

## 뇌졸중 환자에서 경골신경 비복근 운동분지 알코올 차단 후 변화

계명대학교 의과대학 재활의학교실

박 기 영 · 노 혜 정 · 김 종 민

### The Changes after Alcohol Neurolysis of the Tibial Nerve Motor Branches to Gastrocnemius Muscles in Poststroke Patients

Gi-young Park M.D., Hye-jung Ro M.D. and Jong-min Kim M.D.

Department of Rehabilitation Medicine, Dongsan Medical Center, Keimyung University College of Medicine

**Objective:** To evaluate the effectiveness and electrophysiological changes after alcohol neurolysis of the tibial nerve motor branches to gastrocnemius muscles on the treatment of ankle spasticity in stroke patients.

**Method:** Fourteen poststroke hemiplegic patients who had an abnormal gait pattern due to the ankle spasticity participated. They were evaluated by modified Ashworth scale (MAS) score, passive range of motion (PROM) of ankle, and ankle clonus, and were studied using electrophysiological measurements such as amplitude and latency of H-reflex and M response, and H/M ratio. 50% alcohol was injected into the tibial nerve motor branches to the both gastrocnemius muscles with electromyography guidance. Follow-up evalu-

ations were performed immediately, and then, at the one-week, one-month, and three-months following the neurolysis.

**Results:** The MAS scores significantly decreased and the PROM of the ankle significantly increased. The M response and H-reflex amplitude of gastrocnemius muscles significantly decreased after the neurolysis and they had a tendency to increase at the 3-months follow-up. Also, H/M ratio significantly decreased. There were no serious postinjection complications.

**Conclusion:** Alcohol neurolysis of the tibial nerve motor branches was an effective and safe method for the treatment of the ankle spasticity in poststroke hemiplegic patients. (J Korean Acad Rehab Med 2003; 27: 545-550)

**Key Words:** Stroke, Alcohol neurolysis, Tibial nerve, Electrophysiological study

### 서 론

경직이란 상부운동신경원 증후군의 한 요소로 긴장성 긴장반사가 긴장반사의 과흥분성에 의해 신장되는 속도에 따라 증가하는 운동이상이다.<sup>15)</sup> 경직은 뇌졸중 환자에서 운동기능 회복과 독립적 일상생활 동작 수행에 많은 영향을 미치므로 경직의 효율적 치료는 재활치료과정에 있어 반드시 해결되어야 할 과제 중 하나이다. 경직을 완화시키기 위해 물리치료, 약물치료, 신경차단, 척추강 내 바클로펜 주입, 수술적 치료 등 여러 가지 방법들이 시행되어 왔다.<sup>19)</sup>

화학적 신경차단술은 경구용 항경직성 약물복용에 비해 인지기능 장애 등의 전신적 부작용이 없고 국소적으로 원하는 근육의 경직만을 줄일 수 있어, 경직 치료에 널리 이용되어 왔다. 화학적 신경차단제로 이용되는 제제 중 알코올

은 보툴리눔 독소에 비해 비용 면에서 경제적이고, 주사 후 효과를 즉시 확인할 수 있고, 작용지속시간이 길 뿐만 아니라 폐놀에 비해 부작용이 적다고 보고되고 있다.<sup>4,5)</sup>

과거 경직 치료에 알코올을 이용한 대부분 임상적 보고들은 경직형 뇌성마비 환자에서 근육 운동점에 주사 또는 근육 내 주사 방법을 사용하였다.<sup>10,23)</sup> 최근 몇몇 연구들이 중추신경계 질환으로 인해 경직을 보이는 환자에서 말초신경에 직접 알코올을 주사하여 경직의 치료효과를 보고하였다.<sup>11,12,16,17,22,25)</sup> 그러나 이전 연구들은 알코올 신경차단 후 경직의 임상적 변화를 측정하였으나, 전기생리학적 변화에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

H반사는 근 방추의 Ia구심성 섬유 운동신경 세포에의 단일연접 반사의 활동도를 대변한다고 생각되고 있으므로 그 진폭이 경직 환자에서는 클 것이라는 가정하에 시행되고 있는 방법이며, 진폭과 H파와 M파의 진폭 비가 사용되고 있다. H반사와 M파의 진폭과 H파와 M파의 진폭 비의 측정은 신경차단술 후 시간에 따른 알코올 신경차단의 효과를 좀 더 객관적으로 측정할 수 있을 것으로 생각한다.

이전의 연구들은 혼합신경에 신경차단술을 시행하였으나 본 연구는 신경차단술 후 발생할 수 있는 감각이상 등의 부작용을 줄이기 위해 근전도 검사하에 알코올을 경골신경

접수일: 2002년 12월 12일, 게재승인일: 2003년 5월 19일  
교신저자: 노혜정, 대구광역시 중구 동산동 194번지  
☎ 700-712, 계명대학교 동산의료원 재활의학과  
Tel: 053-250-7268, Fax: 053-250-7268  
E-mail: rohj9393@hanmail.net

이 연구는 2002년 계명대학교 연구비 지원에 의해 이루어진 것임.

의 비복근운동분지에 주사한 후 시간경과에 따른 임상적, 전기생리학적 변화를 측정하여 향후 뇌졸중 환자의 포괄적 재활치료에 도움을 주고자 하였다.

연구대상 및 방법

1) 연구대상

계명대학교 동산의료원 재활의학과에 입원 혹은 외래 치료 중인 뇌졸중으로 인한 편마비 환자들 중 고정된 족관절의 구축이 없고, Massachusetts General Hospital Functional Ambulation Classification (MGHFAC)<sup>14)</sup>상 category 3 이상으로 보행이 가능했던 환자들 중에서 족관절 경직과 족간대성 경련으로 인해 보행에 장애를 가진 환자 14명을 대상으로 하였다. 평균 연령은 55.6세(41세에서 77세)이었으며, 성별은 남자가 12명, 여자가 2명이었다. 뇌졸중의 원인은 뇌경색이 7명, 뇌출혈이 7명이었고, 평균 유병기간은 29.6개월(3개월에서 70개월)이었다.

2) 연구방법

알코올 신경차단술은 환자를 복와위로 엎드린 자세에서 근전도 기계를 이용하여 Teflon 절연된 26인치 신경차단용 주사침을 사용하여 시행하였다. 알코올(Dehydrated ethyl alcohol; Terapharmaceuticals, USA)은 100% 주사용 에탄올을 생리식염수로 희석하여 50% 농도의 에탄올을 만들어 사용하였다. 신경차단술 전 사체의 슬와부 부위를 해부하여 경골신경에서 내, 외측 비복근으로 가는 운동신경분지의 위치를 충분히 확인하였다(Fig. 1).

임상적 족관절 경직변화는 modified Ashworth 척도,<sup>9)</sup> 수동

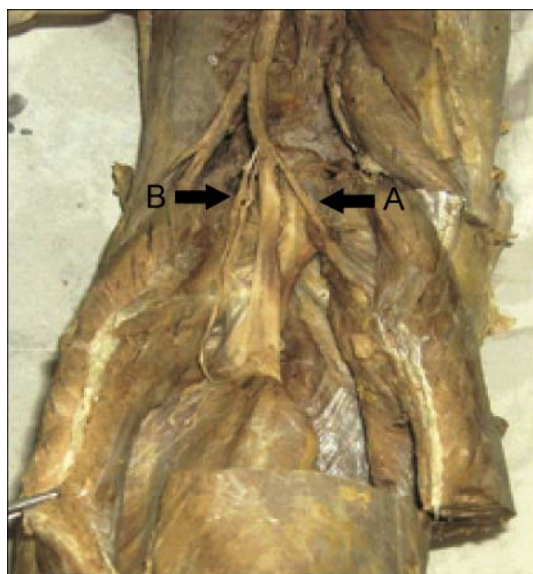


Fig. 1. The medial (A) and lateral (B) motor branches of tibial nerve.

적 관절운동범위, 족간대성 경련 정도를 측정하였다. 족관절의 수동적 관절운동범위는 슬관절을 신전한 상태에서, 90도 굴곡한 상태에서 측정하였다. 지속적 족간대성 경련은 발목을 갑자기 수동적으로 굴곡시켰을 때 5번 이상의 떨림이 나타날 때로 정의하고 점수는 2점, 5번 이하로 간헐적으로 족간대성 경련이 나타날 때를 간헐적 족간대성 경련으로 정의하고 1점으로, 족간대성 경련이 나타나지 않을 때를 0점으로 하여 평가하였다.

전기생리학적 변화는 Synergy<sup>®</sup> (Medelec, UK)를 사용하여 H반사의 진폭과 잠시, M파의 진폭과 잠시, H파와 M파의 진폭 비를 측정하였다. M, H파의 진폭은 음성정점에서 양성 정점까지의 진폭을 측정하였고, 잠시는 기시 잠시를 측정하였다. H파의 측정은 슬와부에서 경골신경을 음전극을 근위부로 하여 자극하고, 슬와부 중심과 경골내과를 연결하는 선의 1/2 지점 비복근에 활성 전극을, 아킬레스건의 종지부 바로 근위부에 참고 전극을 부착하여 기록하고, 접지 전극은 자극지점과 활성 전극 사이에 위치하여, 최대하 자극 강도로 0.5~1.0 msec 자극 시간, 1회/sec의 자극 빈도로 측정하였다.

경골운동분지 신경차단술은 표면전극을 사용하여 최소 자극 강도에서 내, 외측 비복근의 수축을 유발하는 위치를 확인한 후 다시 침전극을 사용하여 0.05 msec의 자극지속시간하에 1 mA 이하의 최소 자극으로 비복근의 수축을 유발하는 부위에 50% 에탄올을 먼저 1 cc를 주사 후, 1~2분의 시간 경과 후 자극 강도를 높여 다시 자극 시 비복근의 수축이 없어질 때까지 주사하였다(Fig. 2).

경골신경운동분지의 알코올 주사위치는 수평선은 슬와부에서 보이는 가장 두꺼운 주름으로 하고, 수직선은 수평선의 중간지점과, 경골 내과와 비골 외과 연결선의 중간 점을 연결한 선을 기준점으로 정하여 측정하였다.<sup>1)</sup> 또한 주사 시 경골운동분지신경의 최소 자극 강도와 알코올의 용량을 측정하였다.

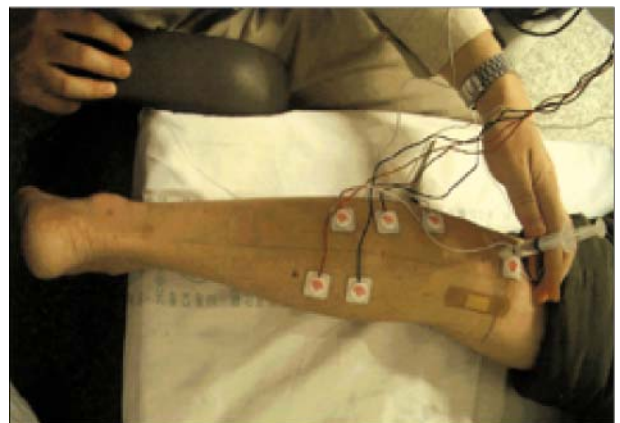


Fig. 2. Alcohol was injected in the tibial nerve motor branches to the both gastrocnemius muscles with electromyographic guidance.

통계분석은 SPSS/PC windows version 10.0을 이용하였고, 통계적 유의성은  $p < 0.05$  수준으로 하였다. 알코올 신경차단 후 시간경과에 따른 전기생리학적 변화는 repeated measures ANOVA test, 족관절 경직의 임상적 변화는 Friedman test를 이용하여 평균값(평균±표준편차)을 비교하였다.

결 과

1) 알코올 신경차단 위치, 용량 및 최소 자극 강도

내측 비복근의 알코올 신경차단 위치는 수평선에서 평균 1.9±0.7 cm 아래로, 수직선에서 1.7±0.4 cm 내측에, 외측 비복근은 수평선에서 평균 1.8±1.1 cm 아래로, 수직선에서 1.5±0.8 cm 외측이었다. 주사 시 평균 최소 자극 강도는 0.6 ±0.2 mA이었고, 주사한 알코올의 평균 용량은 1.2±0.3 ml 이었다.

2) 족관절 경직의 임상적 변화

Modified Ashworth 척도는 신경차단 전에 3등급이 2명, 2등급이 11명, 1+등급이 1명에서 차단 직후 3, 2, 1+, 1, 0등급이 각각 1, 5, 4, 4, 0명, 1주일과 1개월 후 각각 0, 3, 4, 6, 1명, 3개월 후 각각 0, 3, 2, 8, 1명으로 감소하였다(Table 1). 족관절의 수동적 관절운동범위는 슬관절 신전 상태에서 알코올 신경차단 전 0.8도에서 차단 직후, 1주일 후, 1개월 후, 3개월 후 각각 6.7도, 9.0도, 9.3도, 9.4도로, 슬관절 굴곡 상태에서 차단 전 12.7도에서 각각 17.5도, 19.2도, 19.4도, 18.4도로 통계학적으로 유의하게 증가하였다(Table 2). 간

대성 경련은 신경차단 전 1.6±0.9에서 차단 후 1.3±0.7로 감소하였다.

3) 전기생리학적 변화

M과 진폭은 신경차단 전 12.7 mV에서 8.2 mV, 7.1 mV, 6.6 mV, 7.5 mV로, H반사 진폭은 신경차단 전 3.7 mV에서 2.6 mV, 1.8 mV, 1.3 mV, 1.5 mV로 통계학적으로 유의하게 감소하였다. H파와 M파의 진폭비는 신경차단 전 29.2에서 차단 직후 30.8로 증가하였고, 1주일, 1개월, 3개월 후에 28.5, 21.5, 18.7로 감소를 보여 통계학적으로 유의한 변화를 보였다. H반사의 잠시는 통계학적으로 유의한 변화를 나타냈으나 시간에 따른 일정한 변화는 보이지 않았으며, M파의 잠시는 유의한 변화를 보이지 않았다(Table 3, Fig. 3).

고 찰

경직은 중추 신경계 질환 환자의 재활치료에 있어 주요한 방해요인 중 하나이며, 치료에 있어 득과 실을 면밀히 비교하여 적절한 판단을 내려야 한다.

화학적 신경차단술은 국소적 경직치료에 있어 부작용이 적고, 만족할 만한 치료효과 때문에 널리 사용되어 왔다. 임상적으로 페놀과 알코올의 신경차단 효과를 비교한 연구는 없으나, 장 등<sup>5)</sup>은 흰쥐 좌골신경에 에탄올과 페놀을 주사하여 에탄올 신경차단이 페놀과 차이가 없었다고 보고하였다. 현재 페놀은 공식적으로 임상약제로 제작되지 못하고 있으며, 필요 시 공업용 페놀을 각 병원에서 임의로 무균

Table 1. Changes of MAS score

MAS <sup>1)</sup> score	Preinjection	Postinjection	1 week	1 month	3 months
0	0	0	1	1	1
1	0	4	6	6	8
1+	1	4	3	4	2
2	11	5	3	3	3
3	2	1	0	0	0

Values are numbers of patients.

1. MAS: modified Ashworth scale

Table 2. Changes of Clinical Parameters

Parameter	Preinjection	Postinjection	1 week	1 month	3 months	p
PROM <sup>1)</sup> (K/E <sup>2)</sup> ) (°)	0.8±10.9	6.7±8.5	9.0±7.2	9.3±6.8	9.4±5.9	<0.001
PROM (K/F <sup>3)</sup> ) (°)	12.7±7.4	17.5±8.5	19.2±8.1	19.4±6.6	18.4±6.1	0.007

Values are mean±standard deviation.

1. PROM: passive range of motion, 2. K/E: Knee extension, 3. K/F: Knee flexion

Table 3. Changes of Electrophysiologic Parameters

Parameter	Preinjection	Postinjection	1 week	1 month	3 months	F	p
H amplitude (mV)	3.7±3.5	2.6±2.9	1.8±2.2	1.3±1.8	1.5±1.6	5.319	0.01
M amplitude (mV)	12.7±8.2	8.2±6.7	7.1±5.9	6.6±3.9	7.5±4.3	8.558	<0.001
H/M ratio (%)	29.2±24.3	30.8±27.8	28.5±26.0	21.5±21.0	18.7±16.8	3.235	0.03
H latency (msec)	29.1±1.5	28.9±1.6	29.2±2.3	28.4±2.4	29.5±2.2	3.663	0.04
M latency (msec)	3.4±0.6	3.5±0.7	3.6±0.5	3.5±0.4	3.7±0.6	1.284	0.29

Values are mean±standard deviation.

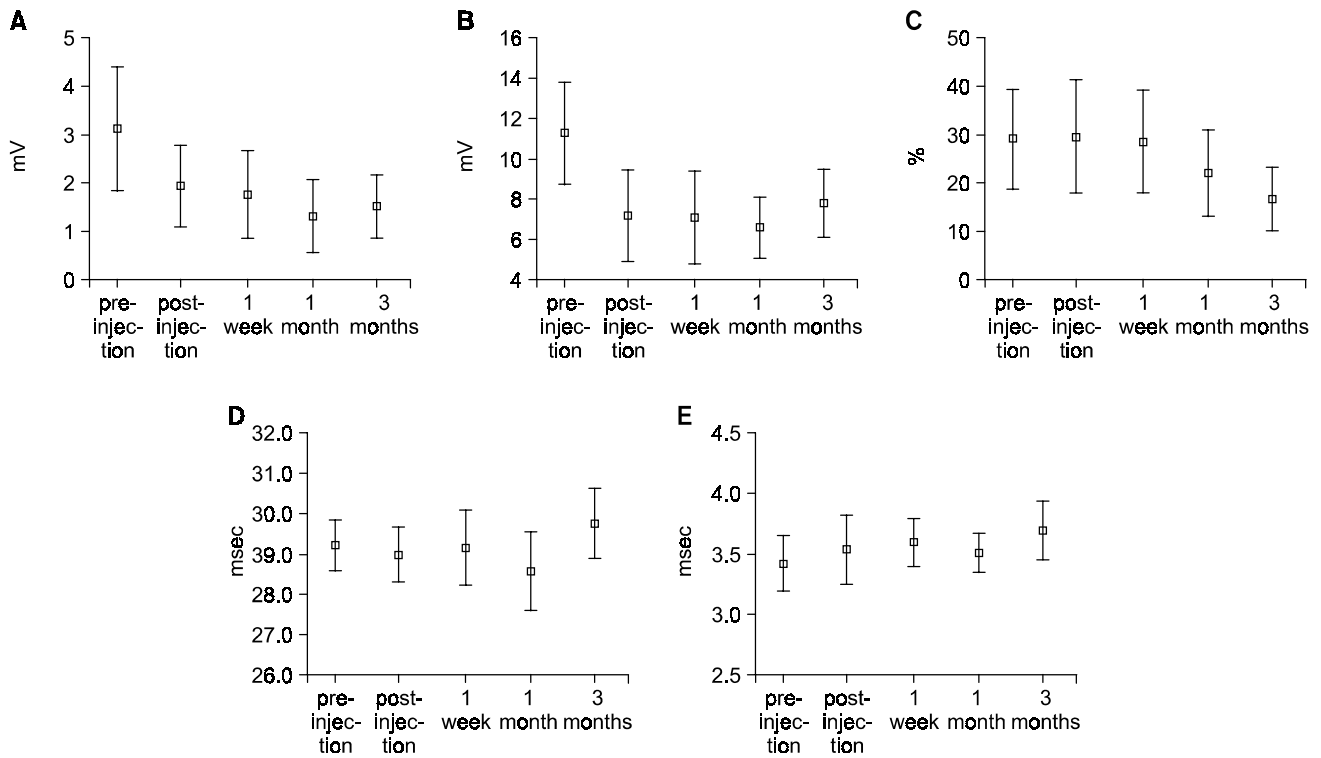


Fig. 3. Changes of electrophysiologic parameters. A: H amplitude, B: M amplitude, C: H/M ratio, D: H latency, E: M latency.

제작하여 사용하고 있고, 산업체에서 폐놀에 의한 환경공해 문제도 대두되고 있다.<sup>6)</sup> 그러나 알코올은 제품화된 주사용 에탄올을 사용할 수 있고, 이론적으로 대량 사용 시 폐놀에서 보이는 독성을 가지지 않는다.<sup>18)</sup>

저농도 알코올(5~10%)의 신경차단 기전은 나트륨과 칼륨의 전도를 감소시켜 국소마취 작용을 하고, 그 이상의 고농도에서는 비선택적인 단백 변성과 원형질의 탈수와 침전에 의한 신경세포조직 손상을 유발한다.<sup>13)</sup> Taylor와 Woosley<sup>24)</sup>는 흰쥐의 좌골신경에 10~50% 에탄올을 15초에서 60초간 노출시키면 생화학적 반응이 즉시 일어나 수초의 분리와 세포 소기관과 세포질의 부종으로 인하여 결국 Wallerian 변성이 일어나지만 신경의 중심부는 정상 소견을 보였다고 보고하였다. 그러나 고농도 에탄올에 장시간 노출시키면 조

직 변성이 신경의 중심으로 확대되어, 신경 종류에 관계없이 모든 신경섬유가 손상되는 소견을 나타내었다.

경직 치료에 알코올을 이용한 대부분 임상적 보고들은 경직형 뇌성마비 환아에서 근육 운동점 또는 근육 내에 주사하는 방법을 사용하였다. Tardieu 등<sup>23)</sup>은 45% 알코올을 뇌성마비 환아들의 근육운동점에 주사하여 근력의 변화 없이 경직이 6개월에서 12개월까지 감소되었다고 보고하였다. Carpenter와 Seitz<sup>10)</sup>는 130명의 뇌성마비 환아들을 대상으로 45~50%의 알코올을 근육 내 주사하여 128명에서 경직 감소를, O'Hanlan 등<sup>21)</sup>은 45% 알코올을 근육 내 주사하여 근력의 감소가 미미하면서 경직이 감소하였다고 보고하였다.<sup>27)</sup>

최근 몇몇 연구에서 신경에 직접 알코올을 주사하여 경

직의 치료 효과를 보고하였다. Pelissier 등<sup>22)</sup>은 27명의 편마비 환자에서 60% 알코올을 여러 말초신경에 주사한 후 4개월간 경직이 감소되었다고 보고하였다. 100% 알코올을 이용하여 고관절 내전 경직에 대한 폐쇄신경차단, 슬관절 굴곡경직에 대한 좌골신경차단, 족관절 경직에 대한 경골신경차단, 주관절 굴곡 경직에 대한 근피신경차단의 효과가 보고되었다.<sup>11,12,16,17,25)</sup> Chua과 Kong<sup>12)</sup>은 50% 알코올을 이용하여 경골신경차단을 시행하여 modified Ashworth 척도 감소, 족관절의 수동적 관절운동범위증가 및 보행 호전을 보고하였다. 본 연구는 족관절 경직으로 인해 보행에 장애를 가진 뇌졸중 편마비 환자를 대상으로 50% 알코올을 이용하여 경골신경운동분지 차단술을 시행하였다. 신경차단 후 차단 전에 비해 modified Ashworth 척도 감소, 족관절의 수동적 관절운동범위의 유의한 증가를 보여 Chua과 Kong<sup>12)</sup>의 연구와 유사한 결과를 나타내었고, 감각이상 등의 부작용은 관찰되지 않았다.

H반사는 전기적으로 유발된 단일 접합 신전반사로, 신경세포간 신경원이 관여하지 않으므로 운동신경원의 흥분도를 나타낸다.<sup>7)</sup> Angel과 Hofmann<sup>8)</sup>은 H반사가 전극을 부착한 위치, 피부의 두께, 자극강도, 긴장상태, 장딴지 근육의 수의적 수축 등에 따라 달라질 수 있으므로 최대 H와 최대 M의 비는 H반사 측정보다는 신빙성이 높은 방법이라고 제시하였다. Wood<sup>20)</sup>은 신경섬유 손상은 수의적 근육 수축보다 반사 활동을 더욱 억제시킨다고 보고하였고, Meelhuysen 등<sup>20)</sup>은 척수신경에 폐놀 차단 시행은 운동 요소뿐만 아니라 구심성 고유수용감각 요소도 영향을 받기 때문에 H반사가 M반사보다 더 많이 감소하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 H파와 M파의 진폭, H파와 M파의 진폭 비는 유의하게 감소하였는데 이는 알코올을 이용한 운동분지 신경차단술이 원심성 H반사궁에 영향을 미쳐 알파운동 신경원의 활성도를 감소시킨 것으로 생각된다. Meelhuysen 등<sup>20)</sup>의 연구와 달리 M파의 진폭이 H파의 진폭보다 더 유의하게 감소한 것은 비복근으로 가는 경골신경의 운동분지만을 차단하였던 저자들의 연구 결과에서는, Meelhuysen 등<sup>20)</sup>의 척수신경차단과는 달리 구심성 고유수용감각 요소보다는 운동 요소에 더 많은 영향을 미쳤음을 나타낸다고 할 수 있으나 정확한 기전은 이번 연구만으로는 확인할 수 없었다.

H반사는 긴 반사 경로를 경유하므로 근위부 신경 축색의 일부 손상이나 생리적인 차단 등의 병변이 있는 경우 영향을 받게 된다. 김 등<sup>2)</sup>은 H반사 기시 잠시가 폐놀을 이용한 후경골신경차단 후 유의하게 지연되었는데, 이는 족관절대성 경련의 출현빈도 감소와 더불어 폐놀이 후경골 신경수초에 영향을 주어 알파운동 신경원의 활성도를 감소시켰기 때문이라고 제안하였다. 그러나 본 연구에서 H반사 잠시가 통계학적으로 유의한 변화를 나타냈으나 시간에 따른 일정한 변화는 보이지 않았다. 이는 경골신경운동분지 차단이 경골신경차단보다 알파운동신경원의 활성도에 영향을 적게

주거나 신경수초에 미치는 알코올과 폐놀의 효과 차이에 의한 것으로 생각된다.

김 등<sup>3)</sup>은 흰쥐에서 90% 에탄올 신경차단 후 복합근 활동전위 진폭이 2주 후부터 점진적으로 회복되었다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서 1개월까지는 H반사와 M파의 진폭이 감소하다가 3개월 후부터 회복되는 양상을 나타내었다. 이는 장 등<sup>5)</sup>이 90% 에탄올 주사 후 신경 섬유조직학적 소견에서 2주 후 핵의 증식과 과염색성 등의 재생소견이 부분적으로 나타나서 4주 후까지 지속되다가 8주에는 정상화되었다는 보고와 유사한 관계가 있는 것으로 생각된다.

화학적 신경차단술은 원하는 근육만 차단이 되지 않기 때문에 차단된 운동신경의 지배를 받는 여러 근육들을 약화시키고, 또한 감각신경도 함께 차단되어 감각이상, 감각저하, 신경병증 통증 등의 부작용을 일으킨다. 그러므로 감각신경의 차단 없이 경직을 감소시키고자 하는 근육으로 가는 운동신경분지의 정확한 선택적 차단이 필요하다. 본 연구에서 시술 전 경골신경운동분지 위치에 대한 정확한 해부학적 지식을 얻기 위하여 사체의 슬와부 부위를 해부하였고, 운동신경분지 차단술은 숙련된 전문의에 의해 근전도 기계를 이용하여 0.05 msec의 자극지속시간하에 1 mA 이하의 최소자극으로 해당 비복근의 수축을 유발하는 부위에 시행하였으며, 경골신경차단 후 발생할 수 있는 감각이상을 예방하기 위하여 50% 알코올을 이용하여 시행하였다.

알코올 신경차단술의 부작용으로 대부분 주사 시 통증이 있으며, 그 외 혈관염, 영구적 말초 신경 마비, 피부 자극 및 전신적인 부작용 등이 나타날 수 있다.<sup>13)</sup> 본 연구에서도 대부분 환자에서 알코올을 주사하는 동안 타는 듯한 통증을 호소하였으나 주사 후 지속되지는 않았으며, 그 외 부작용은 관찰되지 않았다.

본 연구의 제한점으로 첫째, 알코올 신경차단 후 장기간 경직의 변화를 조사하지 못했고, 둘째, 실험대상 환자군의 수가 적었고, 셋째, 알코올 용량과 농도 차이에 따른 치료 효과 차이를 조사하지 못했고, 넷째, 알코올 신경차단이 실제 보행에 미치는 영향을 보행 분석 등을 통하여 객관적인 평가를 하지 못했다. 추후 알코올 신경운동분지 차단 후 장기적인 임상 및 전기생리학적 평가와 알코올 용량과 농도에 따른 경직치료 효과 차이 등의 연구가 뒤따라야 할 것이다.

## 결 론

계명대학교 동산의료원 재활의학과에 입원 혹은 외래 치료 중인 뇌졸중으로 인한 편마비 환자들 중 족관절 경직으로 인해 보행에 장애를 가진 환자 14명을 대상으로 알코올을 이용하여 경골신경운동분지 차단술을 시행하였다. Modified Ashworth 척도는 감소하였고, 족관절의 수동적 관절운동범위는 유의하게 증가하였다. H반사 및 M파의 진폭은 신경차

단 후 통계학적으로 유의하게 감소하였고, 1개월까지는 H 반사와 M파의 진폭이 감소하다가 3개월 후부터 회복되는 양상을 나타내었다. H파와 M파의 진폭비도 신경차단 1주 후부터 감소하여 유의한 변화를 보였다. 그러므로 알코올을 이용한 경골신경운동분지 차단은 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에서 족관절 경직완화를 위해 비용이 저렴하면서도 효과적이고 안전한 치료방법으로 생각된다. 임상 및 전기생리학적 평가는 알코올 신경차단술 후 치료효과 판정뿐 아니라 적절한 재주사 시점 결정에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

### 참 고 문 헌

- 1) 고현윤, 박호준, 박재홍, 김 훈: 비복근과 가자미근 운동점의 표지화. 대한재활의학회지 2001; 25: 621-626
- 2) 김권용: 페놀용액을 이용한 후경골신경차단의 임상적 효과. 대한재활의학회지 1998; 22: 189-195
- 3) 김성식, 장기언, 김종철, 이주형, 정광익, 박동식: 흰쥐에서 페놀과 에탄올의 신경차단 효과의 비교. 대한재활의학회지 2002; 26: 470-474
- 4) 백남중, 임민식: 신경 용해제에 따른 화학적 신경 용해술의 효과 및 부작용. 대한재활의학회지 1998; 22: 491-499
- 5) 장영욱, 김성식, 박상욱, 손진희, 장기언, 박동식: 흰쥐 좌골신경에서 에탄올과 페놀 주사 후 전기생리학적 및 조직학적 변화. 대한재활의학회지 2001; 25: 69-78
- 6) 전포성, 김기찬, 정호중: 경직완화를 위한 페놀용액을 이용한 신경 및 운동점차단술에 대한 임상적 고찰. 대한재활의학회지 1996; 20: 1049-1054
- 7) 정 봉: 정상, 강직 및 경직환자에서 최대H/최대M 비와 H반사 회복곡선에 관한 연구. 최신의학 1989; 32: 43-48
- 8) Angel RW, Hofmann WW: The H-reflex in normal, spastic and rigid subjects. Arch Neurol 1963; 8: 591-596
- 9) Bohannon RW, Mellissa BS: Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. Phys Ther 1987; 67: 206-207
- 10) Carpenter EB, Seitz DG: Intramuscular alcohol as an aid in the management of spastic cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 1980; 22: 497-501
- 11) Chua KS, Kong KH: Alcohol neurolysis of the sciatic nerve in the treatment of hemiplegic knee flexor spasticity: clinical outcomes. Arch Phys Med Rehabil 2000; 81: 1432-1435
- 12) Chua KS, Kong KH: Clinical and functional outcome after alcohol neurolysis of the tibial nerve for ankle-foot spasticity. Brain Inj 2001; 15: 733-739
- 13) Gracies JM, Elovic E, McGuire J, Simpson DM: Traditional pharmacological treatments for spasticity. Part I: Local treatments. Muscle Nerve (Suppl) 1997; 6: S61-91
- 14) Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR: Gait assessment for neurologically impaired patients. Phys Ther 1986; 66: 1530-1539
- 15) Katz RT, Dewald JP, Schmit BD: Spasticity. In: Braddom RL, editor. Physical medicine and rehabilitation, 2nd ed, Philadelphia: WB Saunders, 2000, pp592-596
- 16) Kong KH, Chua KS: Intramuscular neurolysis with alcohol to treat post-stroke finger flexor spasticity. Clin Rehabil 2002; 16: 378-381
- 17) Kong KH, Chua KS: Neurolysis of the musculocutaneous nerve with alcohol to treat poststroke elbow flexor spasticity. Arch Phys Med Rehabil 1999; 80: 1234-1236
- 18) Kong KH, Chua KS: Outcome of obturator nerve block with alcohol for the treatment of hip adductor spasticity. Int J Rehabil Res 1999; 22: 327-329
- 19) Little JW, Massagli TL: Spasticity and associated abnormalities of muscle tone. In: DeLisa JA Gans BM, editors. Rehabilitation medicine, 3rd ed, Philadelphia: LippincottRaven co. 1998, pp1004-1009
- 20) Meelhuysen FE, Halpern D, Quast J: Treatment of flexor spasticity of hip by paravertebral lumbar spinal nerve block. Arch Phys Med Rehabil 1968; 49: 717-722
- 21) O'Hanlan JT, Galford HR, Bosely J: The use of 45% alcohol to control spasticity. Virginia Med Monthly 1969; 96: 429
- 22) Pelissier J, Veil E, Enjalbert M, Kotzki N, Eledjam JJ: Chemical neurolysis using alcohol (alcoholization) in the treatment of spasticity in the hemiplegic. Can J Anesth 1993; 41: 139-143
- 23) Tardieu G, Tardieu C, Hariga J, Gagnard L: Treatment of spasticity in injection of dilute alcohol at the motor point or by epidural route. Clinical extension of an experiment on the decerebrate cat. Dev Med Child Neurol 1968; 10: 555-568
- 24) Taylor J, Woosley R: Dilute ethyl alcohol: Effect on the sciatic nerve of the mouse. Arch Phys Med Rehabil 1976; 57: 233-237
- 25) Viel EJ, Perennou D, Ripart J, Pelissier J, Eledjam JJ: Neurolytic blockade of the obturator nerve for intractable spasticity of adductor thigh muscles. Eur J Pain 2002; 6: 97-104
- 26) Wood KM: The use of phenol as a neurolytic agent: a review. Pain 1978; 5: 205-229
- 27) Zafonte RD, Munin MC: Phenol and alcohol blocks for the treatment of spasticity. Phys Med Rehabil Clin N Am 2001; 12: 817-832