

뇌성마비 환자의 경직치료에서 고주파 열응고술의 효과

계명대학교 의과대학 재활의학교실

이소영 · 오정섭 · 정윤태 · 최경식

The Effect of Percutaneous Selective Radiofrequency Thermocoagulation in the Treatment of Spasticity with Cerebral Palsy

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

Department of Rehabilitation Medicine, Keimyung University School of Medicine

Objective: To compare the therapeutic effects between radiofrequency thermocoagulation and phenol motor branch block in treatment of spasticity of child with cerebral palsy.

Method: Thirteen patients with spastic cerebral palsy were randomly divided into two groups. One group received percutaneous selective radiofrequency thermocoagulation on tibial nerve motor branch and the other group received phenol motor branch block to the gastrocnemius muscle. Therapeutic effects were assessed before and after treatment for 6 months in each group. The severity of ankle spasticity was assessed with the modified Ashworth scale (MAS), the modified Tardieu scale (MTS), and the passive range of

motion (PROM) of ankle joint.

Results: In both groups, the MAS and MTS decreased, and radiofrequency thermocoagulation group showed more significant reduction of the spasticity ($p < 0.05$). There was a significant increase in PROM on knee flexion and extension in a radiofrequency thermocoagulation group ($p < 0.05$).

Conclusion: Percutaneous selective radiofrequency thermocoagulation could be a treatment option for relieving the localized spasticity of ankle in spastic cerebral palsy with little adverse effect. (*J Korean Acad Rehab Med* 2009; 33: 198-204)

Key Words: Radiofrequency thermocoagulation, Phenol, Cerebral palsy, Spasticity

서 론

뇌성마비는 미성숙한 뇌에 비 진행성 손상을 입었을 때 운동과 자세의 이상을 보이는 일종의 증후군으로 연간 신생아 1,000명당 2~3명의 발생률을 보인다.¹ 뇌성마비의 다양한 유형 중 특히 경직형 뇌성마비 환자들은 경직으로 인한 기능장애, 보행 장애, 성장 저하를 보인다. 그에 대한 치료로는 물리치료,² 경구약물, 알코올이나 페놀을 이용한 신경차단,³ 보조기, 연속적고봉대법, 정형외과적 수술⁴ 및 선택적 후근 절제술⁵ 등이 있다.

항경직성 약물의 경구투여는 효과가 약하며 진정작용, 간독성 같은 전신적인 부작용이 있을 수 있다. 보툴리눔 독소 A형의 경우 약물에 의한 부작용이 적고, 신경-근 연결부에 작용하여 근육 내에 주사하여도 효과가 나타나므로 시술이 간편하여 소아 뇌성마비 환자의 경직 치료에서 널리

사용되는 약물이다.⁶ 그러나 경직의 부위가 넓고 경직의 정도가 심한 경우 효과적인 치료를 위해서는 최대 권장용량을 초과하는 고용량의 약물이 필요하며, 국내에서는 중대한 유해 사례가 보고된 바는 없으나 최근 미국에서는 약물 과량 투여와 관련된 유해 사례가 보고되어 사용시 주의가 요망되며, 간혹 항체 형성으로 인해 치료에 반응을 하지 않는 경우도 있다.⁶ 또한 약물이 고가이므로 고용량이 필요한 환자의 경우나 성장기의 환아에게 반복적인 시술을 하기에는 보호자의 경제적인 부담이 매우 크다.⁷

알코올이나 페놀을 이용한 화학적 신경차단술은 단백질을 변성시켜 말초 신경을 파괴하여 경직의 악화를 유발하는 방법으로 약물의 가격은 저렴하지만 경우에 따라 이상 감각증, 장기간의 근력악화와 같은 부작용이 나타날 수 있으며 시술 시 통증유발 가능성이 있다.⁶

반면 고주파 열응고술을 이용한 신경파괴술은 치료적인 목적으로 중추신경 및 말초 신경에 고주파를 이용한 병변을 발생시키는 물리적인 신경차단술로 신경병증성 통증, 교감신경 의존성 통증, 척추성 통증, 혈행 장애 등에서 통증의 치료를 위해 널리 사용되고 있다. 비수술적 방법으로 삼차신경통의 치료, 성상신경절 경피적차단술, 척추신경차단술, 경피적 후근 신경 차단술 등에 다양하게 이용되며, 시술

접수일: 2008년 3월 3일, 게재승인일: 2008년 10월 2일

교신저자: 오정섭, 대구시 중구 동산동 194번지

☎ 700-712, 계명대학교 동산의료원 재활의학과

Tel: 053-250-7649, Fax: 053-250-7268

E-mail: re@dsmc.or.kr

이 간편하고 입원기간이 짧고 안전하며 낮은 합병률 등 많은 장점이 있다.⁸ 또한 수기면에서 꾸준한 발전이 있어왔고 지금은 그 사용이 점차 증가하는 추세이다.

그러나 뇌성마비 환자에서 고주파 열응고술을 이용한 물리적 신경차단술에 대한 효과 및 기존의 화학적 신경차단술과의 비교는 아직 보고된 적이 없었다. 저자들은 양하지 경직형 뇌성마비 환자에서 고주파 열응고술과 페놀을 이용한 운동분지 신경차단술 후 환자의 경직과 보행 기능의 호전 정도와 시술 후 효과의 지속 기간을 추적, 비교 관찰함으로써 경직의 새로운 치료법으로서 고주파 열응고술의 의의와 임상적 효과를 알아보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1) 연구 대상

2006년 7월부터 2007년 1월 사이에 입원하고 추적관찰이 가능했던 양하지 경직형 뇌성마비 환자 중 만 24개월 이상의 환자에서 비복근 경직으로 역동적 침착 보행을 하는 경우, 수면전신마취의 결격사유가 없으며, 보호자가 동의서에 자발적으로 서명한 환자를 대상으로 하였다. 하지에 고정된 관절 구축이 심하여 시술 후 호전을 보이더라도 임상적으로 보행을 할 수 없는 경우, 과거에 정형외과적 수술을 받은 경우는 제외하였다. 대상 환자들은 총 13명으로 고주파 열응고술군 6명, 페놀 운동분지 차단술군 7명이었으며, 각각 양하지 총 26례를 대상으로 하였다(Table 1). 평균 나이는 56.6 ± 16.8 개월(38~84개월)로 양 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 본 연구는 계명대학교 임상 시험 윤리위원회의 승인을 받아 시행하였다.

2) 연구 방법

대상 환자들의 시술은 전신마취 하에서 수술실에서 시행

하였다. 마취유도는 Thiopental 5 mg을 정주하고 기관내 삽관을 시행하였다. 복와위로 눕히고 마취유지는 sevoflurane 2~4 vol%, O₂ 2 L/min, N₂O 2 L/min으로 유지했다. 이후 신경자극기를 이용하여 좌우 비복근으로 분지하는 경골 운동신경 분지를 확인하였다. 고주파 열응고술을 위한 기기로는 PMG-230 (Baylis Medical[®], Ontario, Canada)과 22 G, 전체 길이 100 mm, 탐침의 말단 부위에 3 mm 비절연부위를 가진 신경차단침을 사용하였다. 고주파열응고술군에서는 표면 전기자극으로 확인한 운동신경분지에 신경 차단침을 꽂고 0.5 mA 이하의 전기 자극에 반응하는 지점을 확인한 후 비복근 내외측 분지에 각각 85°C에서 최소 90초에서 최대 270 초, 평균 162 ± 59.2 초 간 병소를 만들었다. 페놀군에서는 동일하게 비복근 내외측 분지에 7% 페놀을 한 부위당 0.5~1.25 cc, 평균 0.85 ± 0.21 cc 이용하여 운동신경차단술을 실시하였다.

양 군에서 모두 1회의 시술 후 다시 탐침을 이용한 전기 자극을 실시하여 0.5 mA 이하에서 유의하게 지속적으로 근 수축이 관찰될 때 추가적인 시술을 하여 더 이상 신경자극이 되지 않을 때까지 시술을 반복하였다.

시술 후 경직에 미치는 영향에 대한 평가는 modified Ashworth scale (MAS), modified Tardieu scale (MTS)을 이용하였다. MAS는 특정 속도에 관계없이 관절가동 범위를 수동적으로 평가하는 방법이며 통계 처리를 위해 정상인 경우 1점, 관절 각도의 반에서 약간의 저항이나 걸리는 느낌(catch)이 있는 경우는 2점, 현저하게 근육의 톤이 증가한 경우는 3점, 수동운동이 어려우면 4점, 굴곡이나 신전이 어려울 정도로 경직이 있는 경우는 5점으로 분류하여 적용하였다. MTS⁹는 발목 관절을 빠르게 수동으로 배측 굴곡 하였을 때 걸리는 느낌이 나타나는 각도를 resistance 1 (R1), 천천히 배측 굴곡하였을 때 걸리는 느낌이 나타나는 각도를 resistance 2 (R2)로 정의하여 R1과 R2의 차이(R1-R2)를 측정하였다.

시술 후 6개월 동안 MAS와 MTS를 이용한 발목관절의 경직과 수동적 발목관절 가동범위를 1명의 재활의학과 의사가 1개월마다 6개월 동안 추적 관찰하였다.

통계 분석 방법은 SPSS version 11.0을 이용하였으며 고주파 열응고술군과 페놀군의 치료 전후의 MAS, MTS, 수동적 발목관절 가동범위는 Bonferroni test로 MAS, MTS 등을 이용한 경직의 시간에 따른 변화와 고주파 열응고술군과 페놀시술군 간에 경직 감소 효과의 차이를 비교하기 위해서는 시간과 군 간의 교호 작용을 판정할 수 있는 반복 측정 분산 분석법(repeated measures ANOVA)을 사용하였다. 통계학적 유의수준은 95% 신뢰구간($p < 0.05$)으로 하였다.

Table 1. Characteristics of the Patients with Spastic Cerebral Palsy

Subject	Age (month)	Sex	Diagnosis	Weight (kg)	Procedure
1	84	F	CP spastic diplegia	17.5	Radiofrequency
2	38	M	CP spastic diplegia	15	Radiofrequency
3	43	F	CP spastic diplegia	13	Radiofrequency
4	58	M	CP spastic diplegia	13.2	Radiofrequency
5	84	M	CP spastic diplegia	17	Radiofrequency
6	48	F	CP spastic diplegia	14.2	Radiofrequency
7	51	M	CP spastic diplegia	11	Phenol
8	46	M	CP spastic diplegia	13	Phenol
9	42	M	CP spastic diplegia	11	Phenol
10	40	M	CP spastic diplegia	14	Phenol
11	82	F	CP spastic diplegia	18	Phenol
12	60	F	CP spastic diplegia	16	Phenol
13	61	F	CP spastic diplegia	17	Phenol

결 과

1) 시술 전 발목관절 가동범위와 경직의 정도

시술 전 MAS를 이용한 경직의 정도, 슬관절 굴곡, 신전 시 수동적 발목관절 가동범위, MTS를 이용한 슬관절 굴곡, 신전 시 발목관절 가동범위 차이(R1-R2)는 고주파 열응고술군과 폐놀군 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

2) 시술 후 MAS를 이용한 발목관절 경직의 변화

MAS에 의한 경직의 정도를 시술 전과 비교 시 고주파 열응고술군은 시술 직후부터 6개월까지 유의한 호전이 있었고($p < 0.05$), 폐놀군은 경직이 시술 2개월 이후부터 조금씩 증가하는 변화를 보였으나 시술 전과 비교할 때 시술 직후부터 6개월까지 통계적으로 호전 정도가 지속됨을 관찰할 수 있었다($p < 0.05$). 양 군 간에 경직의 감소 효과를 비교할 때 고주파 열응고술 군에서 폐놀군에 비해 MAS에서 통계적으로 유의한 호전을 보였다($p = 0.003$)(Fig. 1).

3) 시술 후 슬관절 신전 시 수동적 발목관절 가동범위의 변화

슬관절 신전 시 수동적 발목관절 가동범위를 시술 전과 비교 시 고주파 열응고술군은 시술 직후 호전을 보여 6개월까지 호전 정도가 지속되었다($p < 0.05$). 폐놀군에서는 시술 전에 비해 통계적으로 유의한 호전을 보이지 않았다($p > 0.05$). 양 군 간에 수동적 발목관절 가동범위는 고주파 열응고술 군에서 폐놀군에 비해 통계적으로 유의한 호전을 보

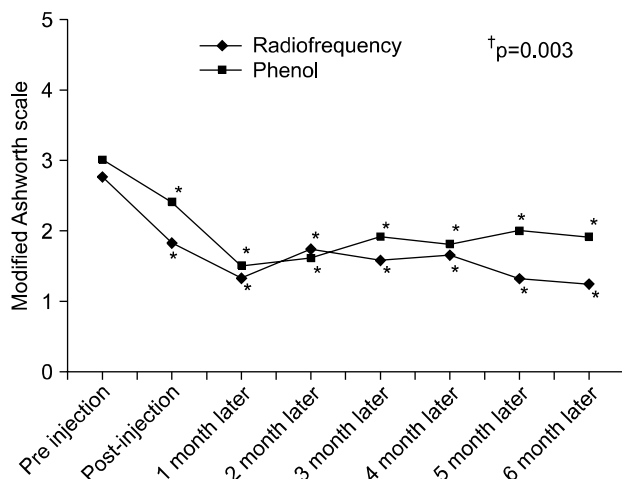


Fig. 1. The comparison of modified Ashworth scale between percutaneous selective radiofrequency thermocoagulation group and phenol motor branch block group for 6 months follow-up. * $p < 0.05$ comparison between pre-treatment and post-treatment by Bonferroni test, $^{\dagger}p$ value comparison between groups by repeated measures ANOVA.

였다($p = 0.005$)(Fig. 2).

4) 시술 후 슬관절 굴곡 시 수동적 발목관절 가동범위의 변화

슬관절 굴곡 시 수동적 발목관절 가동범위를 시술 전과 비교 시 고주파 열응고술군은 시술 직후 호전을 보여 6개월까지 호전이 지속되었다($p < 0.05$). 폐놀군에서는 3개월째

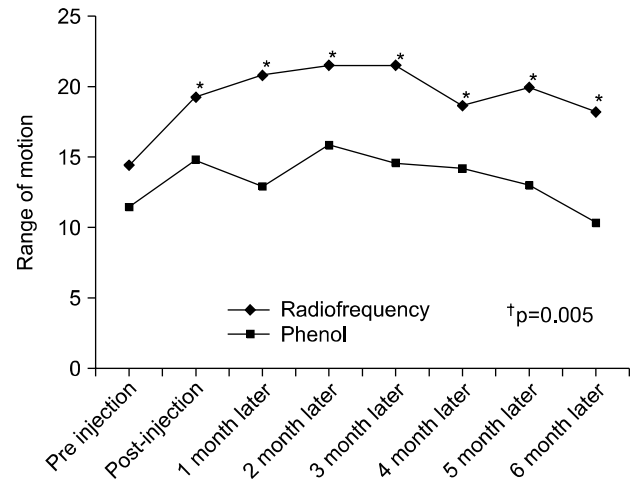


Fig. 2. The comparison of passive range of motion at knee extension between percutaneous selective radiofrequency thermocoagulation group and phenol motor branch block group for 6 months follow-up. * $p < 0.05$ comparison between pre-treatment and post-treatment by Bonferroni test, $^{\dagger}p$ value comparison between groups by repeated measures ANOVA.

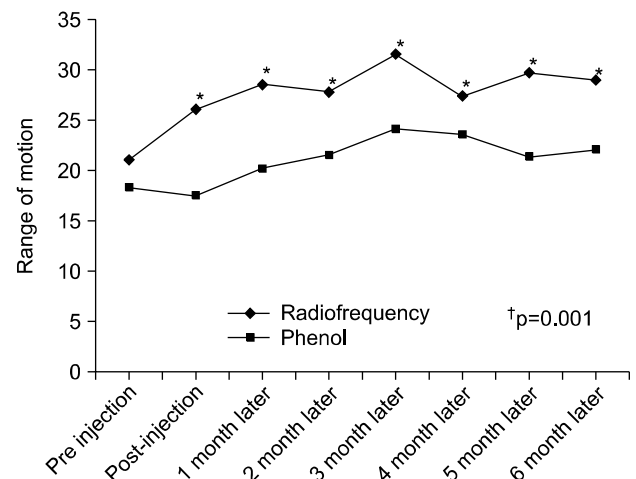


Fig. 3. The comparison of passive range of motion at knee flexion between percutaneous selective radiofrequency thermocoagulation group and phenol motor branch block group for 6 months follow-up. * $p < 0.05$ comparison between pre-treatment and post-treatment by Bonferroni test, $^{\dagger}p$ value comparison between groups by repeated measures ANOVA.

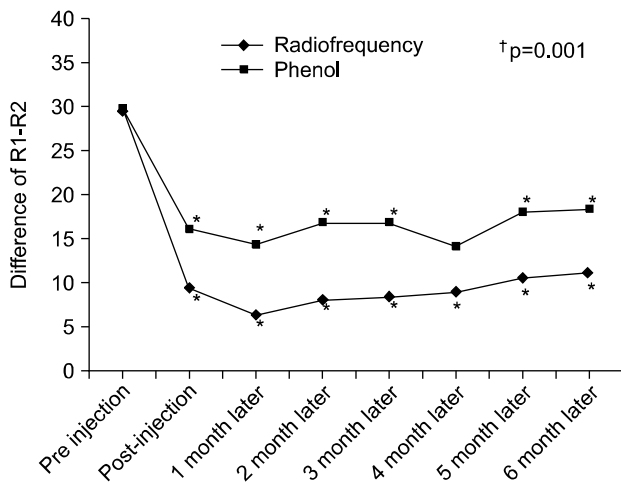


Fig. 4. The difference of R1-R2 of the modified Tardieu scale at knee extension between percutaneous selective radiofrequency thermocoagulation group and phenol motor branch block group for 6 months follow-up. R1: Angle of catch after a fast velocity stretch, R2: Angle of catch after a slow velocity stretch. * $p < 0.05$ comparison between pre-treatment and post-treatment by Bonferroni test, $^{\dagger}p$ value comparison between groups by repeated measures ANOVA.

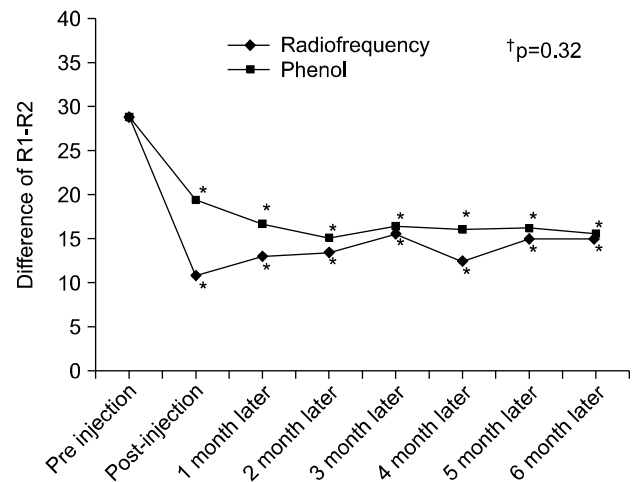


Fig. 5. The difference of R1-R2 of the Modified Tardieu scale at knee flexion between percutaneous selective radiofrequency thermocoagulation group and phenol motor branch block group for 6 months follow-up. R1: Angle of catch after a fast velocity stretch, R2: Angle of catch after a slow velocity stretch. * $p < 0.05$ comparison between pre-treatment and post-treatment by Bonferroni test, $^{\dagger}p$ value comparison between groups by repeated measures ANOVA.

통계적으로 유의한 호전을 보였으나($p=0.023$) 이후 관절가동범위가 감소하여 시술 전에 비해 유의한 호전이 지속되지 못하였다. 양 군 간에 수동적 발목관절 가동범위는 고주파열응고술 군에서 페놀군에 비해 통계적으로 유의한 호전을 보였다($p=0.001$)(Fig. 3).

5) 시술 후 MTS를 이용한 슬관절 신전 시 R1-R2 관절가동범위의 차이

고주파 열응고술군에서는 시술 전과 비교시 시술 직후부터 6개월까지 유의한 호전이 있었다($p < 0.05$). 페놀군에서도 시술 직후부터 6개월까지 유의한 호전이 있었다($p < 0.05$). 양 군 간에 R1-R2 가동범위의 차이는 고주파 열응고술군에서 페놀군에 비해 통계적으로 유의한 호전을 보였다($p=0.01$)(Fig. 4).

6) 시술 후 MTS를 이용한 슬관절 굴곡 시 R1-R2 관절가동범위의 차이

고주파 열응고술군에서는 시술 전과 비교시 시술 직후부터 6개월까지 유의한 호전이 있었다($p < 0.05$). 페놀군에서도 시술 직후부터 6개월까지 유의한 호전이 있었다($p < 0.05$). 양 군 간에 R1-R2 가동범위의 차이는 고주파 열응고술에서 페놀 군에 비해 통계적으로 유의한 호전을 보이지 않았다($p=0.32$)(Fig. 5).

고 찰

고주파 열응고술은 물리적인 신경차단술로서, 고주파 발생기에서 생성된 전류에 의해 활성전극 끝 부분에 전기장을 생성하게 되고, 극성 이온들의 전후 운동에 의해 발생한 마찰열에 의해 조직의 온도가 40° 를 초과하면 병소가 생기는 것을 활용한 것이다. 피복되지 않은 신경 차단침의 모든 부위에서 신경의 비선택적 파괴가 일어나게 되며, 주로 감각신경을 차단하는 방법으로 통증의 조절에 사용되어왔다.

본 연구에서는 동일한 시술을 운동신경의 차단에 사용하였으며, 신경을 파괴한다는 점에서는 감각신경을 대상으로 통증 치료에 사용되는 고주파 열응고술의 기전과 유사하다. 그러나, 운동 신경분지의 차단을 위해 응고술 전 신경자극을 통해 경골신경에서 내외측 비복근으로 분지하는 운동신경분지를 직접 확인하여 시술하므로 감각 이상이나 시술 후 통증과 같은 부작용을 방지할 수 있다. 또한 화학적 신경차단술과 달리 주위 조직에 약물에 의한 확산이나 인접한 신경에 미치는 영향이 적어 경직의 조절에도 효과적으로 사용될 수 있을 것으로 생각한다.

고주파 열응고술은 미세하고 정확한 병소 형성이 가능하고, 온도 조절을 통해 유발하고자 하는 병변의 양적인 조절이 가능하다는 장점이 있다. 또한 탐침을 이용한 전기 자극으로 시술 전 운동신경 분지를 확인할 수 있으므로 의도하지 않은 지점에 병소를 형성하는 것을 방지할 수 있으며, 주위조직을 파괴시키지 않아 반흔조직이 발생하지 않으므

로 안전하고 반복적인 시술이 가능하다는 장점이 있다.¹⁰

고주파 열응고술의 단점으로는 차단 범위가 바늘 끝 수 mm에 국한되어 좁은 부위만 응고시킴으로써 신경이 부분만 차단될 가능성이 있다. Gray와 Bajwa¹¹의 연구에서는 22 G의 단일 신경 차단침을 사용하여 80°C, 90초간 고주파 열응고술을 시행하였을 때 폭이 약 4 mm의 원통모양 병소가 만들어진다고 하였다. Liu 등¹²은 20례의 사체를 통한 연구에서 내측 경골의 운동신경 분지의 두께가 성인의 경우 평균 2.3±0.4 mm라고 하였다. 본 연구에서는 환아가 소아이고 운동신경의 평균 두께를 고려하여 80°C에서 평균 90초 이상 시술하였으므로 신경의 전층에 충분한 열응고술의 효과가 전달되었을 것으로 생각한다.

고주파 열응고술을 이용하여 병소를 만들 때 그 병소의 크기와 모양을 결정하는 인자로는 온도, 시간, 신경 차단침의 두께와 모양 및 매체의 성질 등이 있다. Kapural과 Mekhail⁸은 신경 조직 내의 열이 40~47°C를 초과하면 병소가 형성되며 60°C 이상에서는 단백질이 응고된다고 하였다. Smith 등¹³은 차단침 온도를 75°C로 2분간 응고시킴으로써 모든 신경 섬유를 파괴시킬 수 있다고 하였으며, Wilkinson¹⁴은 고주파 열응고술을 이용한 흉부교감신경차단술시 90°C에서 열응고를 시행하고 나서야 유의한 신경차단 효과를 볼 수 있었다고 하였다. 본 연구에서는 차단침의 온도를 90°C 이하로 설정하여 그 이상 온도에서 조직의 비등(boiling)으로 인해 전극 끝에 조직이 달라붙거나 출혈이 증가하는 등의 합병증¹⁵을 방지하고자 하였다.

신경 차단침으로는 직선형 대신 곡선형의 차단침을 사용하였다. 고주파 열응고술의 경우 고주파전류가 신경 차단침의 비절연 부분에서 타원형으로 전기장을 형성하므로 비절연 부분이 대상 신경 분지와 평행이 되어야만 충분한 신경 차단 효과를 얻을 수 있는데, 직선형 차단침을 사용하게 되면 경골의 운동신경 분지가 신경 차단침의 삽입 방향에 평행으로 위치하기 어렵기 때문에 곡선형의 차단침을 사용하여 불완전 차단 가능성을 낮추었고 병소의 범위를 늘리고자 하였다.

그러나 수차례 응고술을 시행하게 되면 미세하고 정확한 병소 형성이 가능하다는 장점을 살리지 못할 가능성이 있을 수 있다. 이에 대해 저자들은 병소를 형성한 뒤 차단침을 움직이지 않고 전기 자극을 가하여 목표 신경의 반응을 확인한 후 필요한 경우 다시 병소를 형성하였기 때문에 최초의 시술 위치에서 벗어나는 경우는 없었으므로 불완전 차단 가능성을 낮출 수 있으면서 동시에 정확한 부위의 병소 형성이 가능하였다.

본 연구에서 발목 관절의 경직을 측정하고 치료 후 발목 관절의 경직에 미치는 영향에 대한 평가를 위해 MAS와 함께 MTS를 사용하였다. 경직은 긴장성 신장반사가 항진되고 항진된 신장반사는 신장되는 속도에 비례하는 상부운동신경 병변에 의한 운동질환이다.¹⁶ MAS는 속도에 비례해서

증가하는 경직의 측면을 반영하기가 어렵고 척도가 5단계로 나누어져 있기 때문에 경직의 변화에 대한 민감도가 적고 검사자의 주관적인 부분이 많이 들어갈 수 있다. 그러므로 속도의 변화에 따른 경직의 개념에 가깝고 각도의 차이를 통해 좀 더 민감하고 객관적인 측정이 가능한 MTS를 동시에 사용하였다.⁹

이번 연구에서는 MAS를 이용한 경직의 호전 이외에도 슬관절 신전과 굴곡 모두에서 발목관절 가동범위의 호전을 보였다. 비복근은 2개의 관절에 작용하는 근육으로 슬관절 신전시 관절가동범위의 호전은 예상된 결과로 생각한다. 그러나 슬관절 굴곡시에도 발목관절의 호전이 관찰되었는데 이것은 비복근 경직의 호전으로 인해 가자미근 신장에도 영향을 미친 것으로 생각되며 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

슬관절 굴곡시 MTS를 이용한 R1-R2는 고주파열응고술 군과 폐놀군에서 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. Yam과 Leung¹⁷의 연구에서 보면 MAS와 MTS간의 근내 상관계수는 유의한 한계인 0.75를 넘지 않는다고 하였다. 이번 연구에서도 같은 환아들 간에 경직을 측정하더라도 두 가지 척도 간의 차이는 있을 수 있으며 MTS로 측정할 경직에 차이를 보이지 않는 이유로는 수동적 발목관절 가동범위 자체보다는 근육의 연부조직의 변화를 잘 관찰할 수 있는 척도이기 때문일 것이라 생각한다.

폐놀을 이용한 운동점 차단에 의한 경직 완화의 지속기간에 대한 보고는 다양하나, 주로 4개월에서 6개월간의 치료 효과에 대해 보고하고 있다.¹⁸⁻²⁰ 고주파 열응고술 이후 효과의 지속 기간에 대해서는 연구자에 따라 이견이 있다. Ochiai 등²¹의 연구에서는 18마리의 쥐로 실험한 결과에서는 시술 직후 신경의 퇴화(degeneration)가 일어나며 90일이 지나면 재생이 일어난다고 하였고 Kasdon 등²²은 후근신경 절에 고주파열응고술을 시행한 결과 경직에 대한 관찰이 가능했던 12개월까지 호전을 보였다고 하였다. Smith 등¹²의 연구에서는 척수신경과 척수후근 및 전근에 열응고를 시행한 이후 광학현미경과 전자현미경으로 조사한 결과 모든 크기의 신경 섬유가 차별 없이 파괴되었고 6주의 관찰 기간동안 신경 재생의 증후는 없었다고 하였다. 그러나 뇌성마비 환아를 대상으로 시행한 이번 연구와는 고주파 열응고술을 시행한 대상과 부위, 병소를 만드는 절연면의 크기 및 병소의 수가 다르기 때문에 직접적으로 비교할 수는 없을 것이다.

고주파 열응고술을 이용한 물리적 신경차단술이 폐놀이나 알코올 등의 화학적 신경차단술에 비해 효과가 오래 지속될 수 있는 이유로는 양 시술간의 원리가 다르기 때문이라고 생각한다. 폐놀은 강력한 단백질 변성물질로서 말초신경의 축색 변성을 일으키지만 신경수초의 연속성을 유지하기 때문에 축색이 다시 재생될 수 있어 효과가 오래 지속되지 못할 가능성이 있다. 반면 고주파 열응고술의 경우에는

는 60°C 이상에서 일어나게 되는 단백질의 변성 이외 일정 범위 안에 있는 신경의 연속성을 비특이적으로 파괴시킴으로써 신경 재생의 기간을 최대한 늦출 수 있었을 것이다. 최²³의 연구에서 43마리 쥐의 좌골신경에 알코올, 페놀을 이용한 화학적 차단술과 고주파 열응고술을 시행한 후 광학 현미경과 전자 현미경으로 관찰한 결과 75°C로 열응고술을 시행한 군에서 손상의 정도가 가장 심했으며 재생이 가장 늦게 일어나고 재생형태에 있어서도 가장 불완전하였다고 하였으며, 이는 본 연구의 지속적인 경직의 호전 결과를 뒷받침할 수 있겠다.

그 외 많이 사용되는 뇌성마비 경직의 수술적 치료로는 선택적 후궁 절제술이 있다. Fasano 등²⁴과 Sindou 등²⁵은 선택적 후궁 절제술의 경우 감각손실 없이 경직과 근긴장도를 감소시켜 뇌성마비 아동의 근력 및 운동 능력의 질적, 양적 향상과 관절 변형의 구축을 방지할 수 있는 효과적인 수술방법이라고 하였다. 그러나 선택적 후궁 절제술의 경우 합병증으로 감각저하, 배뇨곤란, 폐렴, 배변 장애 등이 올 수 있으며 척추의 불안정성 및 척추변형 같은 영구적인 장애를 초래할 수 있다.⁶ 고주파 열응고술의 경우 이러한 합병증을 최대한 배제할 수 있을 것이며 향후 고주파 열응고술을 새로운 경직 치료의 방법으로 널리 사용하기 위해서는 좀더 많은 수의 환아를 대상으로 시술의 안정성과 효과 및 지속기간에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

결 론

고주파 열응고술을 이용한 운동신경분지 차단술은 페놀 차단술에 비해 경직의 감소, 관절가동범위의 호전, 치료효과와 지속기간에 있어서 통계적으로 유의한 효과를 나타내었다. 그러므로, 고주파 열응고술은 뇌성마비 환자의 경직 치료를 위한 새로운 방법으로 사용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 1) Nelson KB, Grether JK. Causes of cerebral palsy. *Curr Opin Pediatr* 1999; 11: 487-491
- 2) Kanda T, Yuge M, Yamori Y, Suzuki J, Fukase H. Early physiotherapy in the treatment of spastic diplegia. *Dev Med Child Neurol* 1984; 26: 438-444
- 3) Carpenter EB, Seitz DG. Intramuscular alcohol as an aid in management of spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1980; 22: 497-501
- 4) Etnyre B, Chambers CS, Scarbrough NH, Cain TE. Pre-operative and postoperative assessment of surgical intervention for equinus gait in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 1993; 13: 24-31
- 5) Peacock WJ, Staudt LA. Functional outcomes following selective posterior rhizotomy in children with cerebral palsy.

- J Neurosurg* 1991; 74: 380-385
- 6) Elovic E, Bogey R. Spasticity and movement disorder. In: DeLisa JA, Gans BM, Walsh NE, Bockenek WL, Frontera WR, Geiringer ST, Gerber LH, Pease WS, Robinson LR, Smith J, et al, editors. *Physical medicine and rehabilitation: principle and practice*, 4th ed, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005, 1427-1446
- 7) Kirazli Y, On AY, Kismali B, Aksit R. Comparison of phenol block and botulinus toxin type A in the treatment of spastic foot after stroke: A randomized, double-blind trial. *Am J phys Med Rehabil* 1998; 77: 510-515
- 8) Kapural L, Mekhail N. Radiofrequency ablation for chronic pain control. *Curr Pain Headache Rep* 2001; 5: 517-525
- 9) Haugh AB, Pandyan AD, Johnson GR. A systematic review of the Tardieu Scale for the measurement of spasticity. *Disability and Rehabilitation* 2006; 28: 899-907
- 10) Kline MT, Yin W. Radiofrequency techniques in clinical practice. *Interventional pain management*, 2nd ed, Philadelphia: WB Saunders Company, 2001, 243-293
- 11) Gray DP, Bajwa ZH, Warfield CA. Facet block and neurolysis. *Interventional pain management*, 2nd ed, Philadelphia: WB Saunders Company, 2001, 446-479
- 12) 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
- 13) Smith HP, McWhorter JM, Challa VR. Radiofrequency neurolysis in a clinical model. *Neuropathological correlation. J Neurosurg* 1981; 55: 246-253
- 14) Wilkinson HA. Percutaneous radiofrequency upper thoracic sympathectomy. *Neurosurgery* 1984; 15: 811-814
- 15) Shim JC. Characteristics and mode of action of radiofrequency lesions. *J Kor J pain* 2002; 15: 99-109
- 16) American Academy of Neurology. Assessment: clinical usefulness of botulinum toxin-A in treating neurologic disorder. *Neurology* 1990; 40: 1332-1336
- 17) Yam WK, Leung MS. Interrater reliability of modified ashworth scale and modified tardieu scale in children with spastic cerebral palsy. *J Child Neurol* 2006; 21: 1031-1035
- 18) Beckerman H, Becher J, Lankhorst GJ, Verbeek AL. Walking ability of stroke patients: efficacy of tibial nerve blocking and a polypropylene ankle-foot orthosis. *Arch Phys Med Rehabil* 1996; 77: 1144-1151
- 19) Bodine-Fowler SC, Allsing S, Botte MJ. Time course of muscle atrophy and recovery following a phenol induced nerve block. *Muscle Nerve* 1996; 19: 497-504
- 20) Halpern D, Meelhuysen FE. Duration of relaxation after intramuscular neurolysis with phenol. *JAMA* 1967; 200: 1152-1154
- 21) 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

- 22) Kasdon DL, Larthi ES. A prospective study of radiofrequency rhizotomy in the treatment of posttraumatic spasticity. Neurosurgery 1984; 15: 526-529
 - 23) Choi SK. Morphologic change by destructive effect after injury with alcohol, phenol, glycerol and radiofrequency of the peripheral nerve: An experimental study. J of Soonchunhyang Univ. 1991; 14: 419-439
 - 24) Fasano VA, Broggi G, Barolat-Romana G, Sguazzi A. Surgical treatment of spasticity in cerebral palsy. Childs Brain 1978; 4: 289-305
 - 25) Sindou M, Mifsud JJ, Boisson D, Goutelle A. Selective posterior rhizotomy in the dorsal root entry zone for treatment of hyperspasticity and pain in the hemiplegic upper limb. Neurosurgery 1986; 18: 587-595
-