

# 백서 안와하신경에서 알콜 및 글리세롤 주입의 효과

윤천주 · 유선열

전남대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

## Abstract

### EFFECTS OF ALCOHOL AND GLYCEROL INJECTION ON THE RAT INFRAORBITAL NERVE

Cheon-Ju Yun, Sun-Youl Ryu

Department of Oral & Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Chonnam National University

This study was performed to investigate the changes of nerve after the injection of alcohol and glycerol at the infraorbital nerve in rats.

Using the eighteen Sprague-Dawley rats, weighing 200~250g, 99% alcohol, pure glycerol, and sterile saline was injected to the epineurium of the infraorbital nerve. Glycerol injected rats were divided into 0.01ml, 0.03ml and 0.05ml groups. The alcohol and control group were injected 0.03ml at the left infraorbital nerve. The following results were obtained by histopathological examination after 1 week, 1 month, and 3 months.

A few inflammatory cell infiltration and no signs of nerve degeneration were noted in control group. Total nerve degeneration was noted in the alcohol group and no regeneration was noted in 1month, and partial regeneration was noted at 3month. The nerve degeneration was noted at the periphery of nerve bundle in 0.01ml glycerol injection group. Total degeneration was noted in the 0.03ml and 0.05ml glycerol injection group and the degree was propotional to dose.

These results suggest that injection of alcohol and glycerol are effective to nerve blockage by nerve degeneration, and nerve degeneration by glycerol injection is propotional to dose and nerve regeneration by glycerol injection is inversely propotional to dose.

## I. 서 론

삼차신경통은 인간이 경험할 수 있는 가장 심한 동통 중 하나로서 삼차신경의 분포영역이나 그 주행경로를 따라 동통을 나타내며, 확실한 발생원인은 불분명하다. 삼차신경의 동통은 수초부터 수분간 지속되고 간헐적으로 발작성, 전격양 동통을 일으키며 또 발통점을 갖는 등 매우 특징적이다<sup>1,7</sup>.

삼차신경통의 치료방법으로는 약물요법, 신경차단요법 및 외과적 수술요법 등이 있다. 신경차단요법은 1904년 Schlosser가 삼차신경에 알콜 주사를 이용한 신경차단을 보고<sup>11</sup>한 이래, 현재까지도 실용적이고 효과적인 치료법으로 사용되고 있으나 1~2년 내에 다시 재발하고 재차단을 시행하여야 하며 부작용의 발생율이 점차 높아지는 단점이 있다<sup>12</sup>. 1981년 Häkanson<sup>9</sup>이 삼차신경통 환자의 삼차신경조(trigeminal cistern)에 순수 글리세롤을 주입 후 고장액에 의한 삼투작용 및 신경막에 대한 직접적인 작용으로 신경용해 효과에 의해 삼차신경통이 해소됨을 보고한 이래,

완전마비가 일어나지 않는다는 장점이 있어 삼차신경절 부위에 순수 글리세롤을 주사하는 방법은 매우 효과적으로 이용되고 있다<sup>8,16</sup>.

Rengachary 등<sup>4</sup>, Vallat 등<sup>17</sup>과 Pal 등<sup>18</sup>은 흰쥐 좌골신경에, Lunsford 등<sup>19</sup>은 고양이 삼차신경절에 글리세롤 주입후 신경용해 작용이 일어남을 보고하였다. Stajčić<sup>8</sup>은 흰쥐 안와하신경에서 글리세롤이 축삭을 통한 전도를 차단함을 밝히고 삼차신경통의 해소를 위한 글리세롤의 작용범위는 실제 적용부위라고 하였다. 또한 흰쥐의 안와하신경에 글리세롤, 알콜 및 멸균생리식염수를 주입한 연구에서 글리세롤의 주된 작용부위는 신경다발 주변부이며 주입 1개월 경과 후 신경재생을 보이지만 알콜의 경우 주입 1개월 후까지 신경 전체의 변성이 관찰된다고 하였다<sup>20</sup>. 김 등<sup>5</sup>은 흰쥐 안와하신경에서 알콜과 글리세롤이 탈수축화를 동반한 축삭돌기의 세포질내 부종과 신경내막의 파괴 등 신경용해 소견을 나타낸다고 보고하였다.

이상과 같은 연구에도 불구하고 알콜과 글리세롤이 삼차신경절 및 말초신경에 미치는 영향과 차이에 대해서는 더 상세히 밝힐 필요가 있다. 또한 삼차신경 말초가지인 안와하신경에서 알콜 및 글리세롤의 주입양의 차이에 따른 신경조직의 변화 양상과 약제 주입 후 1개월 이상 장기간에 걸쳐 신경조직의 변화를 관찰한 연구는 아직 보고된 바 없다.

본 연구는 삼차신경통의 치료에 사용되는 알콜과 주입양을 달리한 글리세롤을 백서 안와하신경의 신경외막에 주입한 다음 시

### 유 선 열

501-757, 광주광역시 동구 학1동 8번지  
전남대학교 치과대학 구강악안면외과학교실  
Sun-Youl Ryu  
Dept. of OMFS, College of Dentistry Chonnam Univ.  
8 Hak-1 Dong, Dong-Gu, Kwangju, 501-757, Korea  
Tel : 82-62-220-5439 Fax : 82-62-232-8126  
E-mail: ryusuny@challian.net

간 경과에 따른 신경조직의 변화를 알아보기 위하여 시행되었다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험 재료

실험동물로는 체중 200~250g의 Sprague-Dawley계 백서 18마리를 이용하였다.

### 2. 실험 방법

염산 케타민 (케타라®, 유한양행, 한국)과 Xylazine (렘폰®, 바이엘, 한국)을 1:4의 비율로 혼합한 용액을 1ml/kg씩 복강내 주사하여 전신마취를 유도하였다. 상순 전정부에 수평절개를 가하고 점막골막을 거상하여 안와하신경을 노출하였다. 끝이 무딘 23-gauge needle과 tuberculin syringe를 사용하여 안와하신경관과 안와하신경 사이에 약물을 주입함으로써 직접 신경에 손상을 가하지 않도록 주의하였고, syringe의 주사침을 약 1분간 신경관 내에 유지시켜 주입된 약물의 누출을 예방하면서 신경외막에 약물이 작용하도록 하였다. 백서 18마리에 순수 글리세롤 주입 양을 달리하여 0.01ml, 0.03ml 및 0.05ml씩 각각 6마리의 오른쪽 안와하신경에 위와같은 방법으로 글리세롤을 주입한 것을 글리세롤군으로 하였다. 이때 왼쪽 안와하신경에는 99% 알콜과 멸균식염수를 0.03ml씩 각각 9마리에 주입하여 알콜군과 대조군으로 하였다. 1주, 1개월 및 3개월 경과 후 백서의 혈관내에 공기를 주입하여 희생시키고 안와하신경을 절취하였다.

조직학적 평가를 위해 절취한 신경을 즉시 4% glutaraldehyde에 고정된 다음 통법에 따라 에탄올에 탈수 후 파라핀 포매괴를 제작하여 4~7 $\mu$ m의 연속조직절편을 제작하고, hematoxyline & eosin 염색 후 광학현미경으로 관찰하였다.

## III. 결 과

### 1. 대조군

전반적으로 시간경과에 따른 큰 변화는 없었다.

1주에는 축삭, 슈반세포 및 신경주막이 잘 유지되어 있고 신경섬유의 배열상태도 양호하여 손상 소견은 거의 없었으나, 신경다발 주위의 교원섬유에서 약간의 염증세포가 관찰되었다(Fig. 1). 1개월에는 1주 소견에 비해 거의 변화가 없었다(Fig. 2). 3개월에는 염증세포가 감소되고 교원섬유의 양이 약간 증가한 소견이 관찰되었다(Fig. 3).

### 2. 알콜군

1주에는 부분적으로 신경주막이 파괴되어 신경다발이 유지되지 않았고, 신경섬유가 파괴된 부위에서는 괴사조직과 심한 염

증세포 침윤과 미세혈관의 증식을 보이는 육아조직이 관찰되었으며, 신경섬유다발의 크기가 감소하고 주위의 교원섬유의 양이 증가하였다(Fig. 4). 1개월에는 1주와 유사하게 부분적으로 신경주막이 파괴되고 신경섬유의 배열이 불규칙한 양상을 보였다. 신경섬유다발 주위에서 섬유화가 진행되고 작은 혈관과 심한 염증세포 침윤이 관찰되었다. 축삭과 슈반세포는 파괴되어 감소된 소견을 보였다(Fig. 5). 3개월에는 염증세포는 감소하였으나 여전히 관찰되며 축삭과 슈반세포가 증가하는 등 신경이 재생되는 소견을 보였다. 신경섬유의 공포화는 감소하였으나 부분적으로 신경내막의 섬유화가 관찰되었다. 신경섬유다발 주위의 교원섬유에서 미세혈관은 감소되었고, 전반적인 신경주막의 복원이 관찰되었다(Fig. 6).

### 3. 글리세롤군

#### 1) 0.01ml 주입군

1주에는 신경섬유다발 주위에서 소수의 염증세포와 미세혈관이 관찰되었으나 신경섬유의 파괴는 관찰되지 않았다(Fig. 7). 1개월에는 1주에 비해 신경섬유다발 주위에서 미세혈관과 염증세포 침윤이 감소되었다(Fig. 8). 3개월에는 교원섬유의 양이 증가되고 여전히 소수의 미세혈관이 관찰되었다(Fig. 9).

#### 2) 0.03ml 주입군

1주에는 신경섬유가 파괴되어 교원섬유로 대체되었고, 신경섬유의 배열이 불규칙하였다. 많은 염증세포가 관찰되고 부분적으로 신경주막의 파괴와 축삭이 감소된 소견이 관찰되었다(Fig. 10). 1개월에는 1주에 비해 염증세포와 미세혈관이 감소되고 축삭과 슈반세포의 재생 소견이 관찰되었다(Fig. 11). 3개월에는 섬유화가 진행되고 신경의 재생 소견이 관찰되었다(Fig. 12).

#### 3) 0.05ml 주입군

1주에는 글리세롤 0.03ml군의 1주 소견과 유사하게 신경섬유가 파괴되고 교원섬유로 대체되었으며, 불규칙한 신경섬유의 배열, 많은 염증세포, 신경주막의 파괴 및 축삭세포의 감소가 관찰되었다(Fig. 13). 1개월에는 축삭과 슈반세포가 파괴되어 감소되고 신경주막의 파괴 양상이 관찰되며 여전히 손상된 소견을 보였다(Fig. 14). 3개월에는 신경섬유다발 주위 신경주막의 섬유화가 진행되고 염증세포가 감소되어 신경의 재생 소견이 관찰되었다(Fig. 15).

## IV. 고 찰

삼차신경통의 치료방법으로는 일차적으로 carbamazepine, diphenylhydrantoin sodium, baclofen 등의 항경련제를 사용하는 약물요법이 선택된다. 이 약제들은 일시적인 치료효과만을 나타내고 다량 복용시에는 식욕감퇴, 현기증, 운동실조 등의 부작용이 나타날 수 있으므로 이차적으로 외과적 방법을 선택하게 된다<sup>5,7</sup>. 외과적 방법은 대부분 신경외과적 술식을 시행하는 것이

일반적이며, 그 중 1981년 Håkanson<sup>9)</sup>이 최초로 시도한 경피적 삼차신경절 글리세롤 주사법(percutaneous retrogasserian glycerol injection)은 신경차단요법으로서 간단하고 안전하며 거의 지각손실 없이 59~90%의 성공률을 보인다고 보고되었다<sup>9,11,19,21,24)</sup>.

삼차신경통 환자에서 신경차단을 위해 현재까지 임상에서 사용되고 있는 99% 알콜은 주입부 신경조직의 완전 파괴를 보이며, 삼차신경절에 주입할 경우 안면 지각마비 및 각막무감각증, 각막마비 등을 포함한 합병증이 나타날 수 있어 많은 주의가 요망된다<sup>5,21,22)</sup>. 반면에 글리세롤을 주입할 경우 매우 적은 지각손실을 보이면서 삼차신경통이 해소됨이 몇몇 연구<sup>11,25,26)</sup>에서 보고되었기에, 본 연구에서는 알콜과 글리세롤을 주입할 경우의 신경변성 양상을 비교하고자 하였다.

글리세롤의 투여방법으로 Rengachary 등<sup>4)</sup>은 흰쥐의 좌골신경에서 신경주위와 신경내에 국소 주입하였고, Vallat 등<sup>17)</sup>은 흰쥐의 좌골신경내에, Pal 등<sup>18)</sup>은 흰쥐의 좌골신경 가까이에 있는 근육에, 그리고 Stajčić<sup>8)</sup>은 흰쥐의 안와하신경의 신경외막에 주입한 다음 조직병리학적 소견을 관찰하였다. 본 연구에서는 글리세롤의 주입부위로 쥐의 안와하신경을 선택하였는데, 이는 삼차신경 말초가지에서의 신경변성을 관찰하기 위함이다. 끝이 무딘 23-gauge 주사침과 tuberculin syringe를 사용하여 약물을 주입함으로써 주사침에 의한 직접적인 신경조직의 손상 또는 변성을 유발하지 않도록 주의하였다. 또한 주사침을 약 1분간 안와하신경관과 안와하신경 사이에 유지시켜 주입된 약물의 누출을 예방하면서 신경외막에 약물이 작용하도록 하였다. Rengachary 등<sup>4)</sup>은 글리세롤을 삼차신경절에 주입시 신경의 주입보다 신경내로 주입할 경우에 신경의 파괴가 더 심하고 술후 합병증이 많다고 하였다.

Vallat 등<sup>17)</sup>은 글리세롤이 유수신경과 무수신경 모두에서 직접 신경용해 효과(neurolytic effect)를 나타내며 특히 삼차신경통이 많이 발생하는 큰 유수신경에서 신경용해가 더욱 잘 일어난다고 하였다. Lunsford 등<sup>10)</sup>은 고양이 삼차신경절에 글리세롤을 주입하면 크고 작은 신경섬유가 탈수초화되어 신경용해 병소를 형성하게 되고, 너무 많은 양의 글리세롤을 주입하거나 직접 신경내에 주입하였을 경우 신경용해 인자로 작용한다고 보고하였다. Pal 등<sup>18)</sup>은 쥐의 좌골신경에서 글리세롤 투여 후 24시간 이내에 가장 빠르게 신경용해작용이 나타난다고 하였고, Stajčić<sup>8)</sup>은 안와하신경에서 글리세롤이 신경섬유 축삭돌기 내에서 이동되지 않고 축삭돌기의 변성을 일으켜 임상적으로 삼차신경통을 완화하는 효과를 나타낸다고 보고하였다. 본 연구에 이용한 안와하신경은 유수신경으로서 글리세롤 투여시 신경주막의 파괴와 축삭세포의 감소 등 직접적인 신경용해 소견을 나타냈다.

Vallat 등<sup>17)</sup>은 쥐의 좌골신경내에 알콜과 글리세롤을 각각 0.3ml 씩 주입한 결과 신경 전체의 파괴와 그 주위조직의 괴사 및 근육의 위축을 보이고 3~4주 경과시 점차 재생됨을 보고하였다. Stajčić<sup>8)</sup>과 김 등<sup>5)</sup>은 쥐의 안와하신경에 알콜과 글리세롤을 각각 0.01ml 주입한 다음 Stajčić<sup>20)</sup>은 1주 및 1개월 소견을, 김 등<sup>5)</sup>은 1주, 2주 및 4주 소견을 관찰하였다. Stajčić<sup>20)</sup>에 의하면 1주 관찰 소견에서 글리세롤의 경우 신경다발 주변부에서만 신경변성을 보이

고 알콜의 경우 신경 전체의 변성을 보였으며, 1개월 관찰 소견에서 글리세롤의 경우 재생소견이 관찰되나 알콜의 경우 신경재생이 보이지 않는다고 하였다. 김 등<sup>5)</sup>은 Stajčić<sup>20)</sup>의 연구결과와 다르게 1주 소견에서는 신경의 큰 변화가 없고, 2주 소견에서 알콜과 글리세롤군 모두 신경주막이 파괴되며, 4주 소견에서는 글리세롤군에서만 신경이 재생됨을 관찰하였다.

본 연구에서는 글리세롤의 주입양에 따른 반응을 평가하기 위해 용량을 0.01ml, 0.03ml 및 0.05ml로 다양하게 설정하였으며, 알콜 및 글리세롤 주입 후 장시간 경과시 신경의 반응을 평가하기 위해 1주, 1개월 및 3개월경과 후에 조직을 절취하여 조직병리학적 소견을 관찰하였다. 본 연구결과에서 대조군의 신경변성은 Stajčić<sup>20)</sup>, 김 등<sup>5)</sup>의 연구결과와 같이 거의 관찰되지 않았다. 알콜군의 신경변성 소견은 조직학적으로 Stajčić<sup>20)</sup>의 1주, 1개월 소견과 차이가 없었으나 3개월 소견에서는 신경재생이 관찰되었다. 삼차신경통 환자에서 알콜 주입 수개월 후 삼차신경통이 재발되는 양상을 흔히 볼 수 있는데, 본 연구결과로 미루어 볼 때 알콜 주입 수개월 경과 후 신경이 재생됨으로써 재발된 것으로 사료된다. 글리세롤군에서도 0.01ml 주입시 Stajčić<sup>20)</sup>의 연구결과와 비슷하게 신경다발 주변부에서만 신경변성이 일어났고, 글리세롤 0.03ml, 0.05ml 주입군에서는 알콜군과 비슷하게 신경 전체에 걸쳐 신경변성이 관찰되었다. 신경의 재생은 0.01ml 주입시 신경섬유의 파괴가 없었고 0.03ml 주입군에서는 1개월에, 0.05ml 주입군에서는 3개월에 관찰되었다. 글리세롤 주입시 신경변성은 용량과 비례하여 0.03ml 이상 주입시 신경 전체에 변성이 일어나며, 신경의 재생은 용량과 반비례함을 시사하였다.

본 연구결과에서 알콜과 글리세롤은 신경변성에 의해 신경차단 효과를 나타내며, 글리세롤에 의한 신경의 변성은 용량과 비례하고 신경의 재생은 용량과 반비례함을 알 수 있었다.

## V. 결 론

본 연구는 알콜과 글리세롤을 백서 안와하신경의 신경외막에 주입한 다음 시간 경과에 따라 신경조직이 어떻게 변하는지 알아보기 위하여 시행되었다.

체중 200~250 g의 Sprague-Dawley계 백서 18마리를 이용하여, 백서 안와하신경의 신경외막에 99% 알콜과 순수 글리세롤 및 멸균식염수를 주입하였다. 백서 18마리에서 순수 글리세롤의 주입량을 달리하여 0.01ml, 0.03ml, 및 0.05ml씩 각각 6마리의 오른쪽 안와하신경에 주입한 것을 글리세롤군으로 하고, 왼쪽 안와하신경에 99% 알콜과 멸균식염수를 0.03ml씩 각각 9마리에 주입하여 알콜군과 대조군으로 하였다. 1주, 1개월 및 3개월 경과 후 안와하신경을 절취하고 조직학적으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

대조군에서는 다소의 염증세포 침윤이 관찰되었고 전반적으로 시간경과에 따른 변화는 볼 수 없었다. 알콜군에서는 신경 전체에 걸쳐 신경변성이 나타났으며, 1개월에는 신경재생이 관찰되지 않았으나 3개월에는 일부 재생 소견이 관찰되었다. 글리세롤 0.01ml 주입군에서는 신경다발 주변부에서만, 0.03ml 및 0.05

ml 주입군에서는 신경 전체에 걸쳐 신경변성이 관찰되었다. 글리세롤 0.01ml 주입군에서는 신경섬유의 파괴가 없었고, 0.03ml 주입군에서는 1개월에, 0.05ml 주입군에서는 3개월에 신경재생이 관찰되었다.

이상의 결과에서 알콜과 글리세롤은 신경변성에 의해 신경차단 효과를 나타내며 글리세롤에 의한 신경의 변성은 용량과 비례하고 신경의 재생은 용량과 반비례함을 알 수 있었다.

### 참고문헌

1. 대한구강악안면외과학회 : 구강악안면외과학교과서. 의치학사, 서울, pp.572-576, 1998.
2. Fardy MJ, Patton DW : Complications associated with peripheral alcohol injections in the management of trigeminal neuralgia. Br J Oral Maxillofac Surg 36(5):387-391, 1998.
3. H kanson S : Trigeminal neuralgia treated by the injection of glycerol into the trigeminal cistern. Neurosurg 9(6):638-646, 1981.
4. Rengachary SS, Watanabe IS, Singer P, Bopp WJ : Effect of glycerol on peripheral nerve : An experimental study. Neurosurg 13(6):681-688, 1983.
5. 김본수, 한경수, 엄인웅, 민승기 : 글리세롤이 백서 안와하신경에 미치는 영향에 관한 연구. 대한구강악안면외과학회지 18(4):88-98, 1992.
6. Sweet WH : The treatment of trigeminal neuralgia(tic douloureux). The New Eng J Med 315(3):174-177, 1986.
7. Campbell RL, Trentacosti CD, Eschenroeder TA, Harkins SW : An evaluation of sensory changes and pain relief in trigeminal neuralgia following intracranial microvascular decompression and/or trigeminal glycerol rhizotomy. J Oral Maxillofac Surg 48:1057-1062, 1990.
8. Stajčić Z : Evidence that the site of action of glycerol in relieving tic douloureux is its actual site of application. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift 45(1):44-46, 1990.
9. North RB, Kidd DH, Piantadosi S, Carson BS : Percutaneous retrogasserian glycerol rhizotomy : Predictors of success and failure in treatment of trigeminal neuralgia. J Neurosurg 72:851-856, 1990.
10. Sahni KS, Pieper DR, Anderson R, Baldwin NG : Relation of hypoesthesia to the outcome of glycerol rhizolysis for trigeminal neuralgia. J Neurosurg 72:55-58, 1990.
11. Saini SS : Retrogasserian anhydrous glycerol injection therapy in trigeminal neuralgia : Observations in 552 patients. J Neurol Neurosurg psychiatry 50:1536-1538, 1987.
12. Stajčić Z : Peripheral glycerol injections in the treatment of idiopathic trigeminal neuralgia : A preliminary study. Int J Oral Maxillofac Surg 18:255-257, 1989.
13. Burchiel KJ : Percutaneous retrogasserian glycerol rhizolysis in the management of trigeminal neuralgia. J Neurosurg 69:361-366, 1988.
14. Bergenheim AT, Hariz MI : Influence of previous treatment on outcome after glycerol rhizotomy for trigeminal neuralgia. Neurosurg 36(2):303-310, 1995.
15. Tan LK, Robinson SN, Chatterjee S : Glycerol versus radiofrequency rhizotomy : A comparison of their efficacy in the treatment of trigeminal neuralgia. Br J Neurosurg 9(2):165-169, 1995.
16. Waltz TA, Dalessio DJ, Ott KH, Copeland B, Abbott G : Trigeminal cistern glycerol for facial pain. Headache 25:354-357, 1985.
17. Vallat JM, Leboutet MJ, Loubet A, Hugon J, Moreau JJ : Effects of glycerol injection into rat sciatic nerve. Muscle Nerve 11:540-545, 1988.
18. Pal HK, Dinda AK, Roy S, Banerji AK : Acute effects of anhydrous glycerol on peripheral nerve : An experimental study. Br J Neurosurg 3:463-470, 1989.
19. Lunsford LD, Benett MH, Martinez AJ : Experimental trigeminal glycerol injection : Electrophysiologic and morphologic effects. Neurology 42:146-149, 1985.
20. Stajčić Z : Effects of glycerol on the rat infraorbital nerve : An experimental study. Br J Oral Maxillofac Surg 29(2):90-93, 1991.
21. Burchiel KJ : Percutaneous retrogasserian glycerol rhizolysis in the anagement of trigeminal neuralgia. J Neurosurg 69:361-366, 1988.
22. Kondziolka D, Lunsford LD, Bissonette DJ : Long-term results after glycerol rhizotomy for multiple sclerosis-related trigeminal neuralgia. Can J Neurol Sci 21(2):137-140, 1994.
23. Cappabianca P, Spaziante R, Graziussi G, Tagliatela G, Peca C, De Divitiis E : Percutaneous retrogasserian glycerol rhizolysis for treatment of trigeminal neuralgia : Technique and results in 191 patients. J Neurosurg Sci 39(1):37-45, 1995.
24. Jho HD, Lunsford LD : Percutaneous retrogasserian glycerol rhizotomy : Current technique and results. Neurosurg Clin N Am 8(1):63-74, 1997.
25. Fraioli B, Esposito V, Guidetti B, Cruccu G, Manfredi M : Treatment of trigeminal neuralgia by thermocoagulation, glycerolization, and percutaneous compression of the gasserian ganglion and/or retrogasserian rootlets : Long-term results and therapeutic protocol. Neurosurg 24(2):239-245, 1989.
26. Lunsford LD, MH Benett : Percutaneous retrogasserian glycerol rhizotomy for tic douloureux : Part 1. Neurosurg 14(4):424-430, 1984.

FIGURE LEGENDS

- Fig. 1. A few inflammatory cell infiltration were observed in the collagen fiber at the periphery of nerve bundles. Control group, 1 week (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 2. The changes are similar to those of 1 week. Control group, 1 month (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 3. Inflammatory cell infiltration is decreased. Control group, 3 months (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 4. Perineural destruction, increased capillaries and severe inflammatory cell infiltration are observed. 99% alcohol group, 1 week (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 5. The changes are similar to those of 1 week. 99% alcohol group, 1 month (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 6. Nerve regeneration is observed. Axon and Schwann cells were increased. 99% alcohol group, 3 months (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 7. Inflammatory cells are infiltrated. Glycerol group, 0.01ml, 1 week (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 8. Decreased inflammatory cells are observed. Glycerol group, 0.01ml, 1 month (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 9. Collagen fibers are increased. Capillaries are proliferated. Glycerol group, 0.01ml, 3 months (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 10. Nerve tissue destruction is noted. Perineurial destruction, increased capillaries, decreased axons and severe inflammatory cell infiltration are observed. Glycerol group, 0.03ml, 1 week (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 11. Nerve regeneration is observed. Axons, Schwann cells, inflammatory cells and capillaries are increased. Glycerol group, 0.03ml, 1 month (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 12. Nerve regeneration is observed. Inflammatory cells are decreased. Fibrous tissues are increased. Glycerol group, 0.03ml, 3 months (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 13. Nerve tissue destruction is observed. Perineurial destruction, increased capillaries, decreased axons and severe inflammatory cell infiltration are observed. Glycerol group, 0.05ml, 1 week (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 14. Perineurial destruction, decreased axons and severe inflammatory cell infiltration are observed as usual. Glycerol group, 0.05ml, 1 month (H & E,  $\times 10$ )
- Fig. 15. Nerve regeneration is observed. Inflammatory cells are decreased. Fibrous changes of perineurium are observed. Glycerol group, 0.05 ml, 3 months (H & E,  $\times 10$ )

사진부도 1

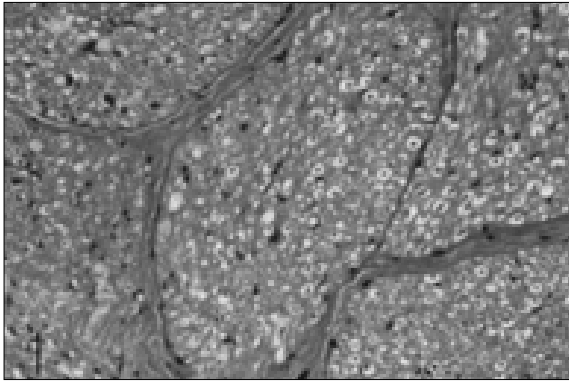


Fig. 1

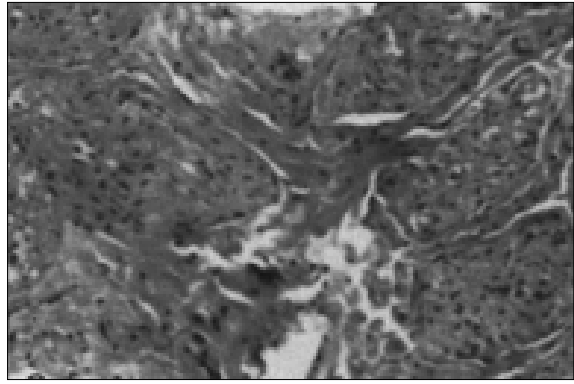


Fig. 2

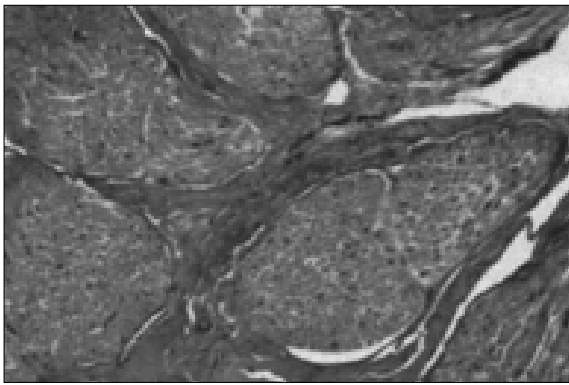


Fig. 3

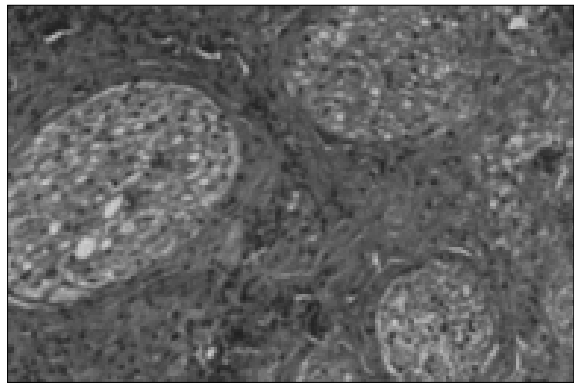


Fig. 4

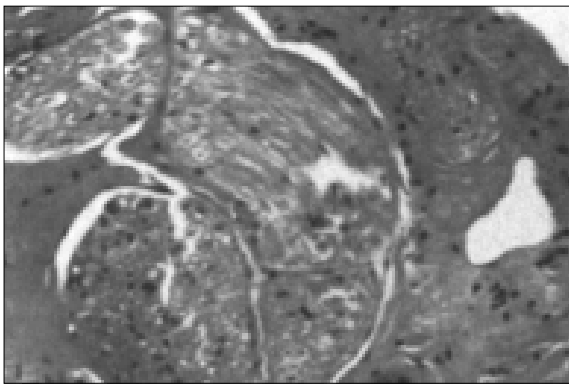


Fig. 5

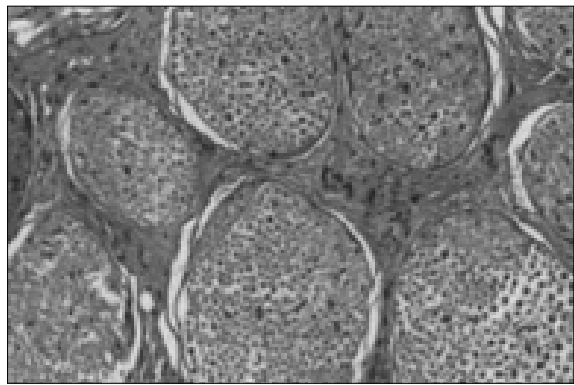


Fig. 6

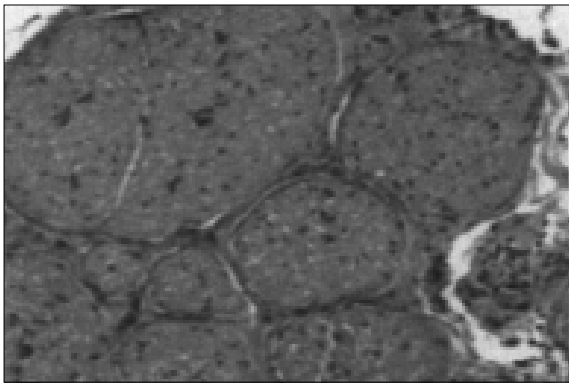


Fig. 7

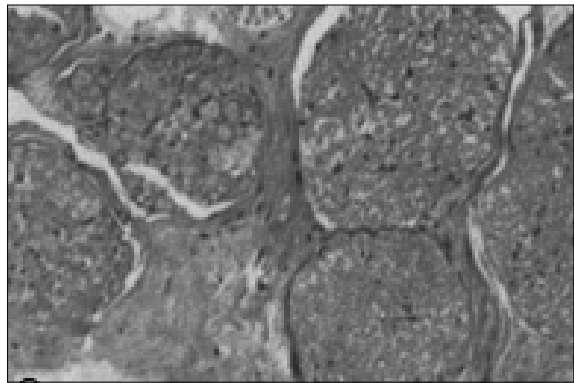


Fig. 8

사진부도 2

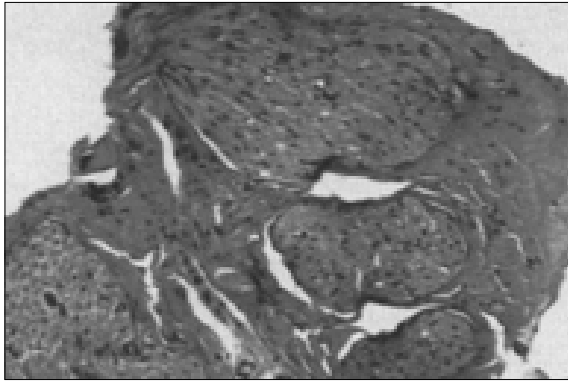


Fig. 9

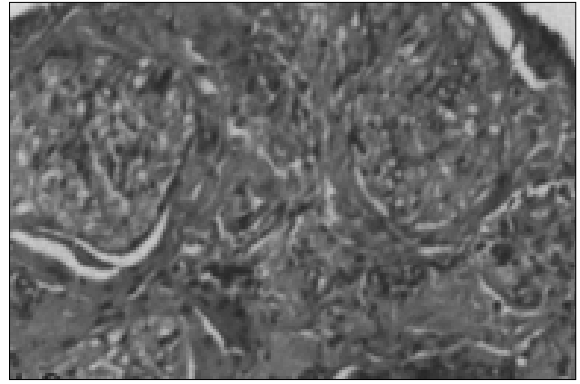


Fig. 10

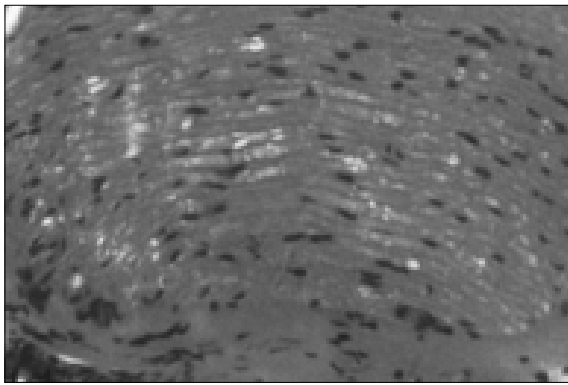


Fig. 11

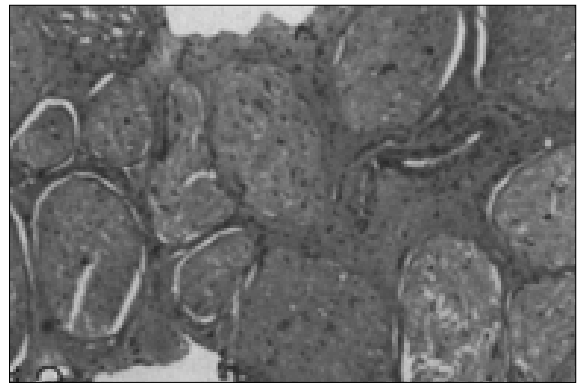


Fig. 12

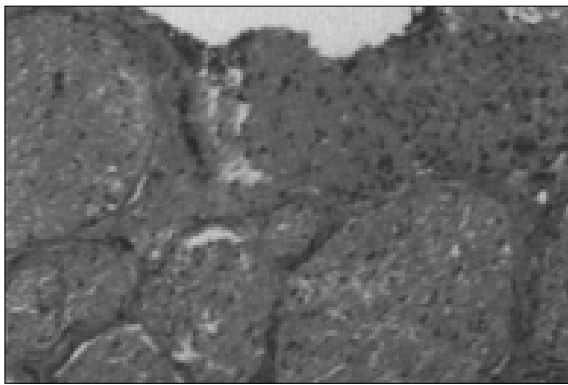


Fig. 13

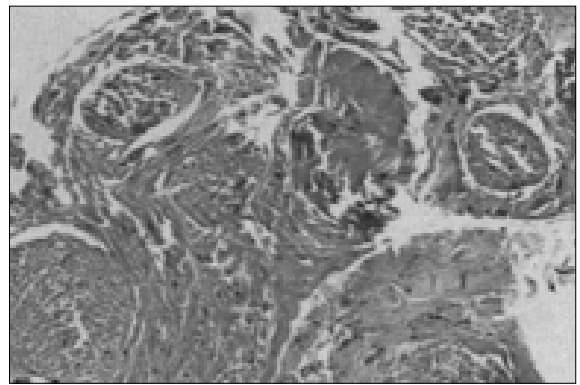


Fig. 14

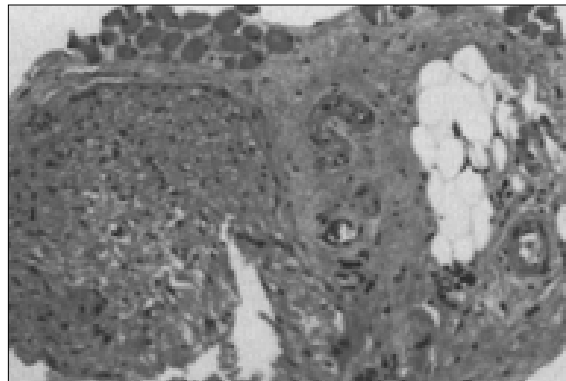


Fig. 15