고주파열응고술을 이용한 요부교감신경절제술에서 수술기주위의 온도변화

한림대학교 의과대학 마취과학교실

정배희 · 신근만 · 김현주 · 이기헌
김태성 · 홍순용 · 최영룡

= Abstract =

Perioperative Temperature Changes Observed in Cases of Lumbar Sympathectomy Using RF Thermocoagulation

Bae Hee Jung, M.D., **Keun Man Shin,** M.D., **Hyun Ju Kim,** M.D.
Kee Heon Lee, M.D., **Tae Sung Kim,** M.D., **Soon Yong Hong,** M.D.
and **Young Ryong Choi,** M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Hallym University, Kangwon, Korea

Background: Currently, minimally invasive operations are preferred to open surgery whenever possible. Lumbar sympathectomy using RF (radiofrequency) thermocoagulation is both safe and minimally invasive. The problem with the technique is that it cannot be performed successfully in a significant number of cases. If the temperature change in the sole is monitored immediately after the procedure then it can be determined if the procedure needs to be repeated.

Methods: A curved tip cannula, 150 mm long with a 10 mm active tip, was used for RF lumbar sympathectomy. The temperature of the soles of both the foot on the affected side and the foot on the control side was monitored immediately before the procedure, immediately after making the L2 lesion, immediately after making the L3 lesion and at 5, 10, and 15 minutes after the procedure.

Results: No statistically significant difference was observed in the temperature of the two soles before making the lesions. In the 24 of the 27 patients, there were prominent differences in temperature between the two soles at 10 minutes after the procedures. 11 of the 24 patients showed a significant temperature change after the first trial. But the remaining 13 required a second lesion on L2 and L3.

Conclusions: We judged the success of the operation in the operating room by monitoring the temperature difference in the soles of the feet. When no increase in the temperature difference is observed, we can move the electrode and make another lesion. With this procedure, we can drastically increase the success rate of the procedure.

Key Words: Equipment: curved tip electrode. Monitoring: temperature. Surgery: radiofrequency lumbar sympathectomy.

책임저자 : 정배희, 강원도 춘천시 교동 153번지, 한림대학교 의과대학 춘천성심병원 마취과학교실, 우편번호: 200-704
Tel: 033-252-9970, 교(228), Fax: 033-252-0941, E-mail: baebae-h-0511@hanmail.net

서 론

최근에 합병증을 줄이기 위해 조직을 절개하여 수술하는 고전적 수술방법보다는 경피적 수술과 같은 최소침습적 수술법이 선호되고 있다. 고주파열응고술(radiofrequency lesion generation)을 이용한 요부교감신경절제술은 전신마취나 조직절개 등이 필요 없는 이상적인 최소침습적 방법이지만 그 성공률이 낮아 고전적 수술방법을 완전히 대신하기는 어려운 실정이다. 최근에 곡선전극(curved tip electrode)이 개발되고 수기가 발전하는 등으로 인해 그 성공률이 점차 높아지고 있음에도 불구하고, 요부 교감신경절은 위치가 매우 다양하여 고주파열응고술을 적용하기가 쉽지 않다. 그러나 만일 수술기주위에 성공여부를 알 수 있다면 전극의 위치를 변경하여 병소를 다시 만듦으로써 성공률을 높일 수 있을 뿐만 아니라 여의치 않을 경우 다른 시술법으로의 전환을 빨리 시행할 수 있어 환자에게 신뢰감을 높일 수 있다. 요부 교감신경절제술의 성공여부는 하지온도의 변화 및 발한 정도로 측정할 수 있으나 수술실 내에서는 대부분의 환자가 발한이 멈추기 때문에 수술 중 또는 수술 직후에 발한의 변화를 측정하는 것은 쉽지 않다. 따라서 하지의 온도 변화 측정이 요부 교감신경절제술이 적절히 시행되었는지를 판단하는 기준이 될 수 있을 것이다.

본 교실에서는 수술기주위 동안 고주파열응고술을 이용한 요부 교감신경절제술을 시행하면서 온도의 변화를 측정하였고, 이것을 수술시 성공여부를 판단하는 기준으로 삼아 좋은 성과를 얻었기에 이를 보고하는 바이다.

대상 및 방법

1999년 3월부터 2000년 6월까지 본 통증치료실에 내원한 환자 27명을 대상으로 하였으며 환자들은 다한증 10명, 복합 부위 통증 증후군 3명, 비특이성 요통 10명, 원인미상의 하지 냉증이 4명이었다(Table 1). 환자들은 보존적 치료에 반응하지 않았으며 0.25% bupivacaine을 사용한 시험차단에 반응을 보였다.

환자에게 시술에 대해 충분히 설명한 후 승낙서를 받았으며 시술 전 환자에게 전투약은 하지 않았으며 방사선이 투과할 수 있는 테이블에 복와위를 취하였다.

수술 전, 중, 후의 온도변화를 알아보기 위해 양쪽 발바닥에 피부온도 측정기(Sirecust 960, Siemens, Sweden)를 붙이고 발목까지 노출시켰다. 발바닥 온도가 변화가 없을 때까지 기다렸다가 측정된 온도를 수술 전 온도로 하였으며 실내온도는 23~24°C를 유지하도록 하였다. C자형 방사선 투시기(Siremobil, Siemens, Germany)로 요추 전후상을 보며 제 2요추의 위치를 확인하고 C자형 방사선투시기로 약 25~30° 정도 돌려 횡돌기 끝과 척추체의 전연이 겹치도록 하였다. 이러한 사위방향촬영술상(oblique view)에서 제 3요추 하연과 전연이 만나는 지점에 25 G 주사침을 사용하여 국소마취제로 피부를 침윤시킨 후 캐뉼러(150 mm, insulated cannula with 10 mm curved active tip, RFK-C15D-B, Radionics®, USA)를 삽입하였다. 제 3요추추체를 상하 4등분하였을 때 상방 1/4과 하방 3/4이 만나는 지점을 향하여 캐뉼러를 전진시킨다. 캐뉼러가 일단 그 지점에 도달하면 C자형 방사선 투시기를 측면상으로 돌려 캐뉼러의 끝이 척추체의 전연과 일치하도록 조금 더 전진시켰다. 다시 전후상으로 돌려 캐뉼러끝이 척추뿌리(pedicle)의 외측연보다 내측에 위치함을 확인하고 그렇지 않은 경우 캐뉼러의 위치를 다시 조정하였다. 제 2요추는 상방 2/3와 하방 1/3의 만나는 지점을 향하여 제 3요추에서와 같은 방법으로 캐뉼러를 위치시켰다(Fig. 1).

병소를 만들기 전에 제 2요추와 제 3요추에서 50 Hz, 1 volts의 자극을 가했을때 서혜부에 통증이 없음을 확인하고 2 Hz, 3 volts의 자극에서 하지 및 서혜부에 속상수축이 없음을 확인하였다. 산소마스크로 산소를 6 l/min로 공급하면서 fentanyl 100 μg과 의식의 소실이 있을때까지 1% propofol을 150 ml/h 속도로 주입한 후 의식이 소실되면 주입을 멈추고

Table 1. Demographic Data

Age (yr)	59±9.6
Sex (M/F)	10/17
No. patients per diagnosis	
Hyperhidrosis	10
CRPS	3
Non-specific LBP	10
Cooling sensatione in L/E	4

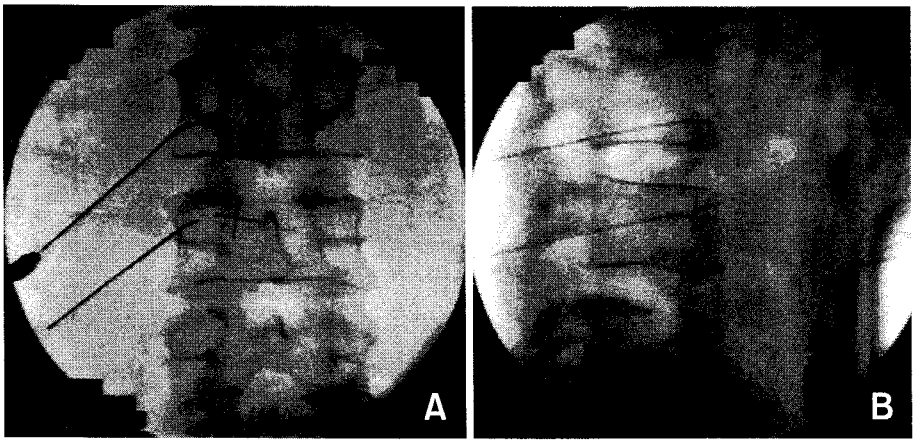

Fig. 1. Anterioposterior radiograph (A) and lateral radiograph (B) show the RF cannula positions at L2 and L3 levels for lesioning of lumbar sympathetic ganglion.

80°C에서 60초간 병소를 만들었으며, 병소를 만드는 중에 통증반응이 심한 경우에는 시술을 멈추고 propofol 0.5 mg/kg을 추가로 정주한 후 다시 시도하였다. 산소포화도가 떨어지는 환자는 일시적인 보조호흡을 하였다. 제 3요추 병소를 만들기 위해서는 추가로 약물을 주입하지 않았으며 제 2요추와 마찬가지로 80°C에서 60초간 병소를 만들었다. 온도의 변화는 양측 발바닥중앙부위에서 피부온도 측정기를 이용하여 시술한 발과 시술하지 않은 발의 온도차이의 변화를 조사하였는데 온도측정은 제 2요추에 병소를 만든 직후, 제 3요추에 병소를 만든 직후, 제 3요추에 병소를 만든 후 5분, 10분, 15분에 각각 시행하였다. 15분 후에도 0.8°C 이상 온도가 올라가지 않은 경우 L2, L3에서 각각 전극을 5 mm 미측으로 이동하여 다시 병소를 만들었으며 3차 시도는 하지 않았다.

통계처리는 SAS system (version 6.12)를 사용하였으며 반복측정에 의한 분산분석법을 적용하여 $P<0.05$인 것을 통계적으로 유의한 차이가 있다라고 판정하였다.

결 과

수술 전과 수술 후 15분에 측정된 온도에 있어서 양쪽발의 온도차이가 0.8°C 이상인 경우는 27명 중 24명으로 1차 수술 후에 온도변화가 일어난 경우는 13명, 2차 수술을 반복 후 온도변화가 일어난 경우는 11명이었고 3명에서는 온도변화가 없었으며 이들 3명은 다한증 1명, 복합 부위 통증 증후군(CRPS) 1명, 비특이성 요통 1명이었다.

Table 2. Temperature Changes in the Affected Sole and Changes in the Temperature Difference between the Two Soles over Time

	Temp. changes (°C)	Temp. difference between the two soles (°C)
Pre-operative	32.0±2.3	−0.4±1.6
Immediately after L2 lesion	33.0±1.9	0.5±1.3*
Immediately after L3 lesion	34.4±1.4	1.5±1.7*†
5 minutes after L3 lesion	35.0±1.0	2.5±1.9*†
10 minutes after L3 lesion	35.5±0.8	2.9±1.9*†
15 minutes after L3 lesion	35.5±0.7	3.0±1.9*

*: $P<0.05$, compared with the pre-operative group.
†: $P<0.05$, compared with the immediately previous group.

시술한 발의 온도는 모든 환자에서 시술이 끝난 10분 후부터 0.8°C 이상 증가되었다(Table 2, Fig. 2).

시술한 발과 시술하지 않은 발사이의 온도차이는 시술 전에는 유의한 차이는 없었으며 제 2요추에 병소를 만든 직후부터는 통계학적으로 유의한 차이가 있었고 수술 후 10분에는 24명 모두에서 0.8°C 이상의 차이가 있었다(3.0±1.9°C, $P<0.05$)(Table 2, Fig. 3).

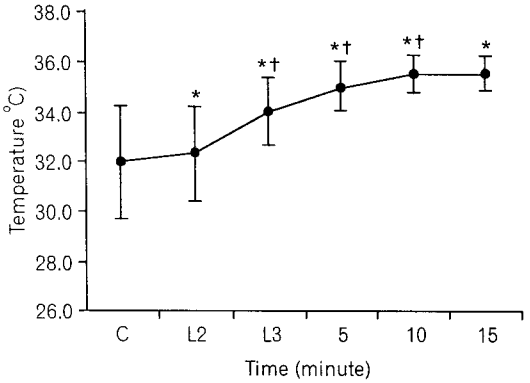

Fig. 2. The graph shows the changes in temperature over time of the affected sole. C: control. L2: immediately after making the L2 lesion. L3: immediately after making the L3 lesion. *: $P<0.05$, compared with the pre-operative group. †: $P<0.05$, compared with the immediately previous group.

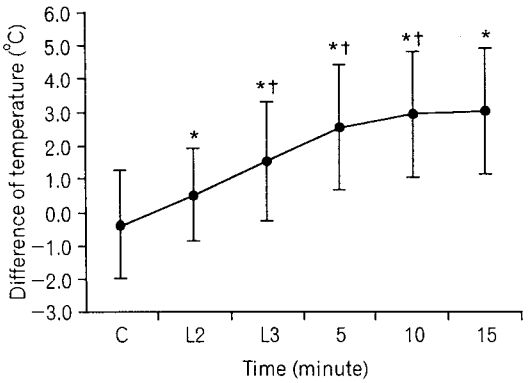

Fig. 3. This graph shows the temperature difference between the two soles over time. C: control. L2: immediately after making the L2 lesion. L3: immediately after making the L3 lesion. *: $P<0.05$, compared with the pre-operative group. †: $P<0.05$, compared with the immediately previous group.

4명에서 일시적인 서혜부 통증과 12명에서 2~3일간 일시적인 요통을 호소한 것 이외에는 별다른 합병증은 없었다.

고 찰

교감신경계에 대한 신경파괴술의 사용이 1924년 처음으로 Adson등[1]에 의해 시도되었는데 이후 말초혈관질환이 있는 환자에서 혈류를 증진시키기 위해 사용되었다[2]. 교감신경절제술은 혈관을 확장시킴으로써 혈류를 증가시키고 손과 하지의 온도를 상승시킨다. 요부 교감신경절제술은 하지를 지배하는 교감신경을 차단해서 하지의 혈행개선, 발한정지를 일으키고 또한 교감신경계 구심로가 관여하는 통증을 해소시키는 것을 목적으로 한다[3]. 요부교감신경절은 요추추체의 전측방에 위치하며, 사람에 따라 각각의 신경절의 위치와 모양 크기는 다양하다. 제 2요추 교감신경절은 추체의 상방 2/3와 하방 1/3이 만나는 지점에 놓여있으며 제 3요추신경절은 추체의 상방 1/3과 하방 2/3이 만나는 지점에 놓여있다[4]. 교감신경절제술은 복합 부위 통증 증후군, 동상, 하지의 암성통증, 버거스병, 폐쇄성 동맥질환, 다한증, 냉증, 레이노드병 등 여러 질환에 적용되는 치료방법으로 적용범위가 넓어지고 있다[5]. 요부 교감신경절제술의 방법은 외과적 방법과 경피적 방법이 있으며 경피적 방법으로는 고주파열응고술을 이용한 정위적 방법과 신경 파괴제를 이용한 방법이 있다. 외과적 방법은 많은 통증 증후군, 특히 혈관 질환에 의한 통증 증후군에서 많이 사용되었으나 수술 후 복막후방 출혈, 교감신경절제술 후 신경통, 음부대퇴신경의 손상, 요관손상 등의 발생률이 높을 뿐[6] 아니라 전신상태가 좋지 않은 환자에게 적용하기 어려우며, 전신마취에 대한 두려움 때문에 많은 환자들이 경피적인 방법을 선호하고 있다. 신경파괴제를 이용한 교감신경절제술은 지주막하로의 주입, 체신경의 손상, 교감신경절제술 후 신경통 등의 가능성이 있어 그 적용을 신중히 고려해야 한다[5,7,8].

고주파열응고술을 이용한 정위적 교감신경절제술은 1979년에 Wilkinson[9,10]이 수부 다한증과 혈관질환 등을 위해 흉부에 처음 적용하였으며, 1982년에는 Pernak[5]이 반사성 교감신경성 위축증, 혈관질환 등을 위해 요부 교감신경절제술에 적용하여 시술의 간편성 및 짧은 입원기간, 임상적 금기사항이 없다는 점, 안전성, 낮은 합병률 등 많은 장점을 보고하였다.

고주파열응고술은 정교한 파괴영역의 조절능력과 적은 합병증 발생률 등으로 인해 신경절제술을 위한 효과적이고 안전한 방법으로 널리 사용하게 되었다[11,12].

저자는 Kline의 방법을 따라 해부학적 위치를 정한 뒤 추체 전연의 5 mm 후방에서 병소를 만들고 다시 5 mm 앞으로 전진하여 두 번째의 병소를 만들

었으나 좋은 결과를 얻지 못하였다. 신근만등[13]은 Noe와 Haynworth[7]의 방법에 Wilkinson[14]의 주장을 합하여 병소를 만들었으나, 제 2요추의 경우 병소를 3~4개 만들었다. 본 연구에서는 절연이 되지 않은 active tip이 곡선전극형태로 이루어져 척추체모양의 곡선화와 일치하므로 전극 끝이 척추체에 밀착될 수 있어 병소를 1개로 줄일 수 있다.

성공적인 교감신경절제술은 수술 중 정확한 신경조직의 확인에 달려 있다. 외과적인 방법은 교감신경 및 신경절의 조직학적 진단이 가능하지만 경피적인 방법은 조직학적 진단이 불가능하므로 교감신경절제여부를 판정할 수 있는 객관적인 지표가 필요하다. 수술 전후의 수술효과에 대한 객관적 지표로 컴퓨터 적외선체열측정기[15], 교감신경성 피부반응[15,16], 국소 발한율[17], 전기 생리학적 검사와[18] 피부온도의 측정 등이 있다. 이중에서 수술 중에 쉽게 시행할 수 있는 피부온도를 측정함으로써 수술 중 교감신경이 절제되면 피부의 혈관확장 효과에 의해 온도가 상승됨을 확인하여 성공여부를 판단하는데 있어서 중요한 지표가 될 수 있다고 하였다[19,20]. Kao등[16]은 전신마취하 흉부교감신경절절제술 전후 약 3°C 정도 수부온도증가를 보였으며 이에 그들은 수부온도감시가 수술 중 정확한 교감신경절의 위치확인 및 절제술 후 치료효과를 판단하는데 있어서 필수적인 감시장치라고 하였으며, Linder등[20]은 교감신경절제술 후 약 0.8°C 정도의 수부 온도 상승에서도 수술 성공을 보고하였다.

저자는 병소를 만들기 전에 50 Hz, 1 volts의 자극에서 서혜부에 통증이 없음을 확인하고, 2 Hz, 3 volts의 자극에서 하지 및 서혜부에 속상수축이 없음을 확인하였다. 음부대퇴신경은 제 1요추신경과 제 2요추신경이 합쳐져 이루어지는데 이러한 신경의 손상을 방지하기 위하여 자극실험을 하였다. 자극실험으로 이상이 없음을 확인한 후 병소를 가하기 전에 fentanyl과 propofol로 제통 및 의식소실을[21] 유도하였는데, 병소를 가할 때 제통을 위하여 국소마취제를 사용하면 그것으로 인한 하지온도의 변화가 있을 수 있음으로 그러한 오차를 제거하기 위해 사용하였다. 또한 측정기를 피부에 단단히 부착하고 실내온도를 일정온도로 유지하여 환경적 영향을 최소화시켰으나 실내온도에 따른 체온의 변화가 있을 수 있음을 고려할 때 시술한 발에서의 온도변화보다는 양쪽발의 온도차이의 변화가 교감신경절제술의 효과를 더 잘 반영하리라 생각된다.

본 실험의 결과 제 2요추에 병소를 만든 직후부터 통계학적으로 유의한 변화가 있었으며 수술 후 10분에는 수술을 성공한 24명 전 환자에서 양발의 온도차가 0.8°C 이상 증가하였다. 그러나 이중 13명은 한 번의 시도로 이러한 결과를 얻었으나 남은 11명은 전극을 이동한 후 반복하여 병소를 만듬으로써 비로소 온도의 상승을 얻을 수 있었다. 따라서 경피적 교감신경절 고주파열응고술을 시행할 때 교감신경 주위에 국소마취제를 주사하지 않고 신경이완진통등의 방법을 사용하여 병소를 만들고, 10분 이상 기다려보아도 온도변화가 없으면 전극을 이동하여 수술을 반복하여 시도함으로써 이 수술의 성공률을 획기적으로 높일 수 있을 것으로 생각된다. 결과가 만족스럽지 못했던 경우는 추체에 골극이 크게 형성되어 있거나 척추체 모양이 심하게 변형된 척추증(spondylosis) 환자들로 이러한 환자들에게는 처음부터 절개술을 통한 외과적 수술을 고려하는 것이 좋으리라 생각된다.

참 고 문 헌

1) Adson AW, Brown GE: Treatment of Raynaud's disease by lumbar ramisection and ganglionostomy and perivascular sympathetic neurectomy of the commom iliac. JAMA 1924; 84: 1908-10.
2) DeBakey ME, Creech O, Woodhall JP: Evaluation of sympathectomy in arteriosclerotic peripheral vascular disease. JAMA 1950; 144: 1227-331.
3) 홍정길: 흉부와 요부 교감신경절 차단. 통증의학, 둘째판, 대한통증학회 교과서 편찬위원회, 서울. 군자출판사. 2000, pp383-9.
4) Walman SD, Winnie AP: Interventional pain management. Pennsylvania, WB Saunders company. 1996, pp 211-7.
5) Pernak J: Percutaneous radiofrequency thermal lumbar sympathectomy. The Pain Clinic 1995; 8: 99-106.
6) Rutherford RB: Vascular Surgery. Philadelphia, WB Saunders company. 1977, pp560-1.
7) Noe CE, Haynsworth RF: Lumbar radiofrequency sympatholysis. J Vasc Surg 1993; 17: 801-6.
8) Kline MT: Stereotactic radiofrequency lesions. Florida, Deutsch press inc. 1992, pp72-6.
9) Wilkinson HA: Percutaneous radiofrequency upper

thoracic sympathectomy: a new technique. J Neurosurg 1984; 15: 811-4.
10) Wilkinson HA: Stereotactic radiofrequency sympathectomy. The Pain Clinic 1995; 8: 107-15.
11) Vervest ACM, Stolker RJ, Groen GJ: Radiofrequency lesioning for pain treatment: a review. The Pain Clinic 1995; 8: 175-89.
12) Cosman ER, Nashold BS, Bedenbaugh P: Stereotactic radiofrequency lesion making. Appl Neurophysiol 1983; 46: 160-6.
13) 신근만, 신삼철, 홍순용, 최영룡, 김 철: 정위적 요부교감신경절제술: 새로운 변형. 대한마취과학회지 1997; 32: 850-6.
14) Wilkinson HA: Sterotactic radiofrequency sympathectomy. The Pain Clinic 1995; 8: 107-15.
15) Chuang TY, Yen YS, Chiu JW, Chan RC, Chiang SC, Hsiao MP, et al: Intraoperative monitoring of skin temperature changes of hands before, during, and after endoscopic thoracic sympathectomy: using infrared thermograph and thermometer for measurement. Arch Phys Med Rehabil 1997; 78: 85-8.
16) Kao MC, Tsai JC, Lai DM, Hsiao YY, Lee YS, Chiu MJ: Autonomic activities in hyperhidrosis patients before, during and after endoscopic laser sympathectomy. J Neurosurg 1994; 34: 262-8.
17) Shin CJ, Lin MT: Thermoregulatory sweating in palmar hyperhidrosis before and after upper thoracic sympathectomy. J Neurosurg 1979; 50: 88-94.
18) Lindquist C, Fedoresak I, Steig PE: Electrophysiological aid in high thoracic sympathectomy for palmar hyperhidrosis. J Neurosurg 1989; 24: 449-52.
19) 권옥희, 김종일, 반종석, 민병우: 알코올을 이용한 흉부교감신경절 차단술에 대한 임상경험 및 합병증. 대한통증학회지 1995; 8: 374-7.
20) Linder A, Friedel G, Tomes H: Palmar thermometry for intraoperative success control of thoracic sympathectomy. J Thorac Cardiovas Surg 1993; 41: 242-4.
21) 길호영, 이기헌, 박영주: 상부위장관내시경을 위한 propofol의 지속정주. 대한정맥마취학회지 1999; 3: 105-10.