

A Case of Lead Migration Caused by Involuntary Movement in Implanted Spinal Cord Stimulation

Ju-Deok Kim, Jeong-Gil Lee, Sang-Su Kim, Hye-Young Shin

Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, Kosin University, Busan, Korea

척수자극술 시행 환자에서 전극선 이동의 경험

김주덕·이정길·김상수·신혜영

고신대학교 의과대학 마취통증의학교실

Spinal cord stimulation (SCS) is a reliable clinical option for treatment of refractory chronic pain. It is known to be effective method for treating sympathetic pain, failed back surgery syndrome, and complex regional pain syndrome etc. The devices and implantation techniques for SCS are already highly developed and continuously improving, but there are some complications that can not be corrected easily. Lead migration is the most common complication after SCS. It can cause failure of SCS that can make discomfort to patients. Here we describe our experience of lead migration in implanted SCS which was inserted to a patient with complex regional pain syndrome patient.

Key Words: CRPS, Lead migration, Spinal cord stimulation

1967년 처음 소개된 척수자극술(spinal cord stimulation)은 거듭된 기술과 경험의 발전으로 약 50-70%의¹ 성공률을 보이고 있는 시술로서, 복합부위통증증후군, 신경주위 섬유화 또는 척수신경근통, 대상포진 후 신경통, 말초신경병증 등 주로 난치성 통증 환자에게 매우 효율적이며 비교적 안전한 치료로 받아들여지고 있다.² 그러나 척수자극술은 여러 가지 원인으로 인해 척수자극기가 실패하거나 부작용이 발생하기도 한다.^{2,3} 전극선의 절단이나 이동, 척수 또는 신경의 손상, 뇌척수액의 유출, 피부의 염증, 출혈 등이 합병증으로 알려져 있고 기계상의 오류로 인한 실패도 있는데, 대부분이 자극기 기계나 술기와 관련된 실패로, 문헌에 따라 10-38%³로 보고되고 있다. 저자들은 본원에서 척수자극술을 시행한 환자에서 시술 후 환자의 예상치 못한 움직임에 의해 전극의 이동 사례를

경험하였기에 문헌 고찰과 함께 이를 보고하고자 한다.

증 례

37세 남자 환자가 4년간의 좌측 하지 무릎 아래 부위의 통증을 주소로 내원하였다. 환자는 2007년 5 m 높이에서 낙상한 후 왼쪽 발목 인대 손상으로 2차 병원에서 인대 재건술을 받은 분으로, 이후 지속적으로 좌측 하지통증을 호소하였으며, 정형외과와 재활의학과를 내원 후 복합부위통증증후군(CRPS 제 1형) 진단 하에 수차례 입원치료 하였고, 2009년부터 본원 통증클리닉에 내원하였다. 아픈 양상은 좌측 하지 말단부위로부터의 이질통(allodynia), 통각과민(hyperalgesia), 작열감(causalgia)이 있었고 VAS 통증점수는 9-10 정도를 호소하고 있었으며 “걷거

Corresponding Author: Ju-Deok Kim, Department of Anesthesiology and Pain Medicine, College of Medicine, Kosin University, 34 Amnamdong, Seo-gu, Busan, 602-702, Korea
TEL: +82-51-990-6283 FAX: +82-51-254-2504 E-mail: uamyfriends@hanmail.net

Received: July 1, 2013
Revised: October 4, 2013
Accepted: October 16, 2013

나 가벼운 접촉 시에 온몸이 울린다”고 표현하였다. 시행한 체열 검사(Digital infrared thermal imaging)에서 좌측 하지의 피부 온도가 우측에 비하여 2-3 °C 낮게 측정되었으며, 근전도 검사에서는 좌측 전경골근(tibialis anterior m.)과 장비골근(peroneus longus m.)의 심한 위축이 관찰되어 좌측 총비골신경병증(Lt. common peroneal neuropathy)이 의심되는 소견을 보였다. 환자는 통증클리닉에서 지속적으로 시행한 약물치료(ketamine, NSAIDs, opioid 등)를 비롯하여 교감신경차단 등의 보존적 치료에도 호전되지 않아 척수자극기 삽입술을 계획하였다. 척수자극기의 전극선은 8극(Medtronic, USA)을 사용하였으며 시험적 척수자극술을 일주일간 시험한 후 증상의 호전을 살펴본 후 영구적 거치를 고려하도록 계획하였다. 시험적 척수자극기 전극의 거치는 영상 증강 장치 하에서 환자에게 복와위 자세로 한 후 제4 요추와 제5 요추간 왼쪽 척추 옆 공간에서 피부를 소독하고 천자부에 국소마취를 한 후 14 G Tuohy 침으로 저항 소실법을 이용해 좌측 방척추 접근법(paramedian approach)으로 경막외강에 접근하였으며 조영제를 사용하여 바늘의 끝이 경막외강에 있는 것을 확인하였다. 이 후 탐침(stylet)을 제거하고 전극선을 경막외강에 삽입하였다. 전극선의 끝은 제12 흉추부 중앙에서 좌측으로 약 2-3 mm 지점에 위치하게 하여 좌측 등쪽 기둥(dorsal column)에 가깝게

위치하도록 하였고(Fig. 1), 척수자극기의 전원을 작동시켜 자극을 발생시켰을 때 좌측 무릎 아래쪽으로 전기적 자극이 오며, 환자의 통증이 줄어드는 것을 확인하여 이 위치에 전극선을 거치하였다. 일주일의 기간 동안 3번과 5번 전극을 자극 했을 때 가장 큰 증상의 호전이 있었고, 척수자극술 시행 이전보다 약 50% (VAS 통증점수 4-5) 정도로 통증이 감소하여 척수자극기의 영구적 거치를 시행하였다. 영구적 척수자극기 전극 삽입 과정은 시험적 척수자극술의 과정과 동일하게 하였고 시험적 전극을 제거하고 영구적 전극으로 대체하였다. 전극선의 끝은 시험적 전극과 동일한 위치에 고정된 다음 전극선은 극상인대(supraspinous ligament)에 평행한 방향으로 하여 극간인대(interspinous ligament)에 여러 번 단단하게 매듭을 짓고 피하로 전선을 매몰하였으며, 봉합사는 2-0 Vycryl (Ethicon, UK)를 사용하였다. 극간인대에 단단히 매듭이 지어진 것을 확인 한 후 전선을 몇 바퀴 꼬아서 긴장강도를 느슨하게 한 다음 피부 밖으로 노출시켰으며, 이 후에도 피부에 3-0 Silk (Ethicon, UK)로 매듭을 지어 고정하였다. 이 후 영구 척수 자극기(implantable pulse generator, IPG)는 우측 늑골경계(costal margin) 바로 밑 피하에 거치시켰으며 총 시술 시간은 약 1시간 30여분 정도가 소요되었다. 그러나 시술 직후 환자는 주위사람에 의해 좌측 하지에 의도치 않은 자극을 받아 몸을 앞뒤로 구부리고 오른쪽으로 몸을 심하게 뒤틀는 등 요동을 치는 일이 발생하여, 수술방을 나가기 전 다시 한 번 영상 증강 장치로 전극선의 끝을 확인하여 전선의 이동이 없음을 확인하였다. 그러나 환자가 병실로 내려간 후 그 곳에서도 의료인과 주위의 지나가는 사람에 의해서 이와 유사한 일이 다시 발생하였다. 이에 다음 날 복부 방사선 투시 검사를 시행하였고, 추적 검사한 방사선 이미지 상 전극의 끝은 제12 흉추부 중앙에서 제1 요추의 아래쪽 경계에 걸쳐있는 것(Fig. 2A)과 7, 8번 전극이 경막외강으로부터 이탈해 있음을 확인할 수 있었다(Fig. 2B).

그러나 다행히 척수자극기는 1, 4번 전극을 자극시켰을 때 이환 부위의 부분적인 증상의 호전이 남아있고 지속적인 약물치료를 병행하였을 때 환자의 좌측 하지 통증은

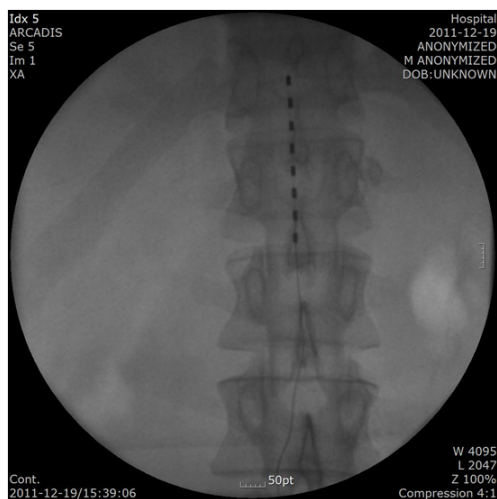


Fig. 1. The end of octapolar lead locates at the middle of the body of the 12th thoracic vertebrae.

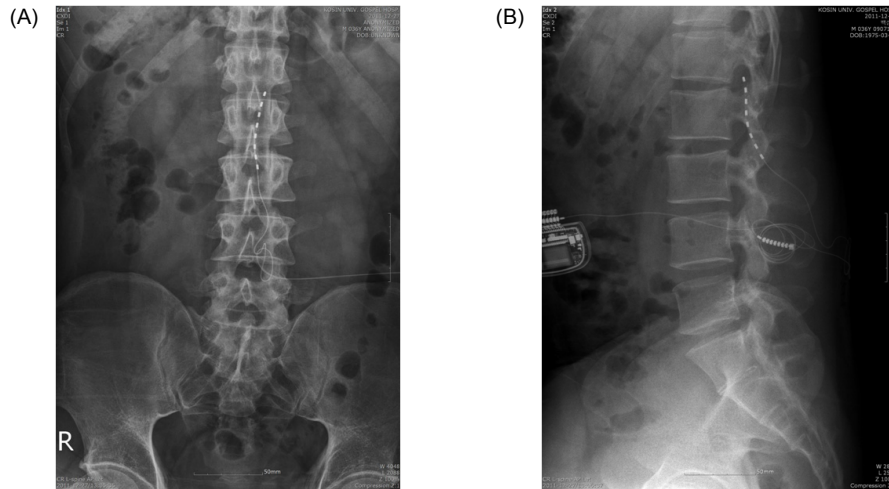


Fig. 2. The octapolar lead is migrated from 12th thoracic vertebrae to the lower margin of the 1st lumbar vertebrae (A) and 7th, 8th leads are got out of the epidural space (B).

VAS 통증점수 4-5 정도로 조절되고 있어 척수자극기를 제거하거나 재 시술하지는 않은 상태이다. 다만 연장 케이블을 충분히 확보된 것을 다시 한 번 확인 하고, 피부에 노출되어 고정된 전선의 매듭과 함께 우측 늑골경계 부위 영구 척수 자극기의 매듭을 더욱 단단히 하는 등의 비교적 간단한 시술을 추가적으로 시행하였다. 현재 환자는 규칙적으로 본원 통증의학과 외래에 방문하여 약물치료를 병행하며 통증을 조절하고 있다.

고 찰

척수자극술은 복합부위통증증후군(complex regional pain syndrome), 신경병증성통증 질환, 척추수술실패증후군(failed back surgery syndrome) 등에 주로 시행되며 작용 기전은 아직 명확하게 밝혀지지는 않았으나, 최근의 연구결과들은 관문조절설 등을 비롯하여 다양한 작용기전을 제시하고 있다. Melzack과 Wall이 발표한 관문조절설(gate control theory)⁴은 굵은 촉각신경이 가느다란 통각신경을 억제한다는 것이 핵심이다. 이 이론에 의하면, 마치 통증을 전달하기 위해 통각신경이 뇌로 통하는 문을 열려고 하는 반면, 촉각신경은 통각신경이 지나가지 못하게 문을 닫으려고 하는 것과 같다. 즉 촉각이 세지면 통각신경을 더 많이 방해하므로 통증을 덜 느끼게 된다는 뜻으

로, 척수자극술의 경우 경막외강에서 발생한 전기 자극이 통증전달 신경의 전도를 차단시킨다는 작용기전에 근거하고 있다. 이 외에도 A-beta 신경원이 통증을 비정상적으로 인지하는 것을 억제함으로써 진통효과를 보인다는 의견도 있고 그 외에 하행성 통증조절경로(descending pain controlling pathways)의 활성화, 과흥분된 뒤뿔(dorsal horn)의 광범위작동 신경세포(wide dynamic range neuron)의 약화, 상위척수의 구조(supraspinal structure)의 활성화 및 척수 뒤뿔에서 GABA를 증가시키고 adenosine을 유리시켜 통증을 경감시킨다는 연구 결과 등이 있으며,^{4,5} 또한 중추와 말초신경계의 alpha-1 수용체에 작용하여 교감신경을 차단하는 효과도 있다고 알려져 있다.⁶

임상적으로 척수자극술이 가장 효율적이기 위해서는 자극에 의해 유발된 이상감각이 환자가 호소하는 통증 부위와 최대한 일치하여야 한다. 양측의 통증을 호소할 때에는 전극이 척수의 중앙선에 위치할수록 효과적일 수 있지만, 일측에 통증이 있을 때는 중앙선에서 1-2 mm 정도 떨어진 위치가 등쪽 기둥(dorsal column)을 자극하기 때문에 뒤뿌리(dorsal root)를 자극하는 것보다 많은 피부 분절에 자극을 발생시켜 통증의 조절 범위를 최대한 넓힐 수 있으므로 더욱 효과적인 것으로 알려져 있다.^{7,8} 본 증례 환자에서는 중앙에서 약 2 mm 정도 좌측에 전극선이

위치하도록 하였다. 척수자극술에서 전극의 위치는 시술 효과에 중요한 요소이기 때문에 척수자극술 시행 환자에서 전극선이 이동하게 되면 자극의 범위가 달라지거나 통증이 조절되지 않을 수 있으므로, 척수자극술 이후 발생하는 전극선의 이동은 임상적으로 중요한 의미를 지닌다.

일반적으로 척수자극술의 부작용이나 합병증의 빈도는 약 30-40%²로 보고되고 있는데, 이 중 전극의 이동은 약 13.2-22.6%²⁹에 이르는 가장 흔한 합병증 중 하나이다. 척수자극술 시행 후 전극의 이동을 포함한 여러 합병증이 발생하면 환자의 불편함은 물론, 척수자극술의 제거 또는 재시술과 함께 감염의 발생률을 높일 뿐 아니라 이로 인한 비용도 증가하게 되므로,¹⁰ 합병증을 최소화 하려는 많은 연구가 있어왔다.

특히 전극의 이동을 줄이기 위한 연구도 많았는데, Violette 등은¹¹ 기존에 사용되던 고정(anchoring) 방식에 몇 가지 과정을 추가하여 99명의 환자에 시행한 후 20.2 ± 12.3 개월의 추적조사 기간 동안 한 건의 전극선 이동도 발생하지 않았음을 보고하였다. 즉, 척수자극기 삽입 후 고정 소매(anchoring sleeve)와 전극 사이에 1 cm³의 실리콘 접착제를 주사하고, 이렇게 만든 고정 소매를 극상인대와 평행하도록 매듭을 짓는 과정을 추가하여, 전극의 상하 이동의 발생률을 의미 있게 줄일 수 있음을 이들은 보고하고 있다. 또한 전극의 상하 이동뿐 아니라 좌우 이동을 최소화 하는 방법으로 Mironer 등은¹² midline anchoring이란 새로운 방법을 통해서 전극이 좌우로 이동하는 것을 획기적으로 줄이는 방법을 제시하기도 하였다.

전극을 어떠한 방식으로 심느냐 하는 것도 중요하지만 처음 시술을 할 때부터 잘 움직이지 않는 척추 분절(경추부 전극은 제1 흉추에서 제4 흉추부, 흉요추부 전극은 제1 요추부에서 제4 요추부)을 선택하여 활동에 의한 척추 움직임으로 전극에 잠재적인 스트레스가 덜 가해지게 하는 것도 전극의 이동을 최소화하는 데 큰 도움을 줄 수 있다.¹³ 또한 일반적으로 흉추에 비해 움직임과 활동량이 많은 경추에 척수자극술을 시행하는 경우, 경피적인 방법으로 인한 고정이 쉽지 않다고 알려져 있으므로,¹⁴

이 경우 8극의 전극선(octapolar electrode lead)을 사용하여 경막외강 내에서 접하고 있는 부위를 기존의 4극 전극선(quadrapolar electrode lead)보다 넓게 한다든지, 극간인대에 여러 번 매듭을 지어 전극선을 단단히 고정하는 방법 등을 사용하여 전극의 이동에 따른 부작용을 줄일 수 있다.

전극선이 이동하는 경우, 주로 견고하지 못한 조직에 전극선이 부착되어 이동하기 때문이므로 극간인대에 단단히 고정시켜야 하고 봉합물질은 흡수되지 않고 꼬아진 것이 좋으며, 안정적으로 고정할 수 있도록 긴장강도가 충분한 크기의 것이 좋다. 또한 피하조직을 통해 tunneling을 하는 경우 근막을 뚫는 것보다 전극선에 스트레스를 덜 주는 것으로 알려져 있으며, 딱딱한 플라스틱 anchor보다는 부드러운 실리콘 anchor를 사용하는 것이 효율적이다. 연장 케이블은 충분히 느슨하게 하여 일상적으로 몸을 움직일 때 불필요하게 anchor 부위에서 전극선을 끌어당기지 않도록 하는 것이 중요하다. 또한 환자의 몸이 굴곡, 신전되는 움직임에 따른 변화를 최소화하기 위해 시술 당시 환자의 자세를 중립으로 취하게 하는 것이 추천되며, 영구적 이식형 배터리는 엉덩이 부위보다는 복부나 겨드랑이 부위에 삽입함으로써 장력을 더욱 줄일 수 있다.¹³

본 증례의 경우, 위의 고찰 내용을 참고하여 보았을 때 일반적으로 잘 움직이지 않는 척추 분절인 제4 요추와 제5 요추 사이로 접근을 한 것, 극상인대에 평행한 방향으로 극간인대에 단단하게 여러 번 매듭을 하여 고정하여 피하로 tunneling을 한 것, 영구 척수 자극기의 거치 위치 등 전극선의 이동을 최소화하려는 노력을 하였으나 시술의 편의성을 위해 환자의 자세를 다소 굴곡 시켜 시술을 한 점은 아쉽다. 또한 전극선을 고정시키는 데 사용된 봉합사인 Vicryl은 내부 장기의 봉합에 흔히 사용되는 것이지만, 감염에 다소 취약한 흡수사 이므로 장기적으로 봤을 때 이것이 비흡수사인 Silk보다 좋은 선택이었는지는 의문이 든다.

무엇보다, 높은 수준의 집중력이 요하는 시술을 시행할 때 생길 수 있는 불의의 사고나 예측치 못한 일들을 미리

예방하는 것이 시술의 기본일진대, 본 증례의 경우에는 의료인, 여러 의료 보조인 등을 포함한 의료진들 간의 불충분한 의사소통 즉, 복합부위통증증후군 환자에서는 미세한 접촉에도 심각한 통증을 유발한다는 사실에 대해 충분히 공감하지 못 하고 주의를 기울이지 않은 것은 전극선 이동의 무엇보다 큰 원인으로 생각된다. 또한 시술에 관계된 의료진들 뿐 아니라 환자가 있는 병실의 의료진, 그리고 보호자에게도 위 질환의 특성과 주의사항을 충분히 교육하지 못 함으로 인해 환자에게 불필요한 자극을 주어 시술 직후의 과도한 움직임은 하게 한 것 역시 이번 전극선 이동의 주요한 원인으로 생각된다.

척수자극술을 시술받은 환자의 경우, 일반적으로 그 통증의 정도가 매우 심하고, 부작용이나 합병증 발생 시 환자의 불편함 증가, 비용의 증가 등 많은 어려움이 따르므로, 앞에서 살펴본 여러 방법들뿐 아니라 관련된 모든 의료진 간의 충분한 대화는 물론, 환자와 보호자에 대한 철저한 교육도 매우 필수적인 과정이라 하겠다.

참고문헌

1. North RB, Wetzel FT. Spinal cord stimulation for chronic pain of spinal origin: a valuable long-term solution. *Spine* 2002; 27:2584-91.
2. Mekhail NA, Mathews M, Nageeb F, Guirguis M, Mekhail MN, Cheng J. Retrospective review of 707 cases of spinal cord stimulation: indications and complications. *Pain Pract* 2011;11: 148-53.
3. North RB, Kidd DH, Zahurak M, James CS, Long DM. Spinal cord stimulation for chronic, intractable pain: experience over two decades. *Neurosurgery* 1993;32:384-94.
4. Oakley JC, Prager JP. Spinal cord stimulation: mechanisms of action. *Spine* 2002;27:2574-83.
5. 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.
6. Patel S, Huang DL, Sagher O. Sympathetic mechanisms in cerebral blood flow alterations induced by spinal cord stimulation. *J Neurosurg* 2003;99:754-61.
7. Alo KM, Holsheimer J. New trends in neuromodulation for the management of neuropathic pain. *Neurosurgery* 2002;50: 690-703.
8. Nelson DV, Stacey BR. Interventional therapies in the management of complex regional pain syndrome. *Clin J Pain* 2006;22:438-42.
9. Cameron T. Safety and efficacy of spinal cord stimulation for the treatment of chronic pain: A 20-year literature review. *J Neurosurg Spine* 2004;100:254-67.
10. McGreevy K, Williams KA, Christo PJ. Cephalad lead migration following spinal cord stimulation implantation. *Pain Physician* 2012;15:79-87.
11. Renard VM, North RB. Prevention of percutaneous electrode migration in spinal cord stimulation by a modification of the standard implantation technique. *J Neurosurgery spine* 2006; 4:300-3.
12. Mironer YE, Brown C, Satterthwaite JR, Cohen M, Tonder LM, Grumman S. A new technique of "midline anchoring" in spinal cord stimulation dramatically reduces lead migration. *Neuromodulation* 2004;1:32-7.
13. Koo MS, Kim YC, Kim MH, Francis SN, Suh JH, Shin WY, et al. Lead breakage in implanted spinal cord stimulation systems. *Korean J Anesthesiology* 2007;54:229-31.
14. Whitworth LA, Feler CA. C1-C2 sublaminae insertion of paddle leads for the management of chronic painful conditions of the upper extremity. *Neuromodulation* 2003;6:153-7.