 불량하였던 것으로 사료된다.

증례보고

증례 1: 조 O 문, 남자, 19세

상기환자는 로울러에 의해 우측엄지의 지두수와 우측인지의 중수지관절하부의 피부박탈을 주소로 내원한 자로 당일 엄지의 지두수에 전종피부이식술과 복부하부에 인지의 원위지골 절단술 및 유경피부이식술을 시행하였다(Fig. 1A).

Fig. 1-A. Immediately following abdominal tubular pedicle graft of right index finger and full thickness skin graft of right thumb, **B.** Exposure of left sural nerve, **C.** Sural nerve for free digital nerve graft, **D.** Ninhydrin test 9 weeks following free digital nerve graft, **E.** Good pinch motion of right thumb and index finger 32 months following abdominal tubular pedicle graft.

Fig. 2-A. Exposure of right sural nerve, **B.** Sural nerve for free digital nerve graft, **C.** Immediately following bilateral free digital nerve graft of left middle finger with sural nerve, **D.** Ninhydrin test 5 weeks following free digital nerve graft, **E.** Good pinch motion of left thumb and middle finger 10 months following abdominal tubular pedicle graft.

피부유리술후 두달뒤에 좌측비복신경을 이용하여 (Fig. 1B, C) 우측인지의 양측에 유리신경이식술을 시행하였다. 신경이식술 9주후 Ninhydrin test 결과 인지원위부에 양성을 보여주었다(Fig. 1. D). 우측인지의 추시 36개월에 Sensibility Evaluation Scale Level(이하 S. E. S. L로 약칭함)은 S3이었다. 우측엄지 지두수는 추시 21개월째부터 S4이었으며 우측엄지 지두수의 전측피부 이식술부는 수지감각신경이 정상으로 돌아왔다. 이는 수지신경이 피부이식편내로 신경재생이 가능하였던 결과로 사료되었다.

증례 8 : 유 ○ 일, 남자, 28세

상기 환자는 로울러에 의해 좌측중지의 근위지관절하부의 피부박탈 및 중위지골 개방성골절을 주소로 내원한 자로 당일 좌측중지 중위지골의 관혈적

정복술 및 금속내고정술과 복부하부에 유경피부이식술을 시행하였으며 유경피부유리술후 좌측중지 단단부에 원위지골의 감염 및 노출로 인하여 원위지관절 이단술을 시행하였다. 유경피부이식술 6개월후 유리신경이식술을 좌측중지 양측에 시행하였다(Fig. 2A, B, C). 신경이식술 5주후 Ninhydrin test 결과 중지원위부에 양성을 보여주었다(Fig. 2. D). 좌측중지의 추시 14개월에 S. E. S. L은 S2이었다. 이것은 유경피부이식후 감염으로 신경재생이 불량하였던 것으로 사료된다.

증례 9 : 고 ○ 우, 남자, 26세

상기 환자는 로울러에 의해 우측인지와 중지의 근위지관절하부에 피부박탈 및 원위지골 개방성골절과 원위지관절탈구를 주소로 내원한 자로 당일 우측인지와 중지의 원위지관절 이단술과 복부하부에 유경

Fig. 3-A. 3rd degree burn was noted at the end of right middle finger, **B.** Dissection and exposure of right middle finger, digital nerve(radial side) and stump revision of right index finger, **C.** Sural nerve for free digital nerve graft, **D.** Immediately following unilateral free digital nerve graft of right middle finger, **E.** Good pinch motion of right thumb and middle finger 10 months following abdominal tubular pedicle graft.

피부이식술을 시행하였고 유경피부유리술후 추시중에 불위에 물통을 얹어서 그안에 인지와 중지를 담가 물을 데워가면서 물리치료를 하던중 감각신경이 없는 중지원위부에 화상을 입었으며(Fig. 3A) 감각신경이 없는 우측중지 요측부에만 유리신경이식술을 시행하였다. 우측중지의 추시 10개월에 S.E.S.L.은 S3이었고 유리신경을 이식하지 않은 우측인지는 추시 14개월에 S4이었다. 이것은 우측인지의 수지신경이 피부박탈시에 경미한 손상을 받았고 피부이식부에 수지신경의 원활한 재생에 의한 것으로 사료되었다.

수술수기

피부절개는 신경주행을 따라 여러개의 완전한 S자형을 연결한 길고 구부러진 피부절개를 넣었으며(Fig. 1B)⁴⁾ 여러군데의 횡절개방법은 공여부 신경의 해부학적으로 많은 변화로 인하여 손상을 줄 가능성이 많아 사용치 않았다.

충분한 신경의 노출후 경골신경에서 나오는 비복신경이나 혹은 총비골신경에서 나오는 연결비복신경 하나만 가능한한 공여부 신경으로 사용하였다.

탈피창 손상받은 수지는 향후 유리신경 이식술을 고려하여 대개 유경피부 이식술을 하였으며 수지의 신경수혜부에 수지신경의 정상 신경색이 나올때까지 횡절단한 후 이식할 신경의 길이를 재고 공여부 신경을 떼어 원위부에 말총모양(Fig. 1. C)으로 신경색을 분리하면서 이곳의 느슨한 결합조직은 제거하였다. 그후 수혜부 신경원위부와 공여부 신경근

위부를 경우에 따라서 8-0나일론 접합사로 신경의 막 접합술¹⁾을 하거나 혹은 10-0나일론 접합사로 신경주막 접합술을 시행하였다.

공여부 신경원위부는 말총모양으로 준비된 신경색을 지두수에 혹은 절단단부 전부의 피하지방층에 놓고 제 1차 피부봉합을 하고 석고부목으로 고정하였으며 발사후 서서히 운동을 시켰다.

고 찰

수부의 외상성 피부박탈은 그 원인이 산업재해로 인한 경우가 많은데 그중에서도 로울러에 의한 손상이 많다고 했으며^{8,9)} 저자들의 경우에도 거의 전부가 로울러에 의한 손상이었으며 수지 탈피창의 전형적 손상기전이라 할 수 있는 반지로 인한 손상은¹⁰⁾ 없었다.

탈피창 손상이 이미 특징있는 독립된 손상유형으로 분류되고 있지만¹¹⁾ 치료원칙과 치료의 목표는 피부 결손창의 즉각적인 피복과 관절의 기능회복^{8,14,15)}이라는 점에 있어서는 일반적인 수부외상과 큰 차이는 없으며¹⁶⁾ 저자들도 즉각적인 피복과 관절기능 회복을 얻도록 노력하였으며 가능한 한 정상두께의 피부를 얻기위해 유경피부 이식을 하는 것을 원칙으로 삼았다. 이는 신경재생시 정상적 Target organ이 있으므로해서 감각기능 회복율이 훨씬 높기 때문이다. 유경피부판을 이용하는 유경피부 이식방법에 있어서는 상처의 압박드레싱이나 수부거상이 불가능하고 창구감염의 위험성, 수지운동 시작의 지연 이외에도 치유후의 수지강직, 감각장애,

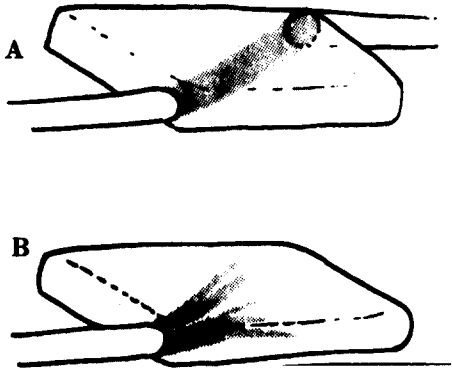


Fig. 4. Schematic representation of the fiber growth across the mesothelial chamber from the proximal nerve end towards the distal nerve segment. A. Both proximal and distal nerve ends present, B. No distal nerve end present.

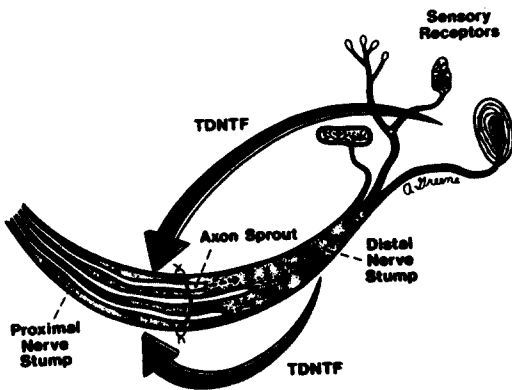


Fig. 5. The regenerating proximal stump axons are stimulated to grow and directed by neurotrophic factors released by the target of innervation-sensory receptor. TDNTF=target-driven neurotrophic factors.

이상비대등이 뒤따를 수 있다는 단점이 있다 하였으며^{5, 7, 8, 14, 15)} 저자들은 이상비대는 이차적인 지방 제거수술, 감각장애는 neurovascular island graft^{16, 20)} 및 innervated cross finger flap 등의 재건술을 한 예들도 있으나 감각장애는 유리신경 이식술로 좋은 결과를 얻고 있으며 유리신경 이식술시 이상비대에 대한 지방제거 수술도 동시에 가능하였다. 환자연령은 19세부터 28세사이로서 나이에 따른 차이점은 없었다.

봉합방법은 환자에 따라 신경주막 접합술이나 신경외막 접합술을 하였으며 결과의 차이점은 없었다.

신경문합술은 수술시기에 따라 수상직후에 시행하는 일차문합술 수상후 약 2~3주 후에 시행하는 지연 1차문합술 및 일정기간이 경과한 후 시행하는 2차문합술등이 있는데 Sakallarides¹⁷⁾는 2차문합

Fig. 6. Effect of reinnervation. The Meissner corpuscle on the left has been successfully reinnervated which the one on the right remains denervated(magnification 400).

술의 시기로 수상후 3~6개월에 실시하는 것이 좋은 결과를 나타내고 3년이상이 경과한 경우에도 회복이 가능하다고 하였다. 저자들은 모두 2차문합술로써 3개월에서 12개월사이였다.

1981년 Lundborg and Hansson¹¹⁾은 중피실(mesothelial chamber)을 만들기위해 얇은 금속나선을 감은 12×8×2mm 크기의 실리콘을 쥐의 피하에 묻었다. 그후 3~4주 후에는 실리콘주위에 중피실이 형성되며 여기에 근위부 및 원위부 신경단을 반대편 모서리에 연결한 것과 근위부 신경단만 모서리에 연결한 후 약 2~3개월 후 비교한 결과 양쪽 신경단을 부착한 결과는 신경외막양 외피로 둘러싸여있고 잘 발달된 신경속들이 근위부 신경단부터 원위부 신경단으로 정확하게 재생되는 것을 보았으며 (Fig. 4a)¹¹⁾ 근위부 신경단만 연결한 결과는 최소 신경속들이 모든 방향으로 산만하게 흩어져 재생하는 것을 보고했다(Fig. 4b)¹¹⁾.

1951년 Levi-Montalcini and Hamburger²¹⁾에 의해 신경성장인자(Nerve Growth Factor, NGF)가 발견되었고 이 발견이 있은 후 30여년이 지난 지금 신경재분포되어질 구조물내에 고유의 여러인자(Target of innervation)가 있어서 근위부 신경원의 생존과 성장촉진에 다양하게 영향을 미칠 것으로 생각되어지고 있다^{6, 16, 22)}. 이러한 인자를 일반적으로 Target-driven neurotrophic factors(TDNTF)²³⁾로서 명명되어 불리워 지고 있다(Fig. 5).

상기 두 이론을 근거로하여 저자들은 수지신경 원위부에 유리신경을 연결하고 유리신경 원위부를 말총모양으로 신경색을 피하에 심어줄 때 신경재생이 유리신경 원위부까지 자라나와 피부이식의 신경원들과 연결되어 Meissner's corpuscle, Pacinian corpuscle, Krause's end bulb, Ruffini ending 및

Merkel's disc 등의 수용체들의 기능이 회복되거나 (Fig. 6), 혹은 재생신경들이 그들 자력으로 피부이식내로 자라 들어가 피부이식내에서 유리피부 신경망상조직을 형성할 것으로 사료되었다¹¹⁾.

지금까지는 감각기능회복을 적절히 입증해 보일 만한 single test는 없으며 주관적인 것 외에는 감각신경 회복의 판단이 불가능하였다. 감각력의 기능적 시험은 항상 주관적이다. 즉 감각자극에 대해 환자의 이해와 언어반응에 의존하고 있다. 능동운동이 충분히 가능한 무감각 혹은 이상감각 수지를 가진 환자들중 감각이 정상으로 없거나 동통이상감각 때문에 수지를 전혀 사용하지 않으려는 많은 환자를 볼 때 감각력이 수부의 기능에 매우 중요하다는 것은 명백한 사실이며 아울러 본원 환자의 모두가 유리신경이식전보다 더 능률적으로 사용하고 있는 것을 볼 때 이는 권장할 만한 수술법으로 사료된다.

결 론

수술후 최단 10개월이상 원격추시 할 수 있었던 9명 11례에서 다음과 같은 결과를 나타내었다.

1) 연령 및 성별: 19세에서 28세의 남자로서 연령에 따른 차이점은 찾아 볼 수 없었다.

2) 발생요인: 모두가 로울러 및 벨트에 의한 산업 재해이었다.

3) 손상부위: 중수지관절부(M-P joint) 근위지관절부(PIP joint) 지두수(Pulp region)으로 구분하였 으며 중수지관절부 7례 및 근위지관절부 4례였 으며, 지두수에는 유리신경이식을 하지 않았다.

4) 발한검사법: 2% Ninhydrin 용액을 사용한 spray test에서 발한시기는 평균 6주에서 양성으로 나타났고 test를 한 전예에서 양성으로 나타났다 (Fig. 1D, Fig. 2D).

5) Tinel's sign: 수술후 약 5주후부터 신경문합 부위에 나타나기 시작하여 점차 소실되었다.

6) 봉합방법: 8-0 Nylon으로 신경외막 접합술한 5례 10-0 Nylon으로 신경주막 접합술한 6례였으며 수술때마다 접합술의 편리에 따라 상기방법 중 하나를 택하였으며 어느 방법이 더 결과가 좋은 지는 구분하기 어려웠다.

7) 수상일로부터 유리신경이식술까지 기간: 손상 수지에 유경피부 이식술후 관절강직을 막기위해 가능한한 빨리 물리치료를 시작하였으며 감각신경 회복의 정도를 판단하기 위하여 3개월까지는 기다렸 으며 최장기간은 12개월이었다.

8) 추시기간: 최단 10개월부터 최장 39개월이었다.

9) 유리신경이식 11례중 10례에서 양호(S₂이상)한 결과를 보여 주었고 1례에서 불량(S₁)이었다.

REFERENCES

- 1) 김봉전·유명철 외: 상지말초 신경손상에 대한 임상적 고찰, 대한정형외과학회지 제17권, 제 1호, 69, 1982.
- 2) 김익동 외: *Degloving injury*에 대하여, 대한정형외과 학회잡지 제14권, 제 4호, 628, 1979.
- 3) 박창일: 환귀의 말초신경 재생에 대한 형태학적 연구, 대한정형외과학회잡지 제18권, 제 1호, 18, 1983.
- 4) Brunelli, G.: *Graft Preparation: Sural Nerve Withdrawal. Posttraumatic Peripheral Nerve Regeneration. 1st Ed.*, 337, New York, Raven Press, 1981.
- 5) Entin, M.A.: *Crushing and Avulsion Injuries of the Hand. Surg. Clin. North Am.*, 44:1009-1018, 1964.
- 6) Gorkisch, K., Boese-Landgraf, J. and Vaubel, E.: *Treatment and Prevention of Amputation Neuromas in Hand Surgery. Plast. Reconstr. Surg.* 73: 297, 1984.
- 7) Hardin, C.A. and Robinson, D.W.: *Coverage Problems in the Treatment of Wringer Injuries, J. Bone and Joint Surg.*, 36-A: 292-298, 1954.
- 8) Holevich, J.: *Early Skin-Grafting in the Treatment of Traumatic Avulsion Injuries of the Hand and Fingers. J. Bone and Joint Surg.*, 47-A: 944-957, July, 1965.
- 9) Iritani, R.I. and Silver, V.E.: *Wringer Injuries of the Upper Extremity. Surg. Gynec. and Obstet.*, 113: 677-682, 1961.
- 10) Jabaley, M.E. and Dellon, A.L.: *Evaluation of Sensibility by Microhistological Studies. Management of Peripheral Nerve Problems. 1st Ed.*, 954-967, W.B. Saunders Company, 1980.
- 11) Lundborg, G. and Hansson, H.A.: *Nerve Lesions with Interruption of Continuity. Posttraumatic Peripheral Nerve Regeneration. 1st Ed.*, 229-239, New York, Raven Press, 1981.
- 12) Millesi, H., Meissl, G. and Berger, A.: *The Interfascicular Nerve Grafting of the Median and Ulnar Nerves. J. Bone and Joint Surg.*, 54-A: 727-750, 1972.

- 13) Millesi, H., Meissl, G. and Berger, A.: *Further Experience with Interfascicular Grafting of the Median, Ulnar and Radial Nerves*. *J. Bone and Joint Surg.*, 58-A: 209-218, 1976.
 - 14) Robinson, D.W. and Master, F.W.: *Severe Avulsion Injuries of the Extremities Including the Degloving Type*. *Surg., Clin. North Am.*, 47: 379-387, 1967.
 - 15) Romanes, G.J.: *Cunningham's Manual of Practical Anatomy*. 13th Ed., 201, Oxford University Press, 1966.
 - 16) Rowland, S.A.: *Skin and the Orthopedist*. *J. Bone and Joint Surg.*, 53-A: 387, Mar. 1971.
 - 17) Sakallarides, H.: *A Follow-up of 172 Peripheral Nerve Injuries in the Upper Extremity in Civilians*. *J. Bone and Joint Surg.*, 44-A: 140-148, 1962.
 - 18) Sanguinetti, M.V.: *Reconstructive Surgery of Roller Injuries of the Hand*. *The Journal of Hand Surgery*. 2(2): 134-140, Mar. 1977.
 - 19) Tenny, J.R.; Lewis, R.C.: *Digital Nerve Grafting for Traumatic Defects*. *J. Bone and Joint Surg.*, 66-A: 1375-1379, Dec., 1984.
 - 20) Tubiana, R. and Duparc, J.: *Restoration of Sensibility in the Hand by Neurovascular Skin Island Transfer*. *J. Bone and Joint Surg.*, 43-B: 474-480, Aug. 1961.
 - 21) Waris, T., Rechardt, L. and Kyosola, K.: *Reinnervation of Human Skin Grafts: A Histohemical Study*. *Plast. Reconstr. Surg.*, 72: 439, 1983.
-