

## 가토 삼차신경 손상의 재생에 관한 실험적 연구\*

- I. 자가 신경이식과 포관술의 신경재생효과 -

이화여자대학교 의과대학 치과학교실, 의학연구소 이식면역학부

김 명 래

= Abstract =

### An Experimental Study on the Regeneration of Rabbit Trigeminal Nerves

- Nerve Graft and Entubulation with e-PTFE Membranes -

Myung-Rae Kim

Department of Dentistry, College of Medicine, Ewha Womans University

This study was designed to evaluate the ability of the injured trigeminal nerve to regenerate in the bone, and to compare the axonal regeneration following the nerve graft and nerve tubulization with GTR membrane. Fourteen rabbits were divided into 3 groups as follows ; not repaired(G<sub>0</sub>), Entubulation(G<sub>1</sub>), and nerve graft(G<sub>2</sub>) after partial resection of inferior alveolar nerves in the mandibular canals. The neuro-fibrotic tissues regenerated in the nerve gaps were prepared for histomorphologic examination by special staining with Hematoxylin & Eosin, Luxol-fast blue, Bodian's, Masson-trichrome. The regenerated axons were examined with Toluidine blue staining and Transmission electronmicroscopy(TEM).

The injured mandibular nerve presented a regenerative capacity across 7 cm defect, and tubular repairs with GTAM produced histomorphologic regeneration of neural axons and mini-fascicles in 16 weeks. This investigation, however, showed a finding that autogenous nerve graft was inferior to tubulization in the histomorphologic assessment. The group of nerve graft disclosed less organized neural tissue(mini-fascicles) with more fibrovascular collagenous tissues.

Nerve injury resulting a gap which cannot be repaired by primary neuroorrhaphy needs grafts or intrapositional tubular nerve guides. The e-PTFE membrane or tube can be used as a good conduit or sheath for nerve regeneration without adhesion of connective tissues, while the grafted nerves in the mandibular bone surrounded by dense fibrous tissues and the defect replaced with collagen bundles and bony ingrowth. Electrophysiologic examination and qualification of the regenerated axons are recommended to evaluate the substantial recovery following the nerve repair modalities.

**KEY WORDS** : Nerve repair · Entubulation · Nerve graft · Nerve injury.

---

\*이 논문은 1995학년도 이화여자대학교 교내연구비 지원에 의하여 이루어졌음.

## 서 론

입술과 잇몸, 볼, 혀, 치아, 악골 등에 분포된 삼차신경(Vth Cranial nerve, trigeminal nerve)은 악골절을 포함한 구강 악안면의 외상과 감염, 악골내 종양과 그 처치술, 하악후구치의 근관치료, 매복지치의 발거술, 치조골절형 등 보철전 외과술, 인공치아(임프란트)의 식립, 악교정 골성형술 등의 처치와 연관하여 손상을 받을 수 있고 입술과 잇몸에 지각마비 또는 지각이상을 가지면서 통증을 동반하고 초기에 적절히 관리되지 못하면 중추신경성 퇴행변화로 난치성 신경질환으로 이행할 수 있다<sup>1-3)</sup>.

삼차신경 중에서도 하악관내를 주행하는 하치조신경(inferior alveolar nerve)의 손상이 가장 빈번하고 치과치료와 연관하여서도 0.6~3.5%에서 발생한다고 보고되어 있다<sup>2,4-6)</sup>. 대부분 신경전달이상(neuropraxia)이나 축색절단(axonotmesis)으로서 일시적 지각이상에 그치고 시간이 경과함에 따라 87~96%에서 자연회복되는 것은 참으로 다행한 일이지만, 손상의 종류와 정도, 주변 환경에 따라서는 입술과 잇몸 등에 지각이상이나 마비가 풀어지지 않으며<sup>2,3)</sup>, 신경단열(neuromesis) 손상은 신경섬유의 내부구조를 파괴하고 구강과 주위조직에 분포하는 말초신경에 결손과 변성을 야기하여 영구적인 지각 마비와 동통의 동반으로 정상적인 저작이 불가능하고, 그 고통으로 일상생활이 파괴되기도 한다<sup>4,7)</sup>.

하치조신경은 혈관과 한뿔음으로 하악구치의 치근단에 근접하여 하악관내를 주행하고 축색(axon) 및 신경초세포(Schwans cell) 복합체를 포함한 신경내막과 신경속을 싸는 신경외막에 싸여 있다. 일반적으로 신경이 손상을 입으면 2~3일에 원심축에서 변성을 시작하고 단절부에서는 3~4주에 축색이 자라서 신경초세포의 관상가교(Schwans tubular bridge)가 연결되면 신경의 재생이 일어난다<sup>1,5,6)</sup>. 그러나 이러한 신경축색의 연결이 실패하면 신경의 재생이 이루어지지 못하고 신경종(neuroma)을 형성하며 동통성 지각이상을 초래한다. 따라서 손상신경의 회복에 있어서는 축색의 재생과 연결을 돕고 신경종의 생성을 방지하기 위한 환경의 마련과 신경감압술, 이미 생긴 신경종의 절제후 문합, 신경이식 등의 미세신경재건술 등이 권유된다<sup>5,6,8,9)</sup>.

신경 재건술의 효과는 수술현미경의 개발에 의한 미세신경문합술로 크게 향상되었고<sup>9,11)</sup>, 신경의 결손이 직접 이어지지 못하는 경우 신경이식술이 사용되고 있다. 비복신경(sural nerve)이나 대이개신경(greater auricular nerve)이 이식편으로 절취되고 있으나 신경의 굵기와 형태가 다르고 공여부에 또다른 결손을 남기며, 손상의 종류와 변성된 정도 및 주변의 환경요인에 따라 예후가 불확실한 점이 있다<sup>9,11,13)</sup>.

그리하여 최근에는 신경섬유 재생의 통로 역할을 하게 하는 신경외초관 또는 자가점막 등 자가생체조직과<sup>14)</sup> silicone tube<sup>16)17)35)36)</sup>, e-PTFE관<sup>19)20)</sup> 및 합성통로<sup>21)</sup>의 실험적 연구가 진행되고 있다. 신경재생을 유도하는 재생통로술(nerve conduit)은 신경 결손이 있는 경우 주변조직에서 자라는 교원섬유의 증식을 막고 재생신경이 원위부 신경단과 연결되도록 유도하는데 목적이 있으며, 축색의 발아(axonal sprouting)를 유도하여 신경종(neuroma)의 형성을 억제하고 주위조직으로부터 섬유조직의 침입을 막을 수 있을 것으로 기대하고 있다<sup>21-23)</sup>. 그러나 관의 재료와 종류 및 길이와 시술 과정에 따라 신경재생의 효과가 다르고, 주변이 골로 채워진 삼차신경의 주행과 손상에 대한 연구는 매우 적으며, 자가이식을 대체할 만한 객관적 증거가 미흡하기 때문에 아직까지 임상에서의 적용이 주저되고 있다.

이에 저자는 삼차신경 특히 하악관내를 지나가는 하치조신경이 손상 받았을 때 이를 특별한 치료 없이 방치한 경우 신경의 재생을 어느 정도 기대할 수 있는가? 자가신경이식술과 신경유도재생술은 효과적인가? 어느 것이 더 효과적인가?를 구명하고자 가토를 실험동물로 하여 삼차신경의 재생을 병리조직학적으로 관찰하고, 그 결과를 문헌 고찰하였다.

## 연구재료 및 방법

### 1. 연구 재료

가토(New Zealand White rabbit 2.0~2.5kg) 14마리중 2마리를 예비실험군, 하치조신경을 7mm 절제하고 재건하지 않은 4마리를 대조군, 하치조신경을 7mm절제하고 4주후에 e-PTFE 포관술을 시행한 4마리를 실험1군, 반대측에서 신경을 절취하여 이식한 4마리를 실험2군으로 분류하고, 실험 1주일전부터 시판되는 고행사료 및 일반적인 조건하에서 사육하였다.

## 2. 연구 방법

### 1) 하치조신경의 손상과 대조군

가토의 귀정맥에 Zoletil 50(Tiletamin+Zolazepam) 100mg을 주사하여 정맥마취를 유도하고, 이후 마취의 유지를 위하여 30분당 10mg씩 주사하였다. 혈관내 혈병의 형성을 방지하기 위하여 희석 heparin 용액을 주입하였다.

수술은 악하절개로 하악하연의 교근부착을 절개하고 하악외측피질에 부착되어 있는 골막을 우각부에서 정중부까지 박리하여 이공에서 나오는 이신경을 약 3~4cm 노출 시켰다. 외과용 드릴로 하악하연에서 10mm상방의 외측피질골판을 제거하였다. 하악관내에서 하치조신경을 조심스럽게 박리하여 미세수술용 가위로 7mm 절제하고 생리식염수로 반복세척한 다음 골막과 근피판을 층별 봉합하였다. 손상후 신경재건술에 관한 어떠한 치료도 시행하지 않은 동물군을 대조군으로 하였다.

### 2) 신경재건술과 실험군

하악관내에서 하치조신경속을 7mm 절제한 후 4주에 실험1군은 e-PTFE막(GoreTex)을 10×2mm로 잘라

절제된 하치조신경의 굵기보다 약간 크게 인조관(guiding tube)을 형성하고 신경 절단부 2mm에서 신경외막과 인조관을 10-0 Nylon(Dermalon)으로 수술현미경하에 봉합하였다. 연결부는 조직접착제(Beriplast, Beringwerke AG)로 밀봉하고 골막과 피부판을 봉합하였다. 수술 감염방지를 위해 Gentamicin 8mg을 1일 1회씩 3일간 근육주사하였다. 실험2군은 반대측 하악관내에서 하치조신경 10mm를 절취하여 신경결손부에 위치하고 각 신경단부위를 10-0 Nylon으로 환상 문합하였다. 이식후 골막을 덮고 근피판을 봉합하였다.

### 3) 조직표본 제작

술후 8주와 16주째 각 군에서 2마리에 치사량의 염화칼륨을 정맥주사하여 희생시킨 후 수술부위를 노출시켜 하악골과 함께 절제해 내고, 조직편을 2.5% Gluta-aldehyde 20ml와 4% para-formaldehyde 100ml 및 phosphate buffered solution 80ml로 만든 고정액내에 넣었다가, 포관술과 이식술을 시행한 부위를 분리하여 광학현미경과 전자현미경용으로 다시 고정시킨 후 통상적인 방법에 의해 각각 paraffin과 Epon에 포매하였다.

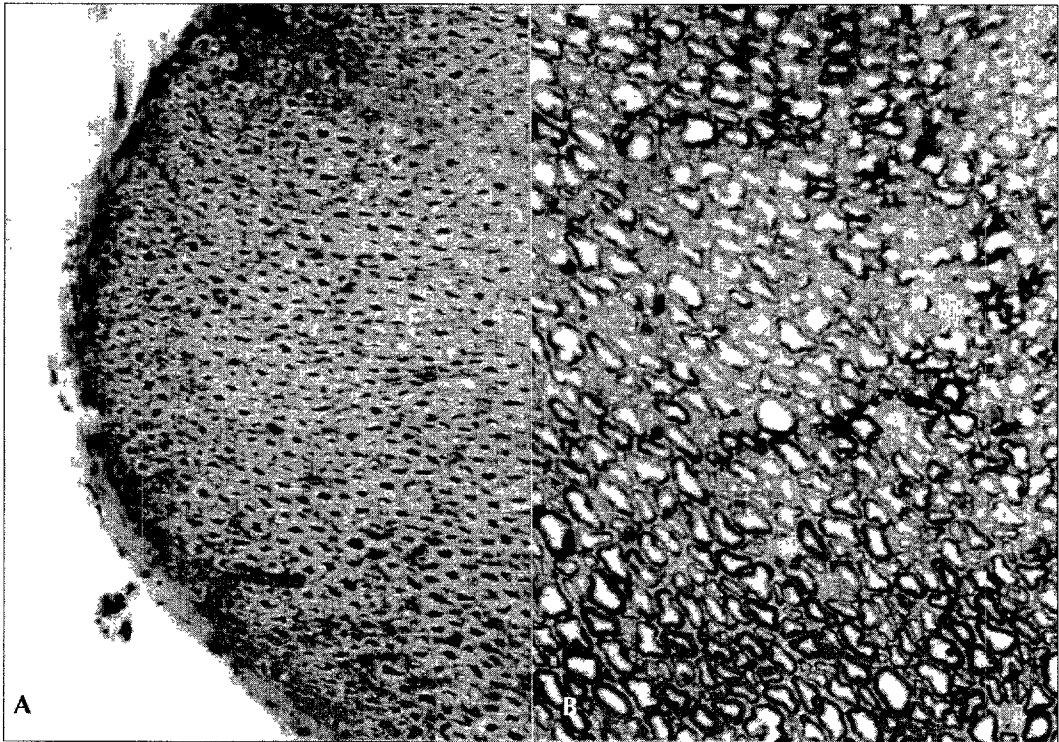


Fig. 1. A normal fascicle from rabbit inferior alveolar nerve. Myelinated axons in varying size and form present marked density(a; Bodian stain, ×200, b; Toluidin blue, ×200).

#### 4) 재생신경의 관찰과 평가

조직의 상태를 검경하기 위해 paraffin에 포매된 조직을 2~3mm로 절편을 제작하여 통상적인 Hema-toxylin & Eosin 염색, 조직내의 섬유화를 관찰할 수 있는 Masson trichrome염색, 축삭이 구분되어 관찰되는 Bodian염색, 수초가 선택적으로 관찰되는 Luxol-fast blue의 특수염색을 시행하고 신경조직의 재생을 관찰하였다.

또한 Epon에 포매된 조직을 1mm 두께로 절편을 제작하여 toluidine blue로 염색하고 광학 현미경하에서 신경재생 부위를 찾아 260nm의 두께로 다시 시편을 제작하여 투사전자현미경(Transmission electron microscopy, Hitachi H-600)으로 재생신경섬유의 초미세구조를 관찰하였다.

### 연구성적

#### 1. 가토 하지조신경의 정상 및 실험후 육안소견

가토의 하지조신경은 평균 2.0~2.5mm직경의 하악

관내에 평균 1.8mm의 굵기로 3~5개의 신경속으로 구성되어 있었다. 크기와 모양이 불규칙한 축삭이 치밀하게 차 있고 신경속내에 결합조직의 증식이 없다(Fig. 1).

신경손상 및 재건술 후 8주와 16주의 대조군과 실험군 수술부는 신생골과 골양조직으로 덮여 있었으며, e-PTFE관내에는 결합조직과 신경성 섬유조직이 차 있었고, 1예에서는 관내에 농이 형성되어 있었다.

#### 2. 신경결손을 재건하지 않은 대조군의 조직소견

신경손상을 재건하지 않은 대조군(Gc)의 8주후 하악관내에서는 치밀하지 못한 결합조직, 골조직 등이 혼합되어 있고 약간의 신경섬유가 관찰되었다(Fig. 2). 16주 후에는 8주에 비하여 신경섬유가 더욱 희소하였고 섬유조직과 소성결합조직만을 보였다(Fig. 3).

#### 3. 신경포관술 후 조직소견

실험1군(G1; e-PTFE막 포관술)의 8주 후에는 재생된 신경섬유들이 5~8개의 소섬유속(mini-fascicles)을

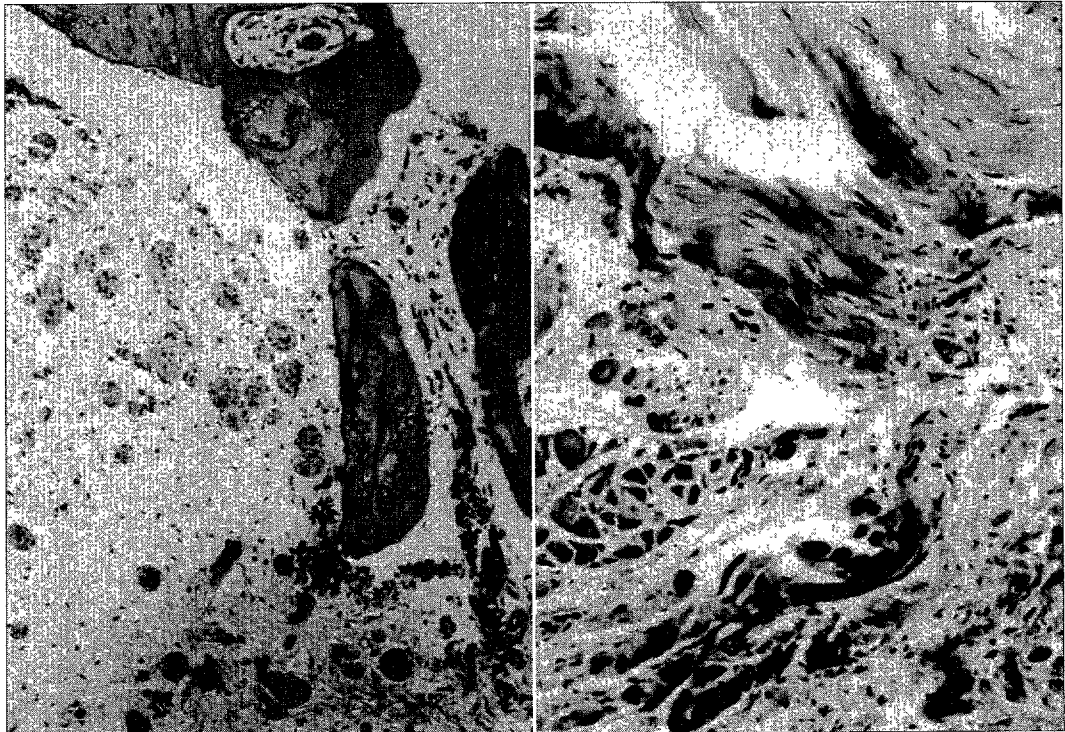
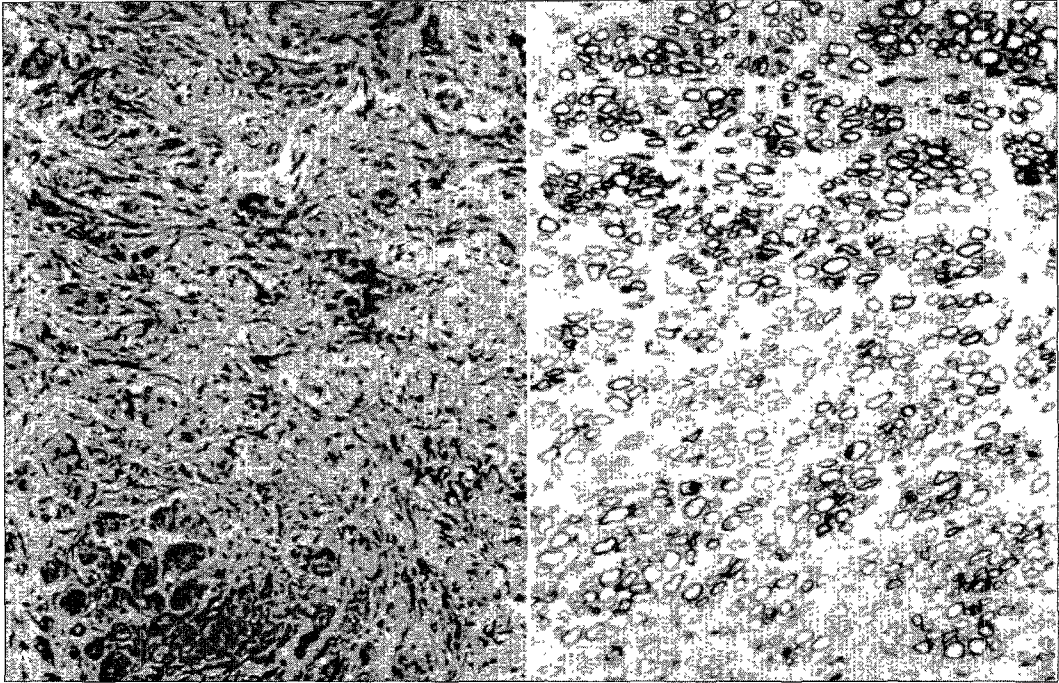


Fig. 2. Controls without repair at 8 weeks postoperatively. The nerve defect in the mandibular canal exhibits unpredictable bone formation and a few fascicles with regenerated axons(H & E,  $\times 200$ ), left.

Fig. 3. Controls without repair at 16 weeks postoperatively. Continuity along the mandibular canal has been maintained, but with fibrous tissues without neural replacement(H & E,  $\times 200$ ), right.



**Fig. 4.** Entubulation(Group 1) at 8 weeks postoperatively. Regenerated axons collectively constitute mini-fascicles surrounded by collagen bundles(a : Masson-trichrome, ×200), myelinated axons are seen in various size and forms(b : Toluidine-blue, ×200).

이루고, 신경외막에 해당하는 부위는 두텁게 섬유화를 이루어 Schwann세포가 많이 증식되어 있었다. Masson's trichrome 염색에서는 재생된 신경섬유사이에 교원질 섬유가 많이 증식되었으며(Fig. 4A), Bodian 염색과 Toluidine blue 염색에서는 정상보다는 적지만 많은 수의 축삭이 다양한 형태로 산재되어 관찰되었다(Fig. 4B).

실험1군(G1)의 16주 후에는 넓게 분포되어 군락을 이룬 소신경섬유속(mini-fascicles)과 두꺼운 결체적으로 둘러싸인 비교적 큰 신경속이 관찰되었다(Fig. 5A). Luxol-fast blue와 Masson trichrome 염색은 정상군에 가까운 수초와 Schwann세포, 속간의 교원섬유 증식을 보였고, Toluidine blue 염색은 여러 형태의 축삭들이 신경속을 이룬다(Fig. 5B).

#### 4. 신경 자가이식후의 조직조건

실험2군(G2, 자가신경이식군)의 8주후, Masson-trichrome 염색에서는 하악관내의 대부분을 결체조직이 채우고, 이식신경도 섬유조직으로 대체된 것이 관찰되었다(Fig. 6A). Luxol-fast blue에서는 정상군에 비

해 열은 염색의 재생수초가 관찰되었다(Fig. 6B).

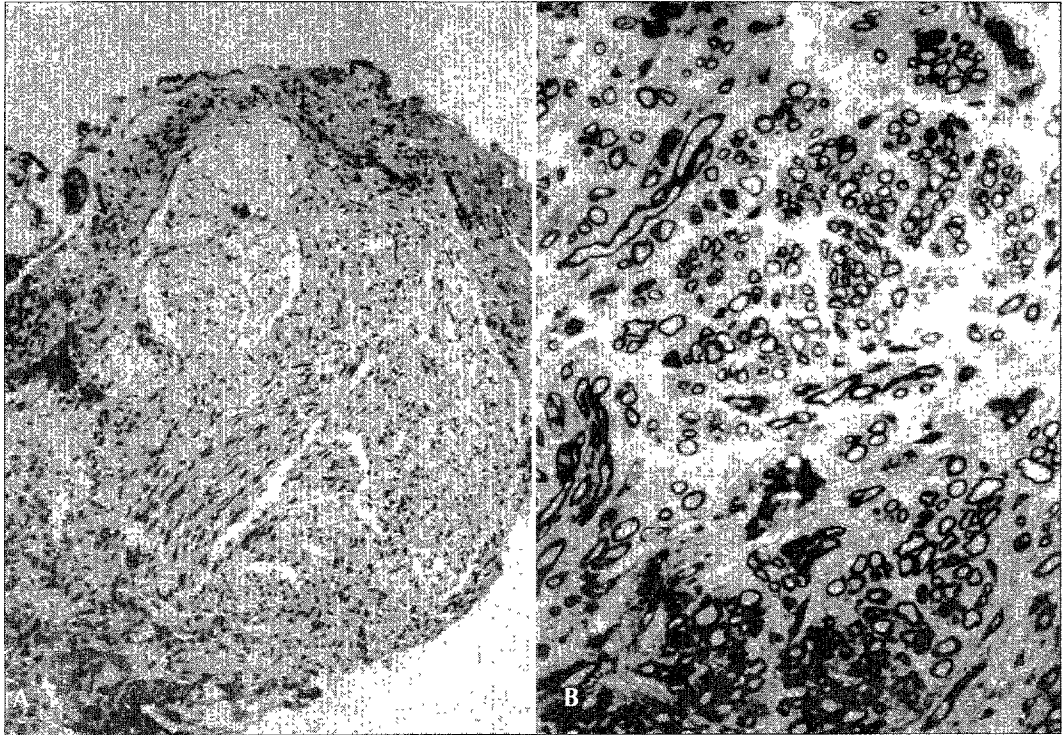
그러나 실험 16주 근심단에 가까운 곳에서만 소수의 축삭과 소군락(mini-fascicles)이 관찰될 뿐, 결손의 중앙부에서는 Schwann세포가 급격히 줄고 축삭의 연결을 확인할 수 없었다(Fig. 7A, 7B).

#### 3. 재생신경의 전자현미경 소견

실험1군(G1, 포관술) 8주에서 축삭의 직경이 가늘고 수초가 얇으며 축삭내 공포화 현상도 관찰되는 미성숙한 재생 유수신경섬유(myelinated nerve)와 무수신경 섬유가 함께 관찰되었다(Fig. 8A). 포관술후 16주에 관찰된 하치조신경에서는 대부분 유수신경섬유에서 축삭에 공포를 보이지 않고 8주에 비하여 성숙된 양상으로 수초가 두꺼워진 것이 관찰되었으며, 또한 Schwann세포, 신경섬유초(neurilemma), 무수신경 섬유도 관찰할 수 있었다. 신경내막 내에 교원섬유의 증식도 증가한 것으로 나타났다(Fig. 8B).

#### 총괄 및 고찰

손상된 신경의 근위단에서 시작되는 신경재생은 원



**Fig. 5.** Tubular repair at 16 weeks postoperatively. The regenerated fascicles are surrounded by thick fibrous tubes with fascicular count lower than normal(a ; H & E,  $\times 200$ ). Axonal density is also decreased from that of normal, and myelin fibers are together with mini-fascicles(b ; Toluidine blue,  $\times 200$ ).



**Fig. 6.** Autologous nerve graft repair(Group 2) at 8 weeks postoperatively. Fibrous tissues refilled the defect in mandibular canal, and the grafted nerve was replaced with fibrous ingrowth and decreased myelinated fibers(a : Masson-trichrome,  $\times 200$ , b : Luxol-fast blue,  $\times 200$ ).

위단에서 분비되는 항신경성 인자의 자극효과에 영향을 받으며 신경 결손이 10mm 이상일 경우에는 효과적으로 영향이 미치지 못한다고 알려져 있다<sup>17)18)24)25)</sup>. 또

한 하악관은 결손된 신경의 재생통로 역할을 할 수 있으나, 이 관이 막히거나 파괴된 경우에는 근심단에서의 신경재생이 원심단에 이르지 못하고, 골조직이 경화되

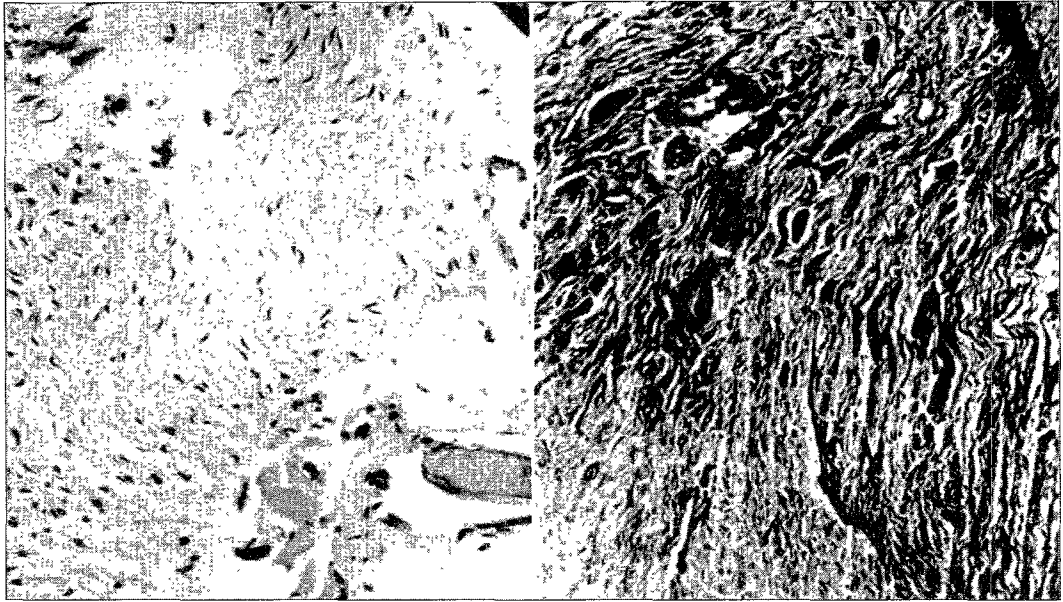


Fig. 7. Autologus nerve graft(Group 2) at 16 weeks postoperatively. The lateral cortex has healed without replacement, but mandibular canal is refilled with fibrous bundles(a ; H & E,  $\times 200$ ). Very few number of Schwann cells are found to be at the proximal defect(b : Masson trichrome,  $\times 200$ ).

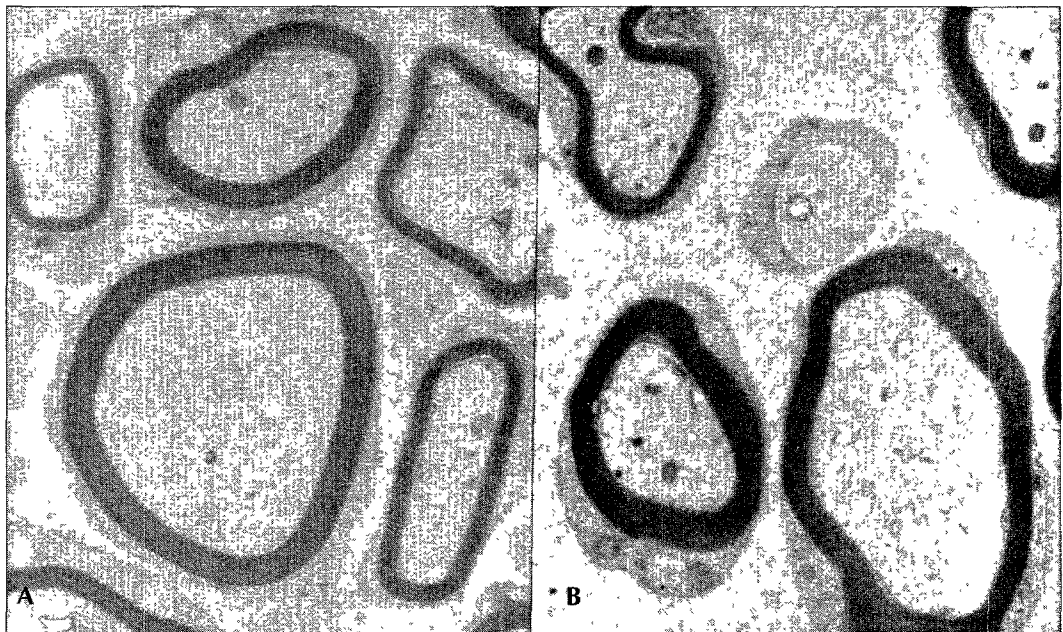


Fig. 8. Ultra-structure of regenerated nerve fiber at 8 weeks postoperatively, thin and immature myelinated nerve are presented(a : TEM,  $\times 8000$ ). At 16 weeks, matured myelin sheath without vacuolization and matured thickened myelin with increased collagen are observed(b : TEM,  $\times 8000$ ).

면 신경의 재생을 기대하기 어렵다<sup>115-7)</sup>. 따라서 하악골 내를 주행하는 하치조신경의 재생에 있어서는 그 통로를 유지하고 원심단에서의 향신경성 유인이 가능한 분위기를 만드는 것이 매우 중요하다고 사료된다.

e-PTFE(expanded polytetrafluoroethylene ; Gore-Tex<sup>®</sup>) 막은 치주조직의 재생유도술에 사용되어 온 재료로써 생체에서 이물반응이 없고 생체적합도가 뛰어나며, 반투과성으로서 세포는 통과하지 못한다. 따라서 7~10mm정도 부분절제된 하치조신경의 재건시에 e-PTFE관으로 주변조직의 이입을 막고 신경재생을 유도하는 통로를 형성해두면, 필요한 영양분은 관내로 공급되면서 절단된 신경의 근원심사이에 섬유 및 골조직의 침입을 막아 신경재생에 효과적이며 무리한 미세신경문합술이나 자가신경이식을 대체할 수도 있다고 기대한다<sup>19)20)</sup>.

신경전도의 이상으로 곧 회복하는 신경실행증(Neuropraxia)과 축색절단(axonotmesis)은 어느정도 자연회복하지만 신경의 완전한 단열과 파괴를 보이는 신경단절(neurotmesis)에서는 축색의 파괴와 신경중의 형성 때문에 자연회복을 거의 기대할 수 없으며 미세수술에 의한 외과적 치치가 고려되어야 한다고 알려져 있다<sup>2)3)6)8)11)</sup>.

신경이 절단되면 신경세포체는 염색질 또는 니슬소체 용해의 변화가 일어난다. 생화학적으로는 actin등 축색을 재건하는데 필요한 단백질의 합성이 증가하고, 미세구조상으로 축색돌기 및 축색말단의 위축 및 수의 길이의 감소, 인의 증대, 핵의 편위, 핵주위 부세포체(perikaryon)와 유리 polyribosome이 증가하며 모축색이 가늘어진다. 한편 축색의 재생은 손상된 신경세포의 생존에 달려있고, 말초신경의 신경세포에는 95~99%의 세포질이 축색에 존재하며, 축색이 절단되면 세포량의 대부분이 상실되게 된다. 그럼에도 불구하고 신경세포의 상당수가 생존하게 되는데, 단백질 합성이 축색에서 이루어지지 않기 때문인 것으로 알려져 있다<sup>3)15)22)26)</sup>.

또한 축색재생에는 신경세포체가 주요한 역할을 하며 낭축색이 성장하는 환경의 변화도 결정적 영향을 미친다고 알려져 있다. 일반적으로 축색은 초기지연(initial delay)과 반흔지연(scar delay), 성장기를 거쳐 신경내막관(endoneural tube)에 들어가 축색이 길어지고 종말기관에 접촉하여 퇴화된 기관의 기능이 회복되고 신경사상체(neurofilament)를 축적시켜 축색의 직경이

커지며 수초의 두께가 증가한다. 신경섬유가 성숙되고 위축된 종말기관이 회복되면 신경기능이 회복된다. 이때 축색이 적절한 종말기관을 만나지 못하는 경우에 성숙기가 시작되지 않고 축색이 가늘게 남아 있게 되며 신경세포체는 발아 축색단의 상황을 역행성 축색전달(retrograde axonal transport)로 인지하게 되고, 원위부의 신경섬유막관은 불가역적으로 수축되어 2년 내에 그단면적이 정상의 1%밖에 안된다고 한다<sup>3)11)12)</sup>. 따라서 하악골내에서 Sunderland분류 4, 5급 손상으로 축색이 완전히 파괴된 경우에는 근심절주와 원심절주가 퇴축하고 축색의 싹들이 이 사이의 반흔을 통과하는 것이 불가능하므로 신경중(neuroma)을 형성하게 된다.

말초신경의 재생은 손상의 원인이 제거된다면 24시간 이내에 재생이 시작될 수 있다. 신경절주는 새로 발아하는 섬유의 팽창된 신경섬유 농축체, 즉 성장원추로 불려지는데, 그것은 말초신경의 비워져 있는 슈반세포관의 접촉을 찾고 변성 반흔조직을 통해서 성장한다. 만약 성장 원추섬유가 원심통로에 도달하면 자연스런 양상으로 침투하여 하루 약 1.5mm비율로 성장하고 종말수용기와 근신경종관에 접촉한다. 얇은 신경섬유는 점점 두꺼워져 원래의 폭경에 도달하고 매몰된 슈반세포는 새로운 수초를 만들게 된다. 임상적으로 재생 성장원추의 성장은 Tinel씨 증후를 관찰함으로써 알 수 있으며, 성장 원추나 인접 절주를 자극하면 지각이상을 야기하게 된다. 이러한 지각과민 기간은 자연스러운 것이며, 재생 과정의 예상 기간은 수 주간 지속될 수 있다.

자가신경이식이 주로 사용되나 신경이식을 하여도 허혈상태에서 중심부의 조직은 괴사에 빠지고 주변부의 슈반세포만 살아남는다고 하였으며, 신경조직이 손상받게 되면 슈반세포가 수초를 소화하고 이어 거대세포에 의해 제거되어 기저층판 만 남는데 이를 통하여 축색이 자라들어간다는 연구보고가 있다<sup>10)11)15)18)</sup>. Sunderland<sup>3)</sup>는 신경이식에서 슈반세포가 생존하여 재생에 도움이 되기보다는 하나의 통로역할을 한다는 점에서 더 큰 의의가 있다고 하였다. 따라서, 신경섬유 재생의 통로 역할을 하는 증피성관<sup>16)</sup>, 실리콘관<sup>24)25)</sup>, 자가정맥<sup>14)</sup> 및 생체흡수가 가능한 합성통로<sup>17-23)</sup>의 실험적 연구가 진행되고 있다.

백서의 좌골 신경 결손부에 증피성실을 이용하여 신경재생을 관찰 보고한 Danielsen과 Dahlin<sup>16)20)</sup> 등은 Gore-Tex<sup>®</sup>인공혈관의 마디 거리에 관계없이 내막처리



한 군의 재생신경 섬유구조가 정상에 가깝게 관찰되었다고 보고하였고, Merill<sup>21)</sup> 등은 가토의 좌골신경에 polyglycolic acid tube(PGA)관을 이용한 10mm 포관술을 시행하고 8개월후 주사현미경(Scanning electron microscopy)으로 양호한 결과를 얻었으나 PGA관은 3개월내에 조직에 흡수되기 때문에 신경섬유가 관 밖으로 증식하여 신경종을 형성할 우려가 있다고 하였다. 또한 Chiu<sup>14)</sup> 등은 백서의 좌골 신경에 만든 10mm의 결손부를 대퇴정맥절편으로 연결하여 3개월후 양호한 결과를 보고하였고, Epply<sup>17)</sup> 등은 가토의 10mm 절제된 하치조신경에 콜라젠관으로 포관술을 시행하여 16주에 정상의 75%정도가 재생된 것으로 보고하였다.

본 실험에서는 축색의 수가 8주에 비해 16주에 현저하게 늘어나지는 않은 것으로 관찰되었지만 산재되었던 축색들이 소섬유축 균락을 이루는 것으로 관찰되었다.

신경의 재생통로 술식은 신경결손이 있을 때 주변 조직에서 파급되는 교원섬유의 증식을 막고 재생신경이 원위부 신경단과 연결되도록 유도하는데 목적이 있다.<sup>17-23)</sup> 따라서 재생통로의 재료는 인체에 무해하고, 축색재생이 이루어 질때까지 형태를 가지고 있되 정상적인 대사과정으로 완전히 흡수되어야 하며, 축색재생을 자극하고, 압박 신경증을 일으키지 않으면서 신경의 굵기에 맞출 수 있게 다루기 쉬워야 한다. 그러므로 본 실험에서 사용한 e-PTFE관은 적절한 재료라 할수 있으며 하악관내에 존재하므로 이물반응을 일으키지 않는 한 흡수되지 않아도 무방하다고 사려된다.

본 실험에서는 수술시 e-PTFE로 임의로 관을 제작하여 사용했으나 미리 제작된 다양한 직경의 관이 있어 결손된 신경 직경에 맞게 선택해서 사용할 수 있다면 밀봉효과(cuffing)에 더 효과적일 수 있다고 사려된다. 따라서, e-PTFE 포관술은 재료의 개선과 전기생리학적 검사등 기능적인 면의 연구를 통해 신경재생 통로로써 임상적 활용의 가능성을 예시하고 있다.

## 결 론

하치조신경의 손상 및 결손이 크고 미세문합으로 연결되지 못할 때에, 결손부에는 자가 신경이식을 이용하여 신경재건을 실시하고 있으나, 공여부의 장애를 초래하고 수술의 어려움과 번거로움이 있어 아직은 임상에서 사용하지 못하고 있다. 저자는 생체 적합성이 양

호하고 주변 결체직의 침입을 막으며, 신경재생에 필요한 영양분만 통과시키는 특성을 갖춘 e-PTFE관으로 재생통로 포관술을 고안하여 e-PTFE 포관술을 시행하고 조직형태학적으로 비교 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 결손부를 재건하지 않은 대조군에서는 신경재생에 의한 연결을 관찰할 수 없었으나 실험군8주에서는 정상군에는 못미치지만 신경재생을 관찰할 수 있었다.

2) 조직병리학적 소견으로 신경포관 술후 8주에 비하여 16주에 슈반세포의 재배열로 성숙된 신경조직이 관찰되었다.

3) 자가신경이식군에서는 8주에 소수의 축색이 관찰되었으나 하악관내가 대부분 결체직으로 쌓이고, 하악관내 16주에는 신경의 연결을 관찰할 수 없었다.

4) 전자 현미경 관찰에서 GTR포관술로 재생된 신경 축색 16주군에서는 8주군에 비하여 보다 성숙된 회복을 보였다.

5) 하악관내 신경재건술에 있어 e-PTFE포관술이 자가신경이식보다 유용할 수 있으며 하치조신경재건술의 임상적용이 가능하다고 사려된다.

## ■ 감사의 글

표본제작과 판독을 도와주신 이화의대 병리학교실 한운섭, 구혜수, 성순희 교수께 심심한 감사를 드립니다.

## References

- 1) 김명래 : 하악구치부 수술후 하순지각마비의 진단적 평가와 치료. 대한치과의사협회지 1990 ; 28 : 1013-1019
- 2) Alling III CC : *Dysesthesia of the lingual and inferior alveolar nerves following third molar surgery. J Oral Maxillofac Surg* 1986 ; 44 : 454-457
- 3) Sunderland S : *Nerves and nerve injuries, 2nd ed. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1978*
- 4) Tyndall DA, Gregg JM, Hanker JS : *Evaluation of peripheral nerve regeneration following crushing or transection injuries. J Oral Maxillofac Surg* 1984 ; 42 : 314-318
- 5) Donoff RB : *Surgical management of inferior alveolar nerve injuries(Part I) : The case for early management. J Oral Maxillofac Surg* 1995 ; 53 : 1327-1329
- 6) Gregg JM : *Surgical management of inferior alveolar*

- nerve injuries(Part II) : The case for delayed management. *J Oral Maxillofac Surg* 1995 ; 53 : 1330-1333
- 7) Milord M : Surgical access for inferior alveolar nerve repair. *J Oral Maxillofac Surg* 1995 ; 53 : 1224-1225
  - 8) Hausamen JE : Principles and clinical application of micronerve surgery and nerve transplantation in the maxillofacial area. *Annals of Plast Surg* 1981 ; 7 : 428-433
  - 9) Wessberg GA, Wolford LM, Epker BN : Experiences with microsurgical reconstruction of the inferior alveolar nerve. *J Oral Maxillofac Surg* 1982 ; 40 : 651-655
  - 10) Yamazaki Y, Noma H : Comparison of suture methods and materials in experimental inferior alveolar nerve grafting. *J Oral Maxillofac Surg* 1983 ; 41 : 34-46
  - 11) Mozsary PG, Syers CS : Microsurgical correction of the injured inferior alveolar nerve. *J Oral Maxillofac Surg* 1985 ; 43 : 353-358
  - 12) Miyamoto Y : Experimental study of results of nerve suture under tension Vs. Nerve grafting. *Plast Reconstr Surg* 1979 ; 64 : 540-549
  - 13) Hausamen JE, Samii M, Schmidseeder R : Restoring sensation to the cut inferior alveolar nerve by direct anastomosis or by free autologous nerve grafting. *Plast Reconstr Surg* 1974 ; 54 : 83-87
  - 14) Chiu DTW, Janecka I, Krizek TJ, Wolff M, Lovelace RE : Autogenous vein graft as a conduit for nerve regeneration. *Surgery* 1982 ; 91 : 226-233
  - 15) Eppley BL, Snyder RV, Winkelmann TM, Roufa DG : Efficacy of nerve growth factor in regeneration of the mandibular nerve. *J Oral Maxillofac Surg* 1991 ; 49 : 61-68
  - 16) Danielsen N, Dahlin LB, Lee YF, Lundborg G : Axonal growth in mesothelial chambers. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1983 ; 17 : 119-125
  - 17) Eppley BL, Doucet MJ, Winkelmann T, Delfino JJ : Effect of different surgical-repair modalities on regeneration of the rabbit mandibular nerve. *J Oral Maxillofac Surg* 1989 ; 47 : 257-274
  - 18) Madison RD, Da Silva CF, Dikkes P : Entubulation repair with protein additives increases the maximum nerve gap distance successfully bridged with tubular prostheses. *Brain Research* 1988 ; 447 : 325-334
  - 19) Rice DH, Burstein FD, Newman A : Use of polytetrafluorinated ethylene compound in peripheral nerve grafting. *Arch Otolaryng* 1985 ; 111 : 259-261
  - 20) Danielson N, Williams LR, Dahlin LB, Varon S, Lundborg G : Peripheral nerve regeneration in Gore-tex chambers. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1988 ; 22 : 207-210
  - 21) Merrel JC, Russell RC, Zook EG : Polyglycolic acid tubing as a conduit for nerve regeneration. *Annals of Plast Surg* 1986 ; 17 : 49-58
  - 22) Seckel BR, Chiu TH, Nyilas E, Sidman : Nerve regeneration through synthetic biodegradable nerve guides : Regulation by the target organ. *Plast Reconstr Surg* 1982 ; 74 : 173-181
  - 23) Mackinnon SE, Dellon AL : Clinical nerve reconstruction with a bioabsorbable polyglycolic acid tube. *Plast Reconstr Surg* 1990 ; 85 : 419-424
  - 24) 김현태 · 김수경 : 가토 하치조신경 재생에 있어 자가신경절편과 신경재생촉진인자의 효과. 서울치대 논문집 1992 ; 16 : 345-357
  - 25) 박 광 · 김현태 · 이종호 : 가토 하치조신경 재생에 있어 Nerve Growth Factor의 효과. 대한악안면성형재건외과학회지 1996 ; 18 : 261-268
  - 26) 김명진 : 가토 하치조신경 자가이식후 변성 및 재생에 관한 실험적 연구. 대한치과의사협회지 1985 ; 23 : 783-802