

복합부위통증증후군 환자에서 척수자극술과 교감신경 고주파열응고술 - 증례 보고 -

가톨릭대학교 의과대학 마취통증의학교실, *순천향대학교 의과대학 마취통증의학교실

김시현 · 문동언 · 박종민 · 유건희 · 서경수 · 유시현*

= Abstract =

Thoracic Spinal Cord Stimulation and Radiofrequency Thermocoagulation of Lumbar Sympathetic Ganglion in a Patient with Complex Regional Pain Syndrome in the Lower Extremity

- A case report -

Shi Hyeon Kim, M.D., Dong Eon Moon, M.D., Chong Min Park, M.D.,
Keon Hee Ryu, M.D., Kyung Soo Seo, M.D., and Sie Hyun You, M.D.*

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, The Catholic University, Seoul
*Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Soonchunhyang University Hospital, Cheonan, Korea

Herein is described the successful treatment of complex regional pain syndrome type II with the combination treatment of spinal cord stimulation and radiofrequency thermocoagulation of the lumbar sympathetic ganglion. A 62 years old male patient, suffering from CRPS type II in his left lower extremity, visited our pain clinic. Medication and nerve blockade produced only slight improvement in his symptoms and signs. Therefore, a linear type spinal cord simulator was inserted into the thoracic epidural space, using a non-surgical percutaneous approach, with the cephalad lead located at the T11 level. Two months later, the repositioning of the electrode to the T12 level for more effective pain control, with radiofrequency thermocoagulation of lumbar sympathetic ganglion also performed at the left L2 and 3 levels for the control of trophic change. These resulted in significant pain relief and decreased trophic change, with no complications, after which the patient was able to resume a normal life. (Korean J Pain 2005; 18: 240-245)

Key Words: complex regional pain syndrome, radiofrequency thermocoagulation of lumbar sympathetic ganglion, spinal cord stimulation

복합부위통증증후군(complex regional pain syndrome, CRPS)은 사지의 외상이나 신경손상, 골절, 뇌졸중, 척수손상, 심근경색 등 다양한 인자에 의해 발생하는 신경병증 통증(neuropathic pain)으로 대부분의 경우 선행손상의 정도나 위치는 환자의 주관적인 증상, 객관적인 증후와 일치하지 않거나 비례하지 않는 경우가 많으며, 임상적으로 자율신경, 운동신경 및 체성감각신경의 장애 등을 특징으로 한다. 병태생리학적으로 말초의 신경인성 염증반응(neurogenic inflammatory process)뿐만 아니라 중추신경계의 기능적인 변화(functional change)가 관련되어 있으며, 또한 교감신경계도 지

속적인 통증과 자율신경장애에 주요 역할을 한다.¹⁾ 이 질환의 절대적인 검사방법은 없으며 주의 깊은 임상조건과 부가적인 검사들을 바탕으로 한 정확한 조기 진단이 매우 중요하고 초기에 다양한 방법에서의 적극적인 신경 치료가 이루어지지 않으면 통증이 만성화되고 악화되는 등 난치성 통증으로 이행되어 예후가 좋지 않다.^{2,3)} 저자들은 약물치료와 신경블록으로 통증조절이 만족스럽지 못한 외상 후 신경절단에 의해 유발된 하지 복합부위통증증후군 II형 환자에서 흉부 척수자극술(spinal cord stimulation)과 요부 교감신경 고주파열응고술(radiofrequency thermocoagulation)을 시행하

접수일 : 2005년 9월 20일, 승인일 : 2005년 12월 5일

책임저자 : 문동언, (137-040) 서울시 서초구 반포동 505, 강남성모병원 마취통증의학과

Tel: 02-590-1545, 1537, Fax: 02-537-1951, E-mail: demoon@catholic.ac.kr

Received September 20, 2005, Accepted December 5, 2005

Correspondence to: Dong Eon Moon, Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, The Catholic University, 505 Banpo-dong, Seocho-gu, Seoul 137-040, Korea. Tel: +82-2-590-1545, 1537, Fax: +82-2-537-1951, E-mail: demoon@catholic.ac.kr

여 만족스런 효과를 보았기에 문헌과 함께 보고하고자 한다.

경 려

62세의 남자환자가 내원 5년 전 좌측 발에 화분이 떨어진 사고로 발목의 신경이 끊어졌으나 개인의원에서 절단된 신경을 이어주지 않은 채 단순봉합만 한 후 발생한 좌측 하지에 심한 통증이 유발되었다. 모 대학병원 정형외과에서 신경중(neuroma)제거 등 수 차례의 수술을 시도하였으나 통증 조절이 되지 않아 동 대학병원 통증클리닉으로 의뢰되어 신경블록치료, lidocaine 점적주사, ketamine 점적주사, 알코올을 이용한 요부교감신경절제술(lumbar sympathectomy) 및 약물치료(gabapentin, tramadol, amitriptyline) 등을 시행하였

으나 통증완화가 미흡하여 척수자극기를 설치하기 위하여 본원 통증클리닉으로 전원되었다.

내원 당시 환자의 주관적 증상은 “좌측 발이 저리고 화끈 거린다”, “통증이 위로 올라와 허벅지까지 뻗친다”, “무리하면 발이 붓고 간혹 다리의 힘이 빠진다”, “발이 아파 잘 걸을 수가 없으며 통증 때문에 일상생활이 불가능하다”고 하였다. 객관적 소견상 좌측 내측 발목부위의 수술상처와 발뒤꿈치의 갈라짐과 색깔변화를 동반한 심한 영양변화(trophic change)와 가늘어진 발목을 보이고 있었다(Fig. 1). 좌측 다리 전체에 정적 기계적 이질통(static mechanical allodynia)과 좌측 발에서 무릎까지 동적 기계적 이질통(dynamic mechanical allodynia)이 존재하였고 냉각 이질통(cold allodynia)은 발목과 발에만 있었다. 내원 당시 통증의 시각 아날로그척도(visual analogue scale for pain, VAS)는 95/100 mm였다. 근전도 검사상 좌측 후 경골 신경(left posterior tibial nerve)의 감각신경병증(sensory neuropathy) 소견을 보였고, 적외선체열촬영(infrared thermometry)상 병변 부위 발의 온도가 정상 부위에 비해 최대 6°C 정도로 현저히 증가되어 있었으며(Fig. 2A) 삼상 골주사검사(3 phase bone scan)상 좌측 발에 혈류 증가와 흡수 증가 소견이 있었다(Fig. 3). 이러한 소견을 종합하여 복합부위통증증후군 제II형으로 진단하였고, 약물치료와 신경블록치료 등 기존의 다른 치료에 반응이 미흡하고 일상생활이 불가능할 정도로 통증이 심하다고 하여 바로 척수자극기를 삽입하기로 결정하였다.

환자의 체위를 복와위로 하여 소독 후 영상투시 하에 제 1 요추와 제 2 요추간에서 천자부의 국소마취 후 14 G Tuohy 침으로 저항소실법을 이용해 경막외강에 접근하여 경막외강에 바늘 끝을 위치시키고 그 후 탐침(stylet)을 제거하고 33 cm 길이 전극선(quadrupolar electrode lead)을 경막외강에 삽입하였다. 척수자극기의 전원을 작동시켜 전기 자극이 통



Fig. 1. This feature shows the scar, skin color changes and trophic change of the Left foot.

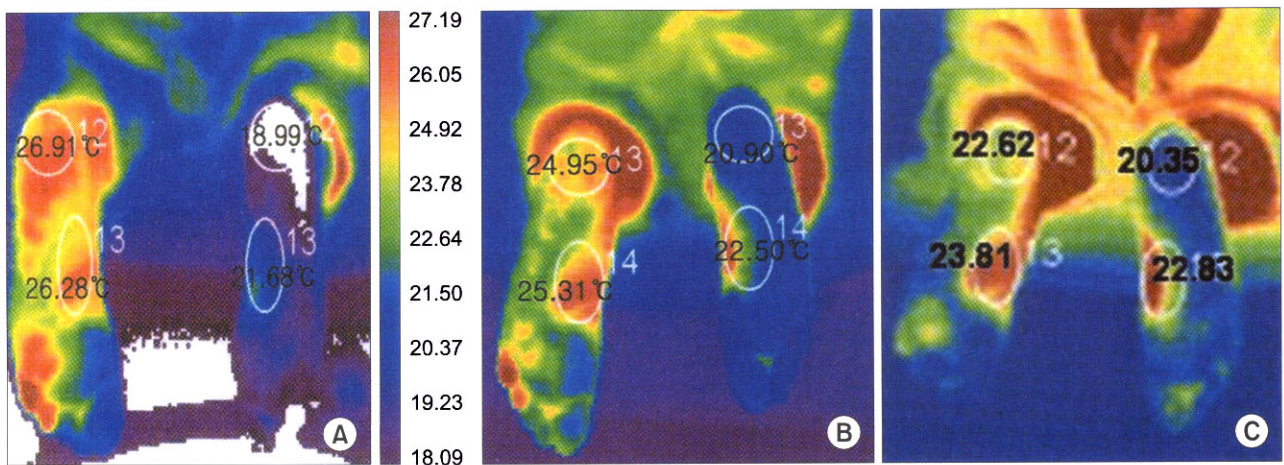


Fig. 2. The thermographic image shows the maximal temperature of left foot is 6°C higher than that of right foot before spinal cord stimulation (A), 4°C higher at 2 weeks after spinal cord stimulation (B), and is 2°C higher at 2 weeks after the Lt. L2.3 sympathetic ganglion radiofrequency thermocoagulation (C).

증이 가장 심한 부위에 오면서 통증이 감소함을 확인하고 전극의 선단을 위치시켰다. 본 증례에서는 제11 흉추에 전극을 위치시킬 때 다리 전체에 자극이 오며 환자와 시술자가 가장 만족스러운 위치라고 판단하여 이 부위에 전극의 선단을 위치시킨 후 고정하고(Fig. 4A, B) 피하로 전선을 매몰하여 시험자극장치를 연결하였다. 테스트자극을 1주간 하게 하였으며 약물 복용 없이 VAS가 95/100 mm 에서 50/100 mm로 감소하여 장기적 사용을 위한 건전지(Itrrel 3 system)를 우측 둔부에 매몰하였다. 시술 후 VAS는 40/100 mm로 감소하였고 전체 통증은 70% 감소하였으며 시술 2주 후 다시

시행한 적외선 체열촬영 결과 양발의 최대 온도차가 6°C에서 4°C로 감소하였다(Fig. 2B).

경과 관찰 결과 좌측 발목 상부의 다리 통증은 소실되었으나 여전히 좌측 발목의 내측에 기계적 및 냉각 이질통이 심하고 발에 열감이 있으며 발뒤꿈치가 갈라지고 피가 나며 닿으면 아파서 걸기가 곤란하다고 호소하여, 국소마취제로 요부 교감신경절을 시험 차단 후 통증완화 효과를 보여 좌측 제2, 3 요부 교감신경 고주파열응고술을 시행하였다(Fig. 5). 고주파열응고술 시행 후 좌측 발 뒤꿈치의 갈라짐 증상이 매우 호전되었고(Fig. 6) 전체 통증은 80% 감소하였



Fig. 3. The three-phase bone scan finding shows increased blood flow and uptake in the Lt. ankle and foot.

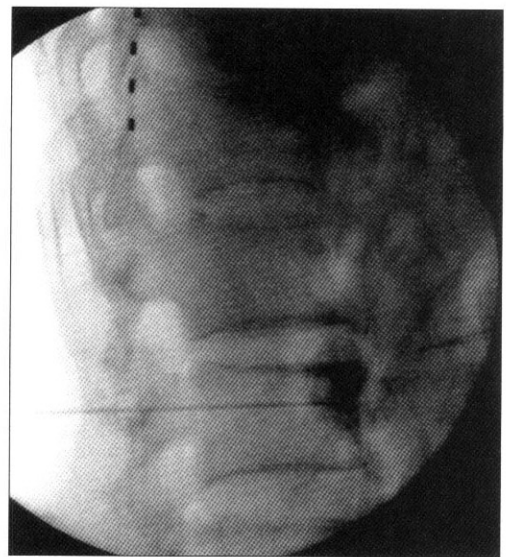


Fig. 5. Lumbar sympathetic ganglion radiofrequency thermocoagulation at Lt. L2 level.

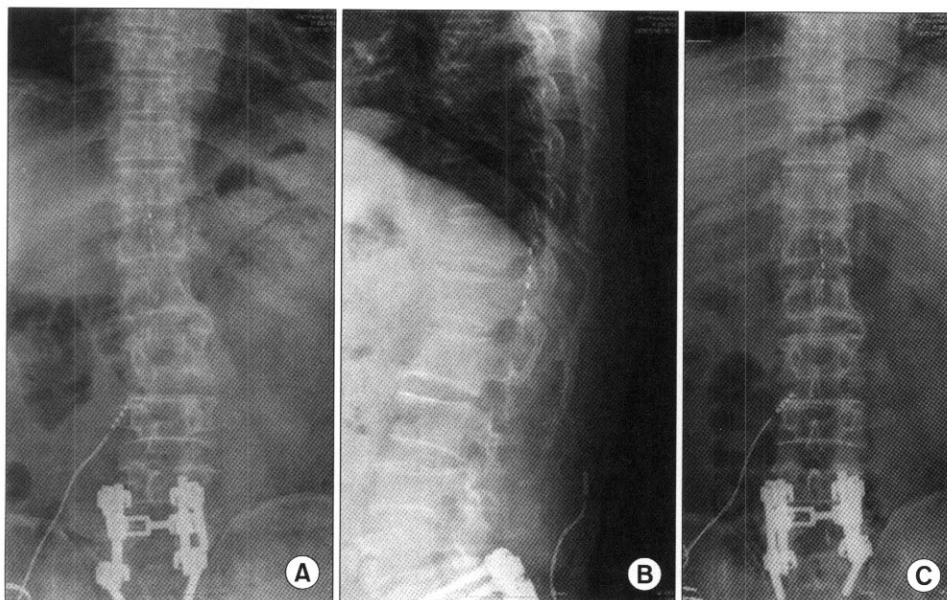


Fig. 4. The anteroposterior (A) and lateral (B) view of thoracic spine shows the cephalad end of the spinal cord stimulator electrode at the T11 level. Repeat x-ray of the thoracic spine (C) shows that the cephalad top of the electrode has descended to the T12 level after repositioning.



Fig. 6. Chapped and cracked Lt. heel before radiofrequency thermocoagulation (A) and improvement of symptoms after radiofrequency thermocoagulation (B).

으며 VAS는 30/100 mm까지 감소하였고, 시술 2주 후 적외선 체열촬영 결과는 양발의 최대 온도차가 2°C로 감소하였다(Fig. 2C).

시술 후 환자는 비교적 만족하였으나 통증의 범위가 다리 전체에서 발목 이하 부위로 이전보다 많이 좁혀진 상태에서, 통증이 심하게 남아 있는 발보다는 통증이 거의 없는 허벅지 부위에 전기 자극이 많이 온다고 하였다. 전극 조합 (electrode combination), 진폭(amplitude), 자극너비(pulse width), 주파수(rate)를 여러 가지로 변경하며 자극을 조절하였으나 효과가 미미하다고 하여 전극 선단의 위치를 제11 흉추에서 제12 흉추로 재조정(revision)하였다(Fig. 4C). 그 결과 좌측 발가락의 통증은 거의 소실되고 발바닥 일부에만 통증이 잔존하였으며, VAS는 20/100 mm까지 감소하고 전체 통증은 90% 정도 감소하여 환자는 매우 만족하였으며, 치료 전 3,600 mg까지 복용하던 gabapentin을 감량하여 현재는 하루에 600~900 mg 정도를 복용하며 일상생활에 별다른 지장 없이 지내고 있다.

고 찰

복합부위통증증후군은 외상이나 신경손상, 골절, 뇌졸중, 척수손상 등에 의해서 부적합하게 발생되는 신경병증통증으로 임상적으로 말초부위에 자발통(spontaneous pain), 이질통(allodynia), 통각과민(hyperalgesia), 자율신경과 운동신경의 기능장애를 특징으로 하며,¹⁾ 제1형과 제2형이 있는데 두 가지 모두 동일한 임상적인 특징을 가지고 있으며 차이점은 제2형에는 주요 말초신경손상이 동반된다.⁴⁾ 본 증례에서는 근전도 검사상 후 경골 신경의 감각신경병증 소견을 보였으며 심한 통증도 하지의 후 경골 신경 지배영역에 피부분절적으로 분포하여 복합부위통증증후군 제2형으로 진단하였다.

복합부위통증증후군의 증상들의 주요기전은 외상과 관련된 사이토카인(cytokine)의 방출, 신경인성 염증의 증가, 교감

Table 1. Revised Diagnostic Criteria for Complex Regional Pain Syndrome

Categories of clinical signs or symptoms	
Positive sensory abnormalities	<ul style="list-style-type: none"> · Spontaneous pain · Mechanical hyperalgesia · Thermal hyperalgesia · Deep somatic hyperalgesia
Vascular abnormalities	<ul style="list-style-type: none"> · Vasodilation · Vasoconstriction · Skin-temperature asymmetries · Skin-colour changes
Oedema, sweating abnormalities	<ul style="list-style-type: none"> · Swelling · Hyperhidrosis · Hypohidrosis
Motor (M) or trophic (T) changes	<ul style="list-style-type: none"> · Motor weakness (M) · Tremor (M) · Dystonia (M) · Coordination deficits (M) · Nail or hair changes (T) · Skin atrophy · Joint stiffness (T) · Soft-tissue changes (T)
Interpretation	
Clinical use	<ul style="list-style-type: none"> ≥ 1 symptoms of ≥ 3 categories each and ≥ 1 signs of ≥ 2 categories each Sensitivity 0.85, specificity 0.60
Research use	<ul style="list-style-type: none"> ≥ 1 symptoms in each of the 4 categories and ≥ 1 signs of ≥ 2 categories each Sensitivity 0.70, specificity 0.96

신경 유지성 통증(sympathetically maintained pain, SMP)과 만성 통증에 의한 중추 구조의 재구성에 의한 신경성형(neuroplasty) 등이며⁵⁾ 각 복합부위통증증후군 환자들의 이러한 다

양하고 복잡한 기전들을 인지하는 것이 기전에 방향을 맞춘 치료의 선행조건이다. 복합부위통증증후군의 진단 기준으로는 국제 통증 연구학회(International Association for the Study of Pain, IASP)의 진단 기준부터 여러 변형된 형태 등이 있으나,⁶⁾ Baron과 Janig가⁷⁾ 제시한 진단 기준이 임상에서나 실험실에서 쉽게 사용되어질 수 있는 데 Table 1과 같다. 그러나 복합부위통증증후군의 진단에 아직 절대적인 방법은 없으며 신중한 임상 평가가 중요한데 초기의 유발 손상을 포함한 자세한 병력 청취와 이학적 검사가 필수적이고, 진단에 도움을 줄 수 있는 검사로는 골주사 검사(bone scintigraphy), 단순 방사선검사(plain radiography), 정량감각검사(quantitative sensory testing, QST), 적외선체열측정검사, 레이저도플러유속측정법(laser doppler flowmetry), 정량땀분비축삭반사검사(quantitative sudomotor axon reflex test, QSART) 등이 있다.¹⁾ 본 증례에서는 환자의 병력 청취와 호소하는 증상, 객관적인 증후 관찰을 통해 복합부위통증증후군으로 쉽게 진단할 수 있었으며 근전도 검사와 삼상 골주사 검사에서도 뚜렷한 특이 소견을 보였고 적외선 체열촬영에서도 양측의 최대 온도차가 6°C 정도로 현저한 차이를 보이고 있었다. 복합부위 통증증후군의 치료에 대한 일치된 견해는 없으며 통증의 만성화가 말초 및 중추신경계에서의 기능적인 변화로 일어나는 것이므로 이러한 변화의 조기 진단 및 통증 발생기전에 입각한 적극적인 치료가 중추신경계의 비가역적인 변화가 일어나는 것을 막고, 신경계의 비정상적인 활성도의 경감을 가져올 수 있으므로 통증 발생기전을 억제하는 다양한 방법으로서의 접근이 필요하며,¹⁾ 만성화되어 약물치료와 신경블록에 반응이 없는 난치성 통증이 된 경우에는 척수자극술 같은 중재적 시술을 고려해보아야 한다.

척수자극술은 1967년 Shealy 등에 의해 임상에 처음 도입되었으며 관문 조절설에 기초를 두고 응용된 것으로 경막외강내에서 발생된 전기자극이 통증전달신경의 전도를 조정(modulation)하여 척수수술후 통증증후군과 복합부위통증증후군 등의 신경병증 통증과 말초혈관 질환, 협심증 등의 허혈성 통증 및 간질 등 만성 난치성 질환의 통증 조절에 이용되고 있다.^{8,9)} Kemler 등은¹⁰⁾ 54명의 복합부위통증증후군 환자를 대상으로 36명은 물리치료와 척수자극술을 병행하고 18명은 물리치료만 시행한 결과 6개월 후 물리치료와 척수자극기를 병행한 군에서 유의 있는 통증 경감과 삶의 질 개선 효과를 확인하였다고 보고하였으며, Oakley와 Weiner는¹¹⁾ 19명의 복합부위통증증후군 환자를 대상으로 척수자극술을 시행한 결과 모든 환자에서 적어도 부분적인 통증 완화 효과가 있었으며 이중 30%는 완전히 회복되었다고 보고하는 등 여러 문헌과 증례 보고에서 척수자극술이 본 증례의 환자에서와 같이 약물과 신경블록에 불응성인 복합부위통증증후군 환자에게 유의 있는 통증 완화 방법임을 확인해 주고 있다. 척수자극술의 작용기전은 아직 명확하게 규명되지는 않았으나 최근의 연구 결과들은 하나의 모델보

다는 신경계의 여러 부위에서의 다양한 상호작용을 통해 이루어지고 있음을 제시하고 있는데, A-beta 신경원의 통증인지에 대한 이상작용을 억제함으로써 진통효과를 보인다는 것이 가장 주된 의견이며 그 외에 하향성 통증조절경로(descending pain controlling pathways)를 활성화시키는 작용, 상위척추의 구조(supraspinal structure)를 활성화시키는 작용, 뒤뿔(dorsal horn)의 과흥분된 광범위작동 뉴런(WDR neuron)을 약화시키는 작용, 척수후각에서 GABA를 증가시키고 adenosine을 유리하도록 작용하여 통증을 완화시킨다는 연구 결과 등이 있으며,^{12,13)} 또한 중추와 말초신경계의 alpha 1 수용체에 작용하여 교감신경차단 효과(sympatholytic effect)도 나타낸다고 알려져 있다.¹⁴⁾ 척수자극술이 임상적으로 가장 효율적이기 위해서는 자극에 의해 유발된 이상감각이 환자의 통증 호소 부위에 최대한 일치하여야 하며, 뒤뿌리 자극(dorsal root stimulation)보다는 등쪽 기둥 자극(dorsal column stimulation)이 보다 많은 피부 분절에 자극을 유발하여 통증조절 범위를 최대한 넓힐 수 있으므로 양측에 통증이 있을 때는 전극이 척수(spinal cord)의 중앙선(midline)에 위치할수록 척수를 더 자극하여 효과적일 수 있고, 일측에 통증 호소 시는 중앙선에서 1 mm 정도 떨어진 위치가 효과적이라고 보고되고 있다.^{9,15)} 또한 전극이 후 경막외강(posterior epidural space)에 위치하므로 흥분인 경우 경막외강이 넓기 때문에 교류저항(impedance)이 커서 경막외강이 좁은 경우에 비해 건전지의 소모가 많다고 알려져 있다.¹²⁾

척수자극술에 사용하는 전극 삽입방법은 선형전극을 삽입하는 경피적 방법과, 후궁절제술 후에 패들전극(paddle lead)을 경막에 봉합 고정하는 외과적 수술방법으로 구분할 수 있는데, 경피적 방법은 외과적 수술방법에 비해 시술이 상대적으로 용이하고 덜 침습적이며, 시술시간이 짧고 시술에 따른 부작용이 적으며, 전극의 위치를 쉽게 변경할 수 있으며, 환자가 의식이 있는 상태에서 시술이 가능하기 때문에 정확한 통증부위에 이상감각이 발생하도록 전극의 위치를 조절할 수 있는 장점이 있다.^{13,16)} 본 증례에서도 경피적 방법으로 척수자극술을 시행하였는데 척수자극술 후 통증의 범위가 시술 전에 비해 현저히 줄어들었으나 통증이 심한 부위와 자극이 강하게 오는 부위가 일치하지 않아 전극의 위치를 변경해야 할 필요가 발생하였으며, 경피적 방법이었기 때문에 비교적 용이하게 전극의 위치변경이 가능하였다. Turner 등에⁸⁾ 의하면 시간이 지나면서 밧데리 교환이외에 전극을 위치 변경시키는 교정술(revision)의 빈도가 증가하는데 평균 약 23%에서 교정술이 필요하였다고 하였다.

Sputling 등이 1930년에 복합부위통증증후군의 치료에 대해 교감신경절제술(sympathectomy)를 적용한 이후에 여러 사람들에 의해 시행되었으며,¹⁷⁾ Singh 등은¹⁷⁾ 9년 동안 42명의 상지의 CRPS 2형 환자들을 대상으로 증상이 3개월 이하인 군과 이상인 군으로 나누어 흥부 교감신경절제술을 시행한 결과 76.2%에서 증상을 호전을 보였고 기간이 3개월 미만인

군에서 예후가 훨씬 좋다고 보고하며 CRPS의 치료에 있어 교감신경계의 역할이 중요하다고 강조하였는데 이는 아직 논란의 여지가 있다. 복합부위통증증후군에서의 통증의 교감신경계의 관여 정도는 환자에 따라 다르며 일반적으로 정상적인 구심성 통각섬유는 교감신경계의 유출에 영향을 받지 않으나, 손상되고 감각된 일차 구심성 섬유는 후 접합 교감신경세포의 활성화로 유리되는 노르아드레날린에 의해 활성화되며, 뒤뿌리신경절(dorsal root ganglion) 주위에서 교감신경성 후 접합 세포와의 연결이 일어남으로써 교감신경계의 영향을 받는다고 알려졌다.^{18,19)} 교감신경계에 대한 중재적 시술로서 교감신경절블록(sympathetic ganglion block)과 정맥부위교감신경블록(intravenous regional sympathetic block)을 시행할 수 있는데,¹⁵⁾ 본 증례에서는 본원에 전원되기 전 타병원에서 100% 알코올로 요부 교감신경 절제술을 이미 시행하였지만 알코올성 신경염이 발생하는 등 효과가 미미하였고, 척수자극술을 시행한 후에도 지속되는 발뒤꿈치의 갈라짐 등의 영양변화와 잔존하는 발 통증에 대해 국소마취제를 이용한 시험적 요부 교감신경절블록이 효과가 있어 요부 교감신경절 고주파열응고술을 시술하게 되었다. 이 시술 후 잔존하던 통증의 감소와 발의 영양변화의 소실은 교감신경계의 구심성 섬유의 활성화도 증가와 관련이 있었을 것으로 추측되며, 고주파열응고술을 이용한 신경과괴술이 무수알코올 등의 신경과괴제를 사용하는 방법에 비해 상대적으로 정확한 병소형성이 가능하고 온도 조절로 선택적인 신경과괴가 가능하고, 전기자극기를 이용함으로써 감각-운동신경을 감별할 수 있어 신경염 등의 합병증 위험이 적으면서 더 효과적인 결과를 나타냈을 것으로 사료된다.²⁰⁾ 또한 척수자극술만 시행하였을 때는 영양 변화가 지속되었으나 요부 교감신경 고주파열응고술 시행 후에 소실된 사실로 미루어 보아 척수자극술이 교감신경 조정효과(sympathetic modulation)가 있기는 하지만 단일 전극(quadrupolar single channel system)을 사용하였으므로 자극 범위가 좁아 일부의 교감신경계에만 조정 효과를 나타냈을 가능성도 있다고 추측된다.

저자들은 본 증례의 경험에서 약물 투여와 신경블록으로 만족할만한 치료 효과를 얻지 못한 하지의 복합부위통증증후군 제2형 환자에서 흉부 척수자극술과 요부 교감신경절 고주파열응고술을 동시에 시행하여 만족스러운 결과를 얻을 수 있었으며, 또한 경과에 따라 전극의 위치를 재조정하여 통증조절의 질을 높일 수 있었다. 비록 척수자극술이 건전지를 평생 몸에 지니고 다녀야 하며, 3-5년마다 건전지 교체 수술을 시행하여야 하는 불편함이 있고, 값이 비싸며, 장기적인 사용에 있어서 점차 만족도가 감소하는 경향이 있으나, 상대적으로 부작용과 위험성이 적으며 언제든지 전극을 제거하거나 전극의 위치를 재조정할 수 있는 가역성을 가진 시술이므로 기존의 약물치료나 신경블록치료로 통증완화가 부적절할 때 시도해 볼 수 있는 효과적인 통증조절 방법으로,¹⁵⁾ 통증으로 인해 절망적인 상황에 처해 있는 많

은 복합부위통증증후군 환자들의 삶의 질 향상에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Wasner G, Schattschneider J, Binder A, Baron R: Complex regional pain syndrome-diagnostic, mechanisms, CNS involvement and therapy. *Spinal Cord* 2003; 41: 61-75.
2. Walker SM, Cousins MJ: Complex regional pain syndromes: including "reflex sympathetic dystrophy" and "causalgia". *Anaesth Intensive Care* 1997; 25: 113-25.
3. Stanton-Hicks M, Baron R, Boas R, Gordh T, Harden N, Hendle N, et al: Complex Regional Pain Syndromes: guidelines for therapy. *Clin J Pain* 1998; 14: 155-66.
4. Rho RH, Brewer RP, Lamer TJ, Wilson PR: Complex regional pain syndrome. *Mayo Clin Proc* 2002; 77: 174-80.
5. Birklein F: Complex regional pain syndrome. *J Neurol* 2005; 252: 131-8.
6. Garber BS, Bruehl S, Harden RN: IASP diagnostic criteria for complex regional pain syndrome: a preliminary empirical validation study. *Clin J Pain* 1998; 14: 48-54.
7. Baron R, Janig W: Complex regional pain syndromes-how do we escape the diagnostic trap? *Lancet* 2004; 364: 1739-41.
8. Turner JA, Loeser JD, Deyo RA, Sanders SB: Spinal cord stimulation for patients with failed back surgery syndrome or complex regional pain syndrome: a systematic review of effectiveness and complications. *Pain* 2004; 108: 137-47.
9. Alo KM, Holsheimer J: New trends in neuromodulation for the management of neuropathic pain. *Neurosurgery* 2002; 50: 690-703.
10. Kemler MA, Barendse GA, van Kleef M, De Vet HC, Rijks CP, Furnee CA, et al: Spinal cord stimulation in patients with chronic reflex sympathetic dystrophy. *N Engl J Med* 2000; 343: 618-24.
11. Oakley JC, Weiner RL: Spinal cord stimulation for complex regional pain syndrome: a prospective study of 19 patient at two centers. *Neuromodulation* 1999; 2: 47-50.
12. Oakley JC, Prager JP: Spinal cord stimulation: mechanisms of action. *Spine* 2002; 27: 2574-83.
13. Yoon JH, Moon DE, Lee CW, Ryu KH: Cervical spinal cord stimulation in a Patient with complex regional pain syndrome in the upper extremity. *Korean J Pain* 2004; 17: 243-7.
14. Patel S, Huang DL, Sagher O: Sympathetic mechanisms in cerebral blood flow alterations induced by spinal cord stimulation. *J Neurosurg* 2003; 99: 754-61.
15. Manola L, Holsheimer J, Veltink P: Technical Performance of percutaneous leads for spinal cord stimulation: a model study. *Neuromodulation* 2005; 2: 88-99.
16. Villavicencio AT, Leveque JC, Rubin L, Bulsara K, Gorecki JP: Laminectomy versus percutaneous electrode placement for spinal cord stimulation. *Neurosurgery* 2000; 46: 399-405.
17. Singh B, Moodley J, Shaik AS, Robbs JV: Sympathectomy for complex regional pain syndrome. *J Vasc Surg* 2003; 37: 508-11.
18. Chung K, Lee BH, Yoon YW, Chung JM: Sympathetic sprouting in the dorsal root ganglia of the injured peripheral nerve in a rat neuropathic pain model. *J Comp Neurol* 1996; 376: 241-52.
19. Yae SH, Han KR, Park KS: A case of treatment of complex regional pain syndrome Type II after peroneal nerve injury. *Korean J Pain* 2002; 15: 183-9.
20. Stanton-Hicks M: Radiofrequency techniques in clinical practice. *Interventional pain management*. 2nd ed. Edited by Waldmann SD. Philadelphia, WB Saunders Company. 2001, pp 243-93.