

고주파 열응고술을 이용한 뇌성마비 환자의 경직 치료

- 증례 보고 -

계명대학교 의과대학 재활의학교실

이 소 영 · 오 정 섭 · 정 윤 태

Percutaneous Selective Radiofrequency Thermocoagulation in the Treatment of Spastic Cerebral Palsy - A case report -

So-young Lee, M.D., Jeong-seob Oh, M.D. and Yoon-tae Jung, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine, Keimyung University School of Medicine

Cerebral palsy is the most common motor disorder in childhood. In cerebral palsy, spasticity can be a very disabling feature : limited locomotor abilities, contracture and gait difficulty. We present two cases of cerebral palsy patients who had treated with oral medication and chemodenervation with the Botulinum toxin A or alcohol but could not walk independently. We performed percutaneous selective radiofrequency thermocoagulation in the tibial motor nerve branch

under the general anesthesia. The degree of spasticity, which was measured with modified Ashworth scale and modified Tardieu scale, was reduced and recurrence of the spasticity wasn't seen until 6 months. Percutaneous selective radiofrequency thermocoagulation could be a treatment option for spasticity of cerebral palsy with little adverse effect. (J Korean Acad Rehab Med 2008; 32: 340-344)

Key Words: Radiofrequency thermocoagulation, Cerebral palsy, Spasticity

서 론

뇌성마비 환자에서의 경직은 기능장애, 보행장애, 성장저하를 초래한다. 치료로는 물리치료, 경구약물투여, 알콜이나 페놀을 이용한 신경차단, 보조기, 연속식고봉대법 및 정형외과적 수술 등이 있으나 고주파 열응고술을 이용한 물리적 신경차단술은 현재까지 그 임상 사례 및 효과가 보고된 적이 없었다. 저자들은 주기적, 반복적으로 화학적 신경차단술이 필요하였던 양하지 경직형 뇌성마비 환자에서 고주파 열응고술을 시행하여, 임상적으로 유의한 경직의 감소와 지속적인 수동적 관절가동범위 호전을 획득하게 된 2례를 경험하였기에 보고하는 바이다.

증 례

증례 1

고정 연령 4세 10개월의 양하지 경직성 뇌성마비 환아로

접수일: 2007년 9월 6일, 게재승인일: 2008년 3월 26일

교신저자: 오정섭, 대구시 중구 동산동 194번지

☎ 700-712, 계명대학교 동산의료원 재활의학과

Tel: 053-250-7947, Fax: 053-250-7268

E-mail: re@dsmc.or.kr

과거 2차례 비복근 내 보툴리눔 독소를 이용한 화학적 신경차단술을 시행하였다. 환아는 시술 후에는 경직의 호전을 보였으나 6개월까지 효과가 유지되지 않았으며, 독립적으로 기립은 가능하나, 독립 보행이 불가능하였다. 이학적 검사에서 고관절 내전근과 발목관절의 경직은 modified Ashworth scale (MAS) 2, 슬와각은 우측 35°, 좌측은 40°, modified Tardieu scale (MTS)을 이용한 수동적 발목 관절 가동범위는 슬관절 신전 시 우측 R1/R2 -33°/-13°, 좌측 R1/R2 -37°/-14° 슬관절 굴곡 시 우측 R1/R2 -13°/10°, 좌측 R1/R2 -12°/18°였다(Fig. 1).

마취시간의 단축과 정확한 병소 형성을 위해 마취 전 신경자극기를 이용한 표피자극으로 환아의 좌우 비복근으로 분지하는 경골 운동신경 분지를 확인하였고 수술실에서 전 신마취 하에 신경자극기를 이용하여 경골 운동신경 분지를 다시 한 번 확인하였다(Fig. 2A). 열응고술을 위한 기기로는 PMG-230® (Baylis Medical company Inc, Montreal, Canada)을 사용하였다. 신경차단침은 22 G, 3 mm의 비절연부위를 가진 전체길이 100 mm의 신경차단침을 사용하였다. 동일한 지점에 고주파 병변 탐침을 삽입 후 전기 자극을 이용하여 0.5 mA 이하에서 반응하는 지점을 재확인 후 비복근 내 외측 분지에 각각 2차례씩 85°C에서 총 180초간 병소를 만들었다(Fig. 2B). 또한 양측 고관절 내전근과 양측 슬굴곡근에 보툴리눔 독소(Botox®)를 각각 50 unit씩 총 200 unit 주사하

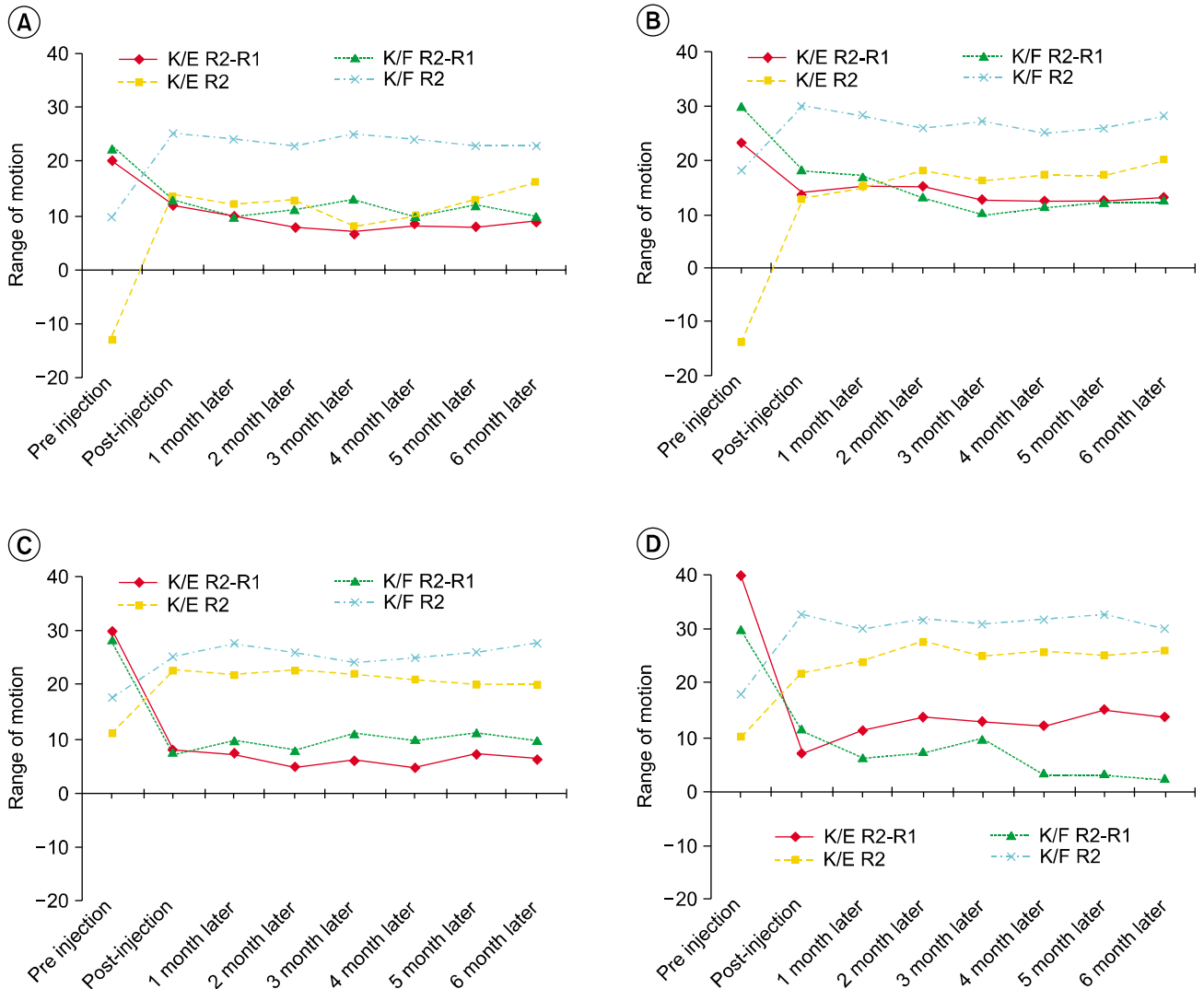


Fig. 1. The changes of the degree of ankle dorsiflexion before and after percutaneous selective radiofrequency thermocoagulation in the tibial nerve motor branch for 6 months follow-up. Right (A) and left (B) ankle dorsiflexion of the Case 1. Right (C) and left (D) ankle dorsiflexion of the Case 2. K/E: Knee extension, K/F: Knee flexion.

었다.

환아는 시술 후 합병증 없이 마취에서 회복되었으며, 시술 후 6개월 동안 시술 전과 동일하게 주 2회 지속적인 재활 치료를 시행하였다. 경직 및 발목 관절 가동 범위는 매 1개월 마다 외래를 방문하여 추적 관찰하였다. 시술 직후 발목 관절 경직은 양측 MAS 1이었고, 6개월까지 양측 모두 MAS 1으로 유지되었다. 고관절 내전근 경직과 슬와각은 시술 3일 후부터 호전을 보여 MAS 1, 슬와각은 우측 25°, 좌측 31°로 좋아졌으나, 4개월 이후부터 호전 정도가 감소하여 6개월 이후 고관절 내전근 경직은 우측 MAS 1+, 좌측 MAS 2, 슬와각은 우측 30°, 좌측 33°로 시술 전과 비슷했다. 발목 관절의 MTS는 시술 직후 슬관절 신전 시 우측 R1/R2 2°/14°, 좌측 R1/R2 -1°/13° 슬관절 굴곡 시 우측 R1/R2

12°/25°, 좌측 R1/R2 12°/30°로 호전을 보였다. 시술 6개월 후에는 슬관절 신전 시 우측 R1/R2 7°/16°, 좌측 R1/R2 7°/20° 슬관절 굴곡 시 우측 R1/R2 13°/23°, 좌측 R1/R2 16°/28°로 지속적인 관절 가동범위의 호전을 보였다(Fig. 1). 시술 후 환아는 전방 워커를 이용하여 독립 보행이 가능하였으며, 보행 시 발뒤꿈치 접지도 가능하였다.

증례 2

교정 연령 7세의 양하지 경직성 뇌성마비 환아로 1년 전 알코올을 이용한 경골 운동신경 분지 차단술, 보툴리눔 독소 주사를 각각 1회씩 시행하였고, 항 경직약(baclofen 30 mg)을 투약 중이었다. 심한 양하지 경직으로 보조 하에 발 뒤꿈치를 들고 기립은 가능하였으나 독립 보행은 할 수 없

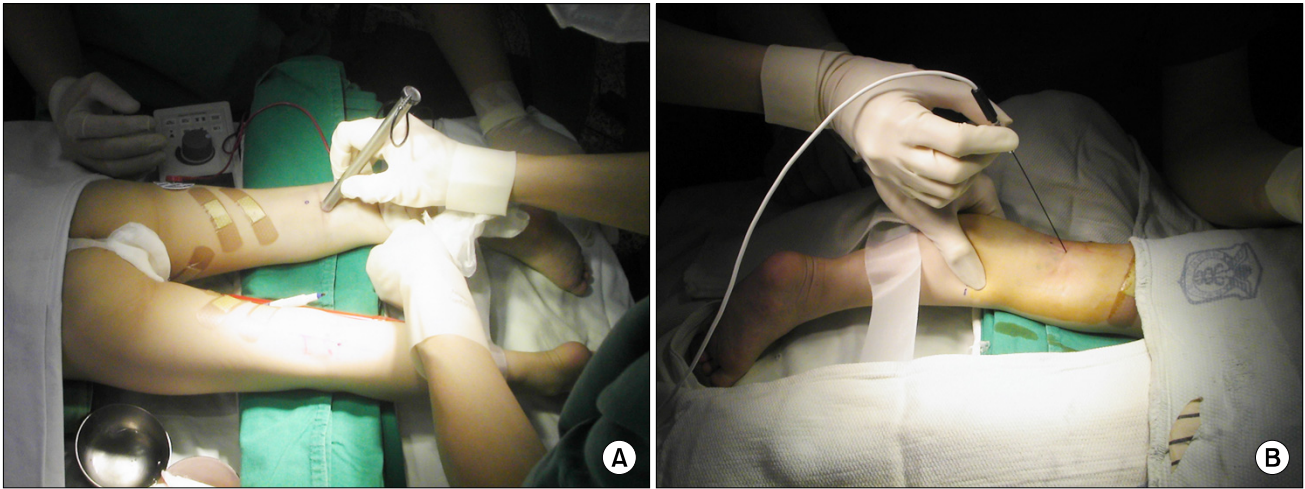


Fig. 2. Percutaneous selective radiofrequency thermocoagulation in the tibial nerve motor branch to the medial and lateral gastrocnemius muscle. Nerve stimulator (A) and radiofrequency cannula (B) application in the operation room.

었다. 이학적 검사에서 하지 경직은 MAS 2, MTS를 이용한 수동적 발목 관절 가동범위는 슬관절 신전 시 우측 R1/R2 $-19^{\circ}/11^{\circ}$, 좌측 R1/R2 $-30^{\circ}/10^{\circ}$ 슬관절 굴곡 시 우측 R1/R2 $-10^{\circ}/18^{\circ}$, 좌측 R1/R2 $-12^{\circ}/28^{\circ}$ 였다(Fig. 1). 환아도 마취 전과 열응고술 시술 전 신경자극기를 이용하여 좌우 비복근으로 분지하는 경골 운동신경 분지를 확인하였다. 전신 마취하에 고주파 병변 탐침을 삽입 후 전기 자극을 이용하여 0.5 mA 이하의 자극에서 반응하는 지점을 재확인 후 고주파 열응고술을 시행하였다. 비복근 내 외측 운동 분지에 각각 85°C 에서 총 210초간 병소를 만들었으며, 시술 후 6개월 동안 시술 전과 동일하게 주 2회 지속적인 재활 치료를 시행하였다. 경직 및 발목 관절 가동 범위는 매 1개월마다 추적 관찰하였다. 시술 직후 발목 관절의 경직은 우측은 MAS 1, 좌측은 0이었고, 6개월까지 양측 모두 MAS 1으로 유지되었다. 발목 관절의 MTS는 시술 직후 슬관절 신전 시 우측 R1/R2 $15^{\circ}/23^{\circ}$, 좌측 R1/R2 $15^{\circ}/22^{\circ}$ 슬관절 굴곡 시 우측 R1/R2 $18^{\circ}/25^{\circ}$, 좌측 R1/R2 $22^{\circ}/33^{\circ}$ 로 호전을 보였다. 시술 후 6개월에는 슬관절 신전 시 우측 R1/R2 $14^{\circ}/20^{\circ}$, 좌측 R1/R2 $12^{\circ}/26^{\circ}$ 슬관절 굴곡 시 우측 R1/R2 $18^{\circ}/28^{\circ}$, 좌측 R1/R2 $28^{\circ}/30^{\circ}$ 로 유지되었다(Fig. 1). 환아는 평행봉에서 보행이 가능하였으며, 보행 시 발뒤꿈치 접지도 가능하였다.

고 찰

고주파 열응고술을 이용한 신경파괴술은 신경병증성 통증, 교감신경의존성 통증, 척추성 통증, 경직감소를 위한 후근신경절차단술 등에서 널리 사용되고 있으며, 시술이 간편하고 입원기간이 짧고 안전하며 낮은 합병률 등 많은 장점이 있다. 또한 수기 면에서 꾸준한 발전이 있었고 지금은 그 사용이 점차 증가하는 추세이다.

경직형 뇌성마비 환아의 치료는 물리 치료, 보조기, 항 경직 약물 투여 등과 함께 알콜이나 폐놀을 이용한 화학적 신경차단술, 연속 석고붕대법, 신경외과적 수술 및 정형외과적 수술 등 많은 방법이 있다. 항 경직성 약물의 경구투여는 효과가 약하며 진정작용, 간 독성과 같은 전신적인 부작용이 있을 수 있다. 알콜이나 폐놀을 이용한 화학적 신경차단술은 단백질을 변성시켜 말초 신경을 파괴하여 경직의 약화를 유발하는 방법이다. 경우에 따라 이상감각증, 장기 간의 근력약화 같은 부작용이 나타날 수 있으며 약물 주입시 통증유발의 가능성이 있다.

고주파 열응고술은 화학적 신경차단술과 동일하게 미세하고 정확한 병소 형성이 가능하고, 전기자극기를 이용하여 시술 부위를 확인함으로써 감각-운동신경을 감별할 수 있어 신경염 등의 합병증을 예방할 수 있다. 또한 온도 조절로 병소의 크기 조절이 가능하며, 주위조직을 파괴시키지 않아 반흔조직이 발생하지 않으므로 안전하고 반복적인 시술이 가능하다는 장점이 있다.¹

고주파 열응고술은 물리적인 신경차단술이라고도 한다. 원리로는 고주파 전류를 통해 활성전극 끝 부분에 전기장을 발생시키고, 이로 인해 극성 이온들의 전후 운동에 의한 마찰열을 발생시켜 조직 내 온도가 40°C 를 초과하면 병소가 생기는 것을 활용한 것이다. 그러므로 피복되지 않은 바늘의 모든 부위에서 신경의 파괴가 일어나게 된다. 주로 감각신경을 차단하는 방법으로 통증의 조절에 사용되었지만 본 연구에서는 동일한 시술을 운동신경에 적용하였으며, 열을 이용하여 신경을 파괴한다는 점에서 감각신경이나 운동신경에 대한 고주파 열응고술의 기전과 기본적인 영향은 같을 것이다.

고주파열응고술을 이용하여 병소를 만들 때 그 병소의 크기와 모양을 결정하는 인자는 온도, 시간, 바늘의 두께와

길이 그리고 매체의 성질 등이 있다.

Kapural 등²은 신경 조직내의 열이 40~47°C를 초과하면 병소가 형성되며 60°C 이상에서는 단백질이 응고된다고 하였고, Wilkinson³은 고주파 열응고술을 이용한 흉부 교감신경 차단술에서 비절연 부위가 10 mm인 차단침으로 90°C에서 120초간 6개의 병소를 형성 후 유의한 신경차단 효과를 볼 수 있었다고 하였다. Smith 등⁴은 차단침 온도를 75°C로 2분간 응고시킴으로써 모든 신경 섬유를 파괴시킬 수 있다고 보고하였다. 본 연구에서는 Smith의 연구에 의거해서 차단침 온도를 75°C보다는 높게 설정하였으며, 90°C 이상이 되어 조직의 비등(boiling)이 발생하면 전극의 끝에 조직이 달라붙거나 출혈이 증가할 수 있고 과다한 온도로 시술 시 신경염 혹은 신경원성 염증 등의 합병증이 발생할 가능성이 있으므로 85°C의 온도로 병소를 형성하였다.

고주파 열응고술의 단점으로는 차단 범위가 바늘 끝 몇 mm에 국한되어 탐침을 정확한 병소 부위에 위치시키지 못했을 경우 신경의 일부분만 차단될 가능성이 있다는 점이다. Gray 등⁵은 22 G의 단일탐침을 사용하여 80°C, 90초간 고주파 열응고술을 시행하였을 때 폭이 약 4 mm의 원통모양 병소가 만들어진다고 하였다. Liu 등⁶은 20례의 사체를 통한 연구에서 내측 후경골의 운동신경 분지의 두께가 평균 2.3±0.4 mm라고 보고하였다. 본 연구에서는 운동신경의 평균 두께를 고려하여 85°C에서 평균 90초 이상 시술하였다.

저자들은 증례 1의 경우 85°C에서 90초간의 1회의 시술 후 다시 탐침을 이용한 전기 자극을 실시하여 0.5 mA 이하에서 근육이 수축되는 것을 확인하고 추가적으로 1회의 열응고술 시술 후 더 이상 전기 자극 시 근육의 수축이 없음을 확인하였다. 반복적인 시술이 필요하였던 이유는 첫째, 고주파전류가 신경 차단침의 비절연 부분에서 타원형의 양상으로 전기장을 형성하므로 비절연 부분이 대상 신경 분지와 평행이 되어야만 효과적인 신경 차단을 할 수 있다. 그러나 경골의 운동신경 분지는 신경 차단침의 삽입방향에 대하여 평행하게 위치하지 않기 때문에 한 번에 완전한 신경 차단은 어려웠을 것으로 생각한다. 둘째, 고주파 열응고술을 시술할 때 원하는 경골신경분지 신경 섬유의 일부만 파괴될 가능성이 있다. 그러므로 효과적인 신경차단을 위해서는 시술 후 전기자극기를 이용하여 경골 운동신경 분지의 차단 정도를 확인하는 과정이 필수라고 생각한다.

고주파 열응고술 이후 효과의 지속 기간에 대해서는 다양한 연구결과가 발표되었다. Ochiai 등⁷은 18마리의 쥐로 실험한 결과에서는 시술 직후 신경의 퇴화(degeneration)가 일어나며 90일이 지나면 재생이 일어난다고 하였고 Kasdon 등⁸은 후근신경절에 고주파열 응고술을 시행하여 12개월까지 경직의 호전을 보였다고 했다. Smith 등⁴은 척수신경과 척수후근 및 전근에 열응고술을 시행 후 광학 현미경과 전자 현미경으로 조사한 결과 모든 크기의 신경섬유가 동일

하게 파괴되었고 추적 관찰이 가능하였던 6주 동안 신경재생의 증후는 없었다고 하였다. 고주파 열응고술의 대상과 시행한 부위, 사용된 탐침의 크기 및 시술 횟수, 병소의 수가 다르기 때문에 이전에 발표된 논문의 결과들을 직접적으로 비교할 수는 없으나, 본 증례의 환자들의 경우 고주파 열응고술 시술 후 관찰이 가능했던 6개월 동안 지속적으로 경직의 감소와 관절가동범위의 향상을 관찰할 수 있었다.

최⁹는 43마리 쥐의 좌골신경에 알코올, 페놀을 이용한 화학적 신경 차단술과 고주파 열응고술을 시행한 후 광학 현미경과 전자 현미경으로 관찰하여 75°C로 고주파 열응고술을 시행한 군에서 신경 손상이 가장 심했으며 재생이 가장 늦게 일어나고 재생형태도 가장 불완전하였다고 하였다. 이는 본 증례의 환자들이 이전의 화학적 신경 차단술에 비해 지속적으로 경직의 호전을 보였던 결과를 뒷받침할 수 있겠으나, 임상적인 적용을 위해서는 향후 추가적인 연구가 필요할 것이다.

본 증례에 있어서 시술의 제한점으로는 증례 1의 환자의 경우 슬굴곡근과 고관절 내전근에 보툴리눔 독소 시술을 같이 시행한 점이다. Borodic 등¹⁰은 동물실험에서 A형 보툴리눔 독소를 주사 시 주사한 부위로부터 3~4.5 cm까지 약물이 확산되며, 이는 독소가 근막과 뼈 등의 해부학적 간벽을 통과한 결과로 설명하였다. 본 증례에서는 슬굴곡근과 고관절 내전근에 시술한 부위가 비복근의 시술 부위와 4.5 cm 이상 떨어져 있었으나, 보툴리눔 독소의 근막을 따라 퍼지는 성질 때문에 2개의 관절에 걸쳐 분포하는 비복근에 대한 영향을 완전히 배제할 수는 없을 것이다. 본 증례의 환자들은 6개월 동안 고주파 열응고술에 의한 경직 차단 효과가 지속되고 있으나 향후 더 많은 환자를 대상으로 한 연구가 필요하며 고주파 열응고술을 새로운 경직 치료의 방법으로 널리 사용하기 위해서는 시술의 안정성과 효과에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) Kline MT, Yin W. Radiofrequency techniques in clinical practice. *Interventional pain management*, 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 2001, pp243-293
- 2) Kapural L, Mekhail M. Radiofrequency ablation for chronic pain control. *Curr Pain Headache Rep* 2001; 5: 517-525
- 3) Wilkinson HA. Percutaneous radiofrequency upper thoracic sympathectomy: a new technique. *Neurosurgery* 1984; 15: 811-814
- 4) Smith HP, McWhorter JM, Challa VR. Radiofrequency neurectomy in a clinical model. *Neuropathological correlation. J Neurosurgery* 1981; 55: 246-253
- 5) Gray DP, Bajwa ZH, Warfield CA. Facet block and neurolysis. *Interventional pain management*, 2nd ed, Philadelphia: WB Saunders Company, 2001, pp446-483

- 6) Liu DL, Li XI, Shan L, Li Q, Yuan JL, Yuan Q. The anatomic study and clinical observation of the neurectomy of the nerve to the medial gastrocnemius muscle for calf reduction. Zhonghua Zheng Xing Wai Ke Za Zhi 2007; 23: 125-127
 - 7) Ochiai N, Tasto JP, Ohtori S, Takahashi N, Moriya H, Amiel D. Nerve regeneration after radiofrequency application. Am J Sports Med 2007; 35: 1940-1944
 - 8) Kasdon DL, Larthi ES. A prospective study of radiofrequency rhizotomy in the treatment of posttraumatic spasticity. J Neurosurgery 1984; 15: 526-529
 - 9) Choi SK. Morphologic change by destructive effect after injury with alcohol, phenol, glycerol and radiofrequency of the peripheral nerve: an experimental study. J Soonchunhyang Univ 1991; 14: 419-439
 - 10) Borodic GE, Joseph M, Fay L, Cozzolino D, Ferrante RJ. Botulinum A toxin for the treatment of spasmodic torticollis: dysphagia and regional toxin spread. Head Neck 1990; 12: 392-399
-