

## 말초신경 봉합후 봉합부의 긴장과 고정기간이 신경치유에 미치는 영향

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

유명철 · 이석현 · 배대경 · 김인구

### = Abstract =

### The Effects of Tension and Immobilization on Nerve Healing in Sutured Peripheral Nerve — An Experimental Study on Rabbit Sciatic Nerve —

Myung Chul Yoo, M.D., Suk Hyeon Lee, M.D., Dae Kyung Bae, M.D. and Ihn Ghoo Kim, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Kyung Hee University, Seoul, Korea*

Great efforts have been expended to compensate for nerve gap in the repair of a peripheral nerve injury.

And yet, this nerve gap presents a great problem in surgical management. End-to-end anastomosis is most frequently used for repair of peripheral nerves, but the main problem is tension at the suture site.

The purpose of this experiment is to observe the relationship between the tension and the nerve healing, when stretching is applied to the suture site of the peripheral nerve trunk.

We used 25 rabbits of both sexes divided into 5 groups according to the nerve gap and the period of immobilization for this study.

Gross and histological examination were used to compare the results of end-to-end suture under a tension and suture without tension. We concluded that:

1. The best results were obtained when end-to-end suture was done without tension.
2. Direct suture under a tension produced the results quite inferior to that of the suture without tension.
3. Better results were obtained from the group of immobilization, at least, for 4 weeks among the tension group.
4. Immobilization period may be prolonged according to the degree of the tension affecting the suture site.
5. Tension at the suture site causes proliferation of connective tissue.

**Key Words :** Nerve tension, Neurorrhaphy.

### I. 서 론

절단된 말초신경의 봉합을 위하여 과거부터 많은 방법이 소개되고 있는데 최근 미세수술수기의 발달로 인하여 종래의 육안적 신경봉합보다 훨씬 정교하게 신경을 봉합함으로써 좋은 결과를 얻고있다. 그러나 말초신경 손상시 절단단의 손상이나 신경종 형성, 외상성 신경결손 및 신경단의 수축으로 인한 간격은 신경봉합시 봉합부위에 긴장을 유발하며 이 긴장은 예후에 큰 영향을 미치

는 것으로 보고되고 있다<sup>5, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 25</sup>.

신경봉합수술에서 봉합수기와 봉합부의 긴장이 신경 재생에 절대적인 영향을 미치므로 신경단의 간격이 클 때는 긴장하에 일차봉합하는 것보다는 긴장없이 신경이식을 하는 것이 더 결과가 좋다는 보고가 최근 대두되고 있다<sup>12, 19</sup>. 즉, Millesi 등이 보고한 속간신경이식술(interfascicular nerve grafting)<sup>12-15</sup>이 긴장을 감수한 일차봉합보다 결과가 더 우수하다는 내용이 이를 뒷받침하는 것이다. 신경 봉합에서 봉합부의 긴장이 중요시 되고 있으나 긴장도와 고정기간에 따른 신경치유 변화의 과정

에 대하여는 확실히 규명되어 있지는 않다.

이에 저자는 신경봉합부에 미치는 긴장과 신경치유에 관한 관계를 규명하고자 가토 좌골신경을 절단한 후 절단단을 1cm 절제하여 봉합부에 일정한 긴장을 가한 다음 미세수술수기로 재 봉합하여 고정기간과 봉합부 긴장도에 따른 신경치유를 육안 및 조직학적으로 비교 관찰하여 그 결과를 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

체중 1.5~2.5 kg의 가토 25마리를 실험 동물로 사용하였으며 좌골신경 봉합시 미세수술 현미경(미국 week 사 제품)과 미세수술 기재 및 미세봉합사(10~0 monofilament nylon; 미국 Ethicon 사 제품)를 사용하였다.

### 2. 실험방법

신경의 봉합은 모든 군에서 미세수술 수술 수기하에 10~0 monofilament nylon으로 epineurial suture를 시행하였고 신경의 절제 유무 및 고정기간에 따라 5마리씩 5개 군으로 나누어 실험을 실시하였다(Table 1). 가토 체중 1kg당 20% urethane 5cc를 복강내 주입하여 전신 마취하에서 우측 대퇴 및 하퇴부의 털을 제거하고 피부를 소독한 후 신경봉합시에 봉합부의 긴장을 완하시키기 위하여 동측 슬관절에 2개의 K-강선을 교차삽입하여 90도 굴곡고정하고 대퇴부의 후외측으로 피부를 절개하였다. 근막을 절개하고 대퇴이두근과 반막근 사이의 좌골신경을 노출시킨 후(Fig. 1) 대퇴부 중앙에서 상하로 2cm 전체 4cm를 주위조직으로부터 미세박리하고 신경의 외경을 측정 한 후 절단하였다(Fig. 2). 본 실험에서 사용된 좌골신경의 외경은 2mm~2.8mm로 평균 2.5mm였다.

제 1군은 신경절단후 신경단의 단축절제없이 봉합부에 긴장이 미치지 않는 상태에서 바로 일차봉합한 후 수술시 슬관절에 삽입되었던 K-강선을 제거하여 관절을 고정하지는 않았다.

제 2군은 절단신경의 원위부에서 1cm 신경을 절제하여 봉합부위에 이차적으로 긴장이 미치도록하고 슬관절 고정은 전혀 하지 않았다.

제 3군은 2군과 같은 방법으로 수술하고 슬관절을 2주간만 고정하였다.

제 4군은 2군과 같은 방법으로 수술하고 슬관절을 4주간 고정하고,

제 5군은 2군과 같은 방법으로 수술후 슬관절을 6주간 각각 고정하여 고정기간동안 신경봉합부의 긴장을 해소시켰다.

### 3. 표본채취

수술후 제6주에 모든 군에서 다시 전신마취를 시행하여 봉합부를 수술현미경 확대시야에서 노출하여 육안 관찰한 후 봉합부 상하 4cm를 포함한 약 8cm의 신경을 채취하였다.

### 4. 조직표본 제작

채취된 조직을 10% 중성 formalin에 고정하여 봉합부 상하 1cm, 전체 2cm의 종절편과 봉합부 하방 1cm에서 횡절편을 얻어 일반적인 hematoxylin-eosin 중복염색을 하고 collagen, reticulin fiber, elastic tissue를 관찰하기 위한 특수염색으로 각각 Masson's trichrome stain, reticulum stain, Van-Gieson's stain을 하여 검정하였다.

## III. 실험결과

### 1. 육안적 소견

봉합신경과 주위조직의 유착상태, 신경의 색조변화,

Fig. 1. The sciatic nerve was exposed (diameter: average 2.5mm).

Fig. 2. And it was sharply transected at the mid portion.

Fig. 3. End-to-end epineurial suture was done under the operating microscope, using microsurgical techniques.

봉합부의 신경종 형성 및 봉합부 파열등을 관찰 하였다 (Table II).

제1 군은 봉합부의 유착이나 색조변화, 신경종 형성을 거의 관찰할 수 없었고(Fig. 4-A) 제2군은 가장 심한 육안적 변화를 나타내어 유착, 색조변화및 봉합부의 신

경종 형성이 심했다(Fig. 4-B-I).

제2군은 5 레중 2 레에서 봉합부 근위단의 피사로 인한 봉합신경의 단절을 볼 수 있었다(Fig. 4-B- II).

제3군은 대개 제2군과 유사했으나 봉합부 단절이 없었고 신경종 형성이 적었다(Fig. 4-C).

**Table 1. Methods of experiment**

Group	Nerve Gap (Cm)	Period of knee joint immobilization (Wks)
I	0	0
II	1	0
III	1	2
IV	1	4
V	1	6

**Table 2. Gross findings**

Group	Adhesion	Discoloration	Neuroma
I	±	-	±
II	+++	+++	+++
III	+++	++	++
IV	++	+	+
V	+	±	+

\* ±; minimal ++; mild +++; moderate ++++; severe

**Table 3. Histological findings**

Group	Degeneration of axons	Proliferation of Schwann cells	Fibrosis	Inflammation	Vascular proliferation
I	-	+	+	+	+
II	+++	+++	+++	+++	+++
III	++	+++	+++	++	++
IV	+	++	++	+	++
V	+	++	++	+	+

\* +; minimal ++; moderate ++++; severe

**Fig. 4-A.** (Group I) The epineurial vessels repaired at the suture site were well preserved and adhesion, neuroma formation and nerve discoloration could not be seen. **Fig. 4-B-I.** (Group II) The large neuroma was formed and severe adhesion around the suture site was noted. **Fig. 4-B-II.** (Group II) In 2 cases of group II, the suture sites were completely disrupted.

제4군은 제3군에 비해 육안적 변화가 훨씬 미약하였고 (Fig. 4-D).

제5군은 유착과 색소변화가 적어 제1군과 유사한 소견을 보였다 (Fig. 4-E).

## 2. 병리조직학적 소견

축색돌기의 변형, Schwann 세포의 증식, 신경초내의 섬유화 및 결체조직 증식, 염증세포의 침착, 혈관증식 등

**Fig. 4-C.** (Group III) The severe adhesion and discoloration could be seen, but the size of the neuroma was smaller than that of the group II. **Fig. 4-D.** (Group IV) The gross findings were less than that of group II or III. **Fig. 4-E.** (Group V) Grossly, the findings were similar to the group I.

**Fig. 5. (A-D); (Group I) (x40)** Longitudinal section: A; H & E stain B; Masson's trichrome stain C; Reticulum stain Cross section: D; H & E stain.  
The microphotographs show minimal fibroblastic proliferations, Schwann cell proliferations and inflammatory cell infiltration. No axonal degeneration is noted.

**Fig. 6.** (A-D); (Group II) (x40) Longitudinal section: A; H & E stain B; Masson's trichrome stain C; Reticulum stain  
Cross section: D; H & E stain.  
The microphotographs show severe inflammation, fibrosis and vascular proliferations. Collagen lay-down and proliferation of Schwann cells are also noted.

**Fig. 7.** (A-D); (Group III) (x40) Longitudinal section: A; H & E stain B; Masson's trichrome stain C; Reticulum stain  
Cross section: D; H & E stain.  
The microphotographs show somewhat similar findings with the group II, but the fibrosis and inflammations are less severe.

**Fig. 8.** (A-D); (Group IV) (x40) Longitudinal section: A; H & E stain B; Masson's trichrome stain C; Reticulum stain  
Cross section: D; H & E stain.  
The microphotographs show less pronounced fibrosis, inflammation and vascular proliferations.

---

**Fig. 9.** (A-D); (Group V) (x40) Longitudinal section: A; H & E stain B; Masson's trichrome stain C; Reticulum stain  
Cross section: D; H & E stain.  
The microphotographs show minimal fibrosis, inflammation.

도를 관찰하였다(Table III) (Fig. 5-9).

#### 1) 축색돌기의 변형 (degeneration of axons)

제1군은 변형이 없었고 제2군은 극심한 변형과 괴사 소견을 나타내었으며 제3군에서도 심한 변형을 보였으나 제4, 제5군은 변형이 적었다.

#### 2) Schwann 세포의 증식 (proliferation of Schwann cells)

제1군은 극히 미약하였으나 제2, 제3군은 불규칙하고 심한 증식을 보였고 제4, 제5군은 훨씬 적은 양상을 나타내었다.

#### 3) 신경초내의 섬유화 및 결체조직 증식 (fibrosis and connective tissue proliferation)

제1군에서 가장 적었고 제2군은 가장 심한 결체조직의 증식과 섬유화를 보였으며 제3군도 심한 변화를 나타내었으나 제4, 5군에서는 미약하였다.

#### 4) 염증세포의 침착 (infiltration of inflammatory cells)

제1군에서 가장 미약하였고 제4, 5군이 이와 비교적 유사한 소견을 보였으나 제2, 3군 특히 제2군에서 심한 염증소견을 나타내었다.

#### 5) 혈관증식 (vascular proliferation)

제1군과 제5군이 미약한 혈관증식을 나타낸데 비하여 제2군에서는 매우 심한 혈관의 증식을 보였으며 제3, 4군은 중증도의 소견을 보였다.

### IV. 고 찰

과거의 말초신경 봉합은 거의 모두가 불량한 결과를 초래하여 항상 회의적이었다<sup>2)</sup>. 그 이유로는 수술로 인한 손상<sup>23)</sup>, 감염으로 인한 수술의 지연<sup>2)</sup>, 신경구조나 생리에 대한 인식부족<sup>4, 23)</sup>, 굵은 봉합사<sup>2, 21)</sup>, 봉합재료의 반흔형성 및 봉합부 긴장<sup>2)</sup> 등을 들 수 있다.

그러나 1940년대 이후 신경구조와 생리에 대한 연구, 감염치료의 효율화로 인하여 신경회복의 결과가 호전되면서 지난 10여년 동안 수많은 임상적, 실험적 연구가 행해져 왔다<sup>20, 23)</sup>. 실제로 수술현미경의 사용<sup>21)</sup>, 미세수술의 발전, 속간신경이식술(interfascicular nerve grafting)의 도입<sup>8, 12, 13, 14, 19)</sup>으로 인하여 우수한 신경회복을 기대할 수 있게 되었다<sup>20)</sup>. 그러나 아직도 감각 및 운동기능의 완전한 회복은 어려운 문제점으로 남아있다.

말초신경 손상후 신경봉합시에 문제가 되는 신경단 간격에 대해서는 이를 해결하기 위한 많은 노력이 있으나 대개의 경우 약간의 긴장하에 봉합하게 된다<sup>18, 21)</sup>. 긴장이 신경봉합 예후에 미치는 영향에 대한 최근까지의 연구는 신경의 기계적 성질에 대한 것<sup>1, 3, 6, 7, 9, 24)</sup> 신경내 미세순환에 대한<sup>10, 11, 17, 18)</sup> 두가지로 대별할 수 있다<sup>11)</sup>.

신경의 기계적 성질은 주로 탄성에 대한 고찰로서 Sunderland<sup>24)</sup>, Haftek<sup>3)</sup> 등은 말초신경이 큰 탄성을 지닌 강한 구조물임을 밝혔고 신경손상을 초래하지 않는 긴장 임계점에 대하여 연구하였는데 이에 대해서는 논란이 많다<sup>1, 6, 7, 9, 11, 24)</sup>.

즉, 긴장임계점을 Denny-Brown<sup>1)</sup> 등은 100%, Hoen<sup>7)</sup> 등은 25~50%, Sunderland<sup>24)</sup> 등은 20~32%, Highet<sup>6)</sup> 등은 11%, Liu<sup>9)</sup> 등은 4% 라고 보고하였다. 또한 최근까지의 여러연구에서 봉합부의 긴장이 신경재생에 가장 유해한 요인이라고 주장하였다<sup>5, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 26)</sup>.

반면에, Orgel<sup>20)</sup>, Vasconez<sup>28)</sup> 등은 긴장하에 일차봉합한 군과 신경이식군 사이에 형태적 및 기능적 차이가 없었다고 보고하였고 더구나, Sunderland<sup>22, 23)</sup>, Turnbull<sup>27)</sup> 등은 심한 긴장하에 봉합한 경우에도 신경이식군보다 신경재생이 우월하다고 보고하여 긴장의 유해성을 경시하였다. 그러나 이것은 신경이식후 양측 봉합선에서의 부적절한 신경재생이 원인일 것이라고 추정된다.

긴장이 신경봉합부에 미치는 주된 영향은 봉합부에 결체조직의 증식을 유발시키는 것인데<sup>14, 15, 25, 26)</sup> 신경단 간격을 봉합하여 긴장이 일차적으로 봉합부에 가해지거나 또는 긴장없이 봉합하기 위하여 인접한 관절을 굴곡 고정하더라도 수술후 관절의 신전으로 인하여 이차적으로 긴장이 가해지므로 심한 섬유화를 일으키게 된다<sup>4, 6, 15, 26)</sup>. 본 실험에서도 이러한 긴장의 영향을 각 군별 비교를 통해 제2, 3군에서와 같이 명백히 알 수 있었다. 또한 Hausemen<sup>5)</sup>, Terzis<sup>26)</sup> 등은 긴장하의 일차봉합군과 신경이식군을 비교하여 긴장의 유해성을 보고하였고 Milesi<sup>16)</sup> 등도 긴장도와 결체조직의 증식은 비례한다고 주장하면서 그 상관관계를 중요시하였다. 본 실험에서도 각 군별비교에서 이러한 상관관계를 인지할 수 있었다.

봉합부에 미치는 긴장의 영향을 신경의 미세순환으로 설명하는 것도 최근 대두되고 있는데<sup>10, 11, 18)</sup> Lundborg<sup>11)</sup>는 긴장이 가해지면 신경혈관에 영향을 미치게 되어 국소영양혈관이 폐쇄되고 epineurium 내의 단면적을 감소시켜 신경내속압(intrafascicular pressure)이 증가되어 혈류차단으로 인하여 신경섬유의 영양에 장애를 일으킨다고 하였고 Miyamoto<sup>18)</sup> 등은 긴장이 신경내 혈관손상을 일으키며 긴장증가에 따라 순환장애가 심해진다고 보고하였다. 또한 이들은 축색돌기에 기계적인 영향없이 봉합이 가능한 긴장도에서도 순환장애가 초래된다고 하면서 이것이 단단봉합후 기능회복의 정도가 결정되는 중요한 요인이라고 주장하였다<sup>17, 18)</sup>. 그래서 긴장이 미세순환장애를 초래할 정도로 크면 단단봉합보다 신경이식을 권하고 있으며 긴장없이 단단봉합한 경우가 가장 좋은 결과를 얻을 수 있다고 보고하였다<sup>17, 18)</sup>. 이것은 본 실험에서도 마찬가지로 긴장없이 봉합한 제1군에서 가장

좋은 결과를 보였다. 실험상 1cm으로 가토 좌골신경의 절제를 국한시킨 것은 1cm 절제가 단단봉합이 가능한 최대한의 절제길이였기 때문이며 그이상 절제하면 단단봉합이 불가능하였다.

본 실험결과를 종합해 보면 Millesi<sup>14, 15)</sup>, Terzis<sup>25, 26)</sup>, Miyamoto<sup>16, 17)</sup> 등과 같이 긴장없이 신경봉합한 경우가 가장 좋은 결과를 보였으며 또한, 긴장하에 봉합후 봉합부의 고정기간에 따른 신경치유를 비교관찰한 바— 이에 대한 연구 보고가 없어 타 저자의 결과와 비교할 수는 없으나—4주이상 고정한 경우가 고정을 하지 않았거나 불충분했던 군에 비해 육안및 조직학적 소견상 좋은 결과를 나타냈다. 이 결과는 비록 본 실험이 동물을 대상으로 실시되었고 또한 방법이 복합손상을 동반하는 임상적 상황과는 다르지만 긴장하에 신경봉합을 한 경우에는 통상적으로 행하는 고정기간보다 연장시킴으로써 보다 나은 신경회복을 기대할 수 있는 점은 임상적으로도 의의가 있을 것으로 사료된다.

## V. 결 론

신경 봉합부의 긴장과 고정기간이 신경치유에 미치는 영향을 알아보기 위하여 가토 좌골신경을 절단, 미세수술수기로 재봉합한 후 6주에 육안및 조직학적 변화를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 긴장없이 단단봉합한 경우가 가장 좋은 결과를 나타내었다.
- 2) 긴장하에 봉합한 경우는 고정 기간에 따라 정도차는 있으나 대개 긴장없이 봉합한 경우보다 열등한 결과를 보였다.
- 3) 봉합부 긴장은 봉합부 결체조직의 증식을 초래하여 신경치유를 저해하였다.
- 4) 봉합부에 미치는 긴장이 일정할 때에는 최소한 4주 이상 고정한 경우에 보다 좋은 결과를 얻을 수 있었다.
- 5) 긴장하에 봉합한 경우는 고정 기간을 연장함으로써 보다 나은 결과를 얻을 수 있었다.

## REFERENCES

- 1) Denny-Brown, D. and Doherty, M.M.: *Effects of transient stretching of peripheral nerve. Arch. Neurol. & Psych.*, 54:116-129, 1945.
- 2) Hall, E.J. and Buncke, H.J.: *Microsurgical techniques to reconstruct irreparable nerve loss. Orthop. Clin. N. Am.* 12:381-401, 1981.
- 3) Haftek, J.: *Stretch injury of peripheral nerve. Acute effects of stretching on rabbit nerve. J. Bone and Joint*

- Surg.*, 52-B:354-365, 1970.
- 4) Hakstian, R.W.: *Peripheral neurorrhaphy. Orthop. Cline. N. Am.*, 4:945-956, 1973.
- 5) Hausamen, J.E., Samii, M. and Schmidseeder, R.: *Restoring sensation to the cut inferior alveolar nerve by direct anastomosis or by free autologous nerve grafting. Plast. Reconstr. Surg.*, 30:355-360, 1943.
- 6) Highet, W.B. and Sanders, F.K.: *The effects of stretching nerves after suture. British. J. Surg.*, 30:355-360, 1943.
- 7) Hoen, T.I. and Brackett, C.E.: *Peripheral nerve lengthening. I. Experimental. Journal of neurosurgery*, 13:43.
- 8) Kleinert, H.F., et al.: *Technique of nerve anastomosis. Orthop. Clin. N. Am.*, 4:907-915, 1973.
- 9) Liu, C.T., Benda, C.E. and Lewey, F.H.: *Tensile strength of human nerves. Archives of Neurology and Psychiatry*, 59:322.
- 10) Lundborg, G.: *Structure and function of the intraneural microvessels as related to trauma, edema formation, and nerve function. J. Bone and Joint Surg.*, 57-A: 938-948, 1975.
- 11) Lundborg, G. and Rydevik, B.: *Effects of stretching the tibial nerve of the rabbit. A preliminary study of the intraneural circulation and the barrier function of the perineurium. J. Bone and Joint Surg.*, 55-B:39-401, 1973.
- 12) Millesi, H.: *Interfascicular nerve grafting. Orthop. Clin. N. Am.* 12:2:287-301, 1981.
- 13) Millesi, H.: *Microsurgery of peripheral nerves. Hand* 5:157, 1973.
- 14) Millesi, H., Berger, A. and Meissl, G.: *The interfascicular nerve grafting of the median and ulnar nerves. J. Bone and Joint Surg.*, 54-A:727-750, 1972.
- 15) 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, 1976.
- 16) Miyamoto, Y.: *Experimental study of results of nerve suture under tension Vs. nerve grafting. Plast. and Reconstr. Surg.*, 64:540-549, 1979.
- 17) Miyamoto, Y. et al.: *Experimental study of the tension on the suture line in peripheral nerve surgery. Central Jap. J. Orthop. and Traum. Surg.*, 22:313-316, 1979.



- 18) Miyamoto, Y., Watari, S. and Tsuge, K.: *Experimental studies on the effects of tension in intraneural microcirculation in sutured peripheral nerves*. *Plast., and Reconstr. Surg.*, 63:398-403, 1979.
  - 19) Moneim, M.S.: *Interfascicular nerve grafting*. *Clin. Orthop.* 163:65-74, 1982.
  - 20) Orgel, M.C.: *Experimental studies with clinical application to peripheral nerve injury. A review of the past decade*. *Clin. Orthop.* 163:99, 1982.
  - 21) Smith, J.W.: *Microsurgery of peripheral nerves*. *Plast. Reconstr. Surg.* 34:235, 1964.
  - 22) Sunderland, S.: *Nerves and nerve injuries*. Edinburgh and London: C. & S. Livingstone Ltd. 1978.
  - 23) Sunderland, S.: *The anatomic foundation of peripheral nerve repair techniques*. *Ortho. Clin. N. Am.*, 12:2:245-265, 1981.
  - 24) Sunderland, S. and Bradley, K.C.: *Stress-strain phenomena in human peripheral nerve trunks*. *Brain* 84, 102.
  - 25) Terzis, J., Faibisoff, B. and Williams, H.B.: *The nerve gap: Suture under tension vs. graft*. *Plast. Reconstr. Surg.* 56:166, 1975.
  - 26) Terzis, J.K. and Strauch, B.: *Microsurgery of the peripheral nerve. A physiological approach*. *Clin. Orthop.* 133:39, 1978.
  - 27) Turnbull, B., Orgel, M.G. and Terzis, J.K.: *The varying nerve gap length: Tension versus grafts*. Presented at the plastic surgery research council, April, 1980.
  - 28) Vasconez, L.O., Mathes, S.J. and Grau, G.: *Direct fascicular repair and interfascicular nerve grafting of median and ulnar nerves in the Rhesus monkey*. *Plast. Reconstr. Surg.* 58:482, 1976.
-