

Suspicious Reperfusion Injury of Spinal Cord After Multilevel Cervical Posterior Decompression without Remarkable Surgical Insult - Two Case Reports -

Kyu Yeol Lee, M.D., Sung Gon You, M.D., Ki Woong Kim, M.D.

J Korean Soc Spine Surg 2014 Jun;21(2):97-102.

Originally published online June 30, 2014;

<http://dx.doi.org/10.4184/jkss.2014.21.2.97>

Korean Society of Spine Surgery

Department of Orthopedic Surgery, Inha University School of Medicine

#7-206, 3rd ST. Sinheung-Dong, Jung-Gu, Incheon, 400-711, Korea Tel: 82-32-890-3044 Fax: 82-32-890-3467

©Copyright 2014 Korean Society of Spine Surgery

pISSN 2093-4378 eISSN 2093-4386

The online version of this article, along with updated information and services, is
located on the World Wide Web at:

<http://www.krspine.org/DOIx.php?id=10.4184/jkss.2014.21.2.97>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Suspicious Reperfusion Injury of Spinal Cord After Multilevel Cervical Posterior Decompression without Remarkable Surgical Insult - Two Case Reports -

Kyu Yeol Lee, M.D., Sung Gon You, M.D., Ki Woong Kim, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Dong-A University

Study Design: Two case reports.

Objectives: We present two cases of quadriplegia after posterior decompression with fusion caused by a suspicious reperfusion injury of spinal cord without remarkable surgical insult.

Summary of Literature Review: Posterior decompression and posterolateral fusion have been reported as effective procedures in patients with multilevel myelopathy. However, postoperative spinal cord injury without remarkable intraoperative technical damage has been reported in a few articles. Reperfusion mechanism was suggested as one of the leading causes and reported in some animal models.

Materials and Methods: There was one case of ossification of the posterior longitudinal ligament and one developmental multilevel stenosis that underwent laminectomy with lateral mass instrumentation. After surgery, the patients presented with quadriplegia; MRI demonstrated swelling of the spinal cord and intramedullary lesion in two cases.

Results: After surgery, the patients presented with quadriplegia; MRI demonstrated swelling of the spinal cord and intramedullary lesion in two cases.

Conclusion: Although patients with such a medical condition are rare, it is difficult to predict postoperative swelling of the spinal cord before surgery. The surgeon should thus be aware of such rare disease conditions involving the spinal cord before the surgical procedure.

Key Words: Cervical myelopathy, Posterior decompression, Reperfusion injury

경추 척수증은 다양한 원인으로 인한 척수 압박에 의한 증상으로, 3분절 이상의 다분절 신경압박이 있고, 추체-척추관비가 0.8 이하의 선천성 척추관 협착증, 신경근 증상보다 비교적 경과가 오래된 척수 증상을 보이는 경우, 수술적 치료로는 전방 감압술 보다는 후방 도달 감압술이 선호된다.^{1,2)} 경추 후궁 절제술이 다분절 경추증의 치료에서 후방 접근법의 기본 술식으로 간주되고 있다. 이 때, 경추 후만곡, 분절의 불안정성 등의 합병증으로 인해 예방적으로 유합술이 함께 시행 될 수 있으며, 몇몇 연구들은 후방 감압술 후 수술 술기 상의 문제가 없음에도 신경 기능 장애가 발생하거나 증상이 악화됨을 보고하였다. 이와 같은 현상이 발생하는 정확한 기전이 밝혀진 바는 없으나 재관류 기전에 의한 척수 내 병변을 동반한 부종이 원인이 될 수 있다고 언급하고 있다.^{3,4)} 이에 저자들은 경추 다분절 후방 감압술 후 발생한 척수 부종 및 자기공명영상 검사상 신호강도 변화가 있는 척수 손상 2예를 경험하였기에 문헌 고찰과 함께 보고하고자 한다.

Received: July 16, 2013

Revised: August 14, 2013

Accepted: March 7, 2014

Published Online: June 30, 2014

Corresponding author: Kyu Yeol Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine,
Dong-A University, 1, Dongdaesin-dong 3-ga, Seo-gu, Busan 602-715, Korea

TEL: +82-51-240-2867, **FAX:** +82-51-243-9764

E-mail: gylee@dau.ac.kr

"This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited."

* 본 논문은 동아대학교 학술 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

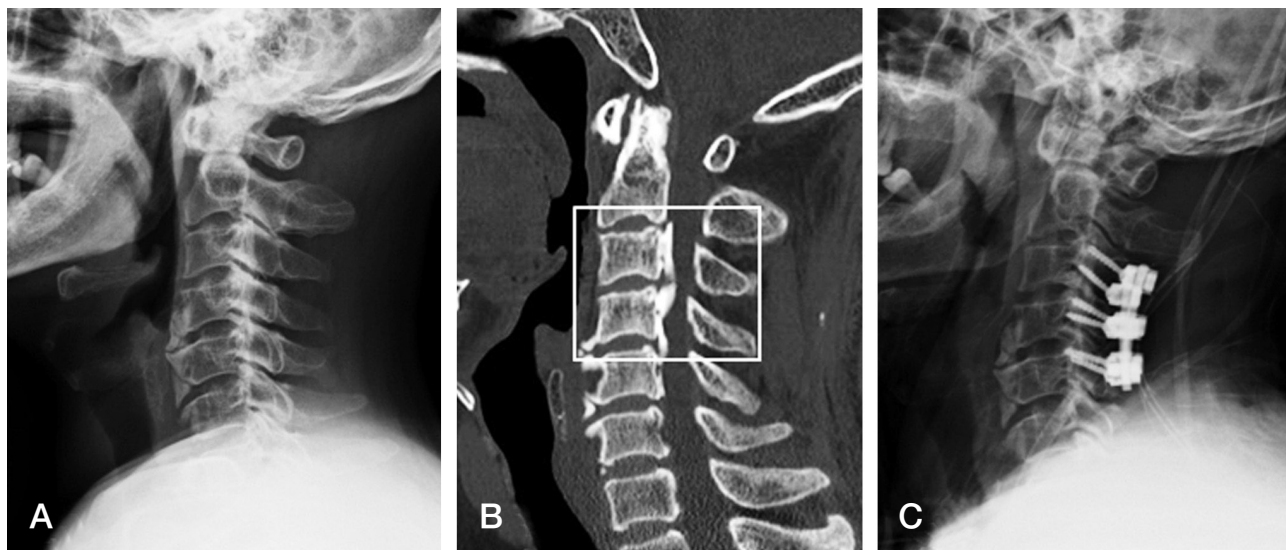


Fig. 1. 49-year-old man with OPLL. **(A, B)** Preoperative lateral radiogram and sagittal reconstruction CT scan show a posterior ossification to the vertebral bodies and mixed configuration at C3-5 (White box). **(C)** Postoperative lateral radiogram after posterior decompression with posterior fusion.

증례 보고

증례 1

49세 남자 환자로 약 1년 전 목통증 및 양측 손의 감각이상, 보행 장애가 발생하였으며 이후 지속적으로 증상이 악화되어 내원하였다. 환자는 종종 젖가락질 하기가 힘들고 잘 떨어뜨리며 와이셔츠 단추 채우기가 힘들었으며, 하지의 근력 약화로 보행 시 이상을 느낀다고 하였다. 환자는 이전에 특이한 외상력은 없었으며, 본원 내원 당시 시행한 이학적 검사 상 양측 상하지의 경한 근력 약화를 보였다. 또한, 주먹을 쥐었다 폈다를 반복하였을 때 10초에 5~6회 정도로 빠르게 하지 못하였으며, 좌측 하지의 무지 신전근, 족관절 굴곡근 및 신전근 등의 경한 근력 약화를 보였다. 양측 손과 발에서 일정 신경근 지배영역과 일치하지 않는 감각이상, 양측 하지의 심부건 반사 증가, 족간대성 경련 양성 소견 등이 관찰되었다. 3개월 전부터 빈뇨와 야간뇨 등의 배뇨장애 소견을 보였다. 종합적으로 Japanese Orthopedic Association (JOA) 점수 상 9점이었다. 단순 방사선 측면 사진 및 전산화 단층촬영에서 제 3~6경추의 각 분절에서 추간판 간격 감소 및 추체 후연으로 골화된 종괴가 관찰되었으며(Fig. 1A, 1B), 척추관 협착률은 제 3, 4경추간 분절에서 65%로 가장 높게 측정되었다. 환자는 목통증 및 양측 손의 감각이상과 보행 장애가 진행되어 수술적 치료를 결정하였다. 수술장에서 마취 후 이동 과정에서 발생할 수 있는 척수 손상을 예방하기 위해 고정 기구를 이용하여 손상을 최소화 하였다. 정맥 출혈을 최소화하고 뇌척수압을 낮추기 위해 reverse Trendelenburg 체위로 조정하였다. 척수 신경 압박 부위의 추궁판 부분 절제술을 이용한 후방 감압술을

시행하였으며, 다분절 감압술로 인한 불안정성을 예방하기 위해 측과 나사를 이용한 유합술을 함께 시행하였다(Fig. 1C). 수술 중 측과 나사의 위치를 파악하여 척추 동맥 및 신경근의 압박과 자극이 없음을 확인하였다. 감압술 중 척수에 압력을 가하지 않도록 조심하였으며, 열손상을 피하기 위해 전기소작기의 사용은 제한하였다. 수술 중 경막 손상은 없었다. 수술 후 혈종 형성에 의한 압박을 예방하기 위해 배액관을 삽입하였다. 수술 직후 환자의 JOA 점수는 0점이었다. 술 전 T2 강조 자기공명영상에서 제 3~6경추의 후방 척수 부위에 압박소견을 보였으며, 척수 내부의 고신호 강도를 보였던(Fig. 2A) 부위 확인을 위해 자기공명영상 촬영을 시행하였다. T2 강조 영상에서 제 3, 4경추간 분절의 척수 신경 내부로 수술 전 고신호 강도를 보인 범위가 넓어진 소견을 보였고 주위의 부종소견이 관찰되었다(Fig. 2B). 대량의 부신 피질 호르몬을 사용하였는데 통상적인 방법대로 메칠 프레드니솔론(methyl prednisolone)을 30 mg/kg을 15분에 걸쳐 정맥 주사하고, 23시간 동안 매시간 마다 5.4 mg/kg을 정맥 주사하였다. 술 후 7일째의 JOA 점수는 4점, Hirabayashi 회복률은 수술 직후와 비교하여 23.5%이었다. 추시한 자기공명영상 검사 상 T2 강조 영상에서 제 3, 4경추간 분절에서 척수 신경에서 보인 고신호 강도의 범위가 줄어들고, 부종이 감소된 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 2C). 술 후 1개월째의 JOA 점수는 10점, Hirabayashi 회복률은 수술 직후와 비교하여 58.8%, 술 전과 비교하여 14.3%이었다. 이후 환자는 추가적인 재활치료를 위해 연고지 근처 병원으로 전원하였다. 외래에서 지속적으로 추시하였으며, 술 후 6개월째의 JOA 점수는 15점, Hirabayashi 회복률은 술 전과 비교하여 75%의 회복률을 보였다. 현재 술 후 1년째로

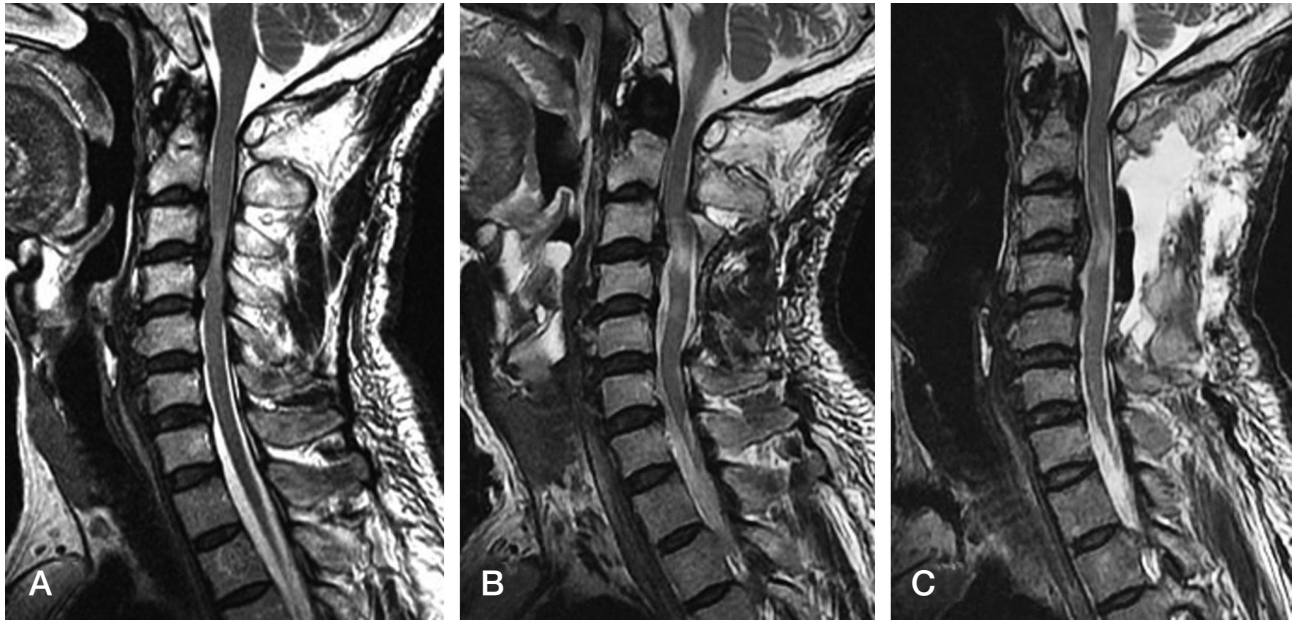


Fig. 2. Preoperative and postoperative MR images of a 49-year-old man with OPLL who developed distal sensory decrease of both arms. **(A)** Preoperative T2-MRI showed the presence of a high intensity area at C3-C4. **(B)** Postoperative T2 MRI 2 hours after surgery revealed swelling of the spinal cord with wide spreading of the high-intensity area between C3-C4. **(C)** Postoperative T2 MRI 1 week after surgery showed some degree of decrease of the swelling of the spinal cord and residual high-intensity area.

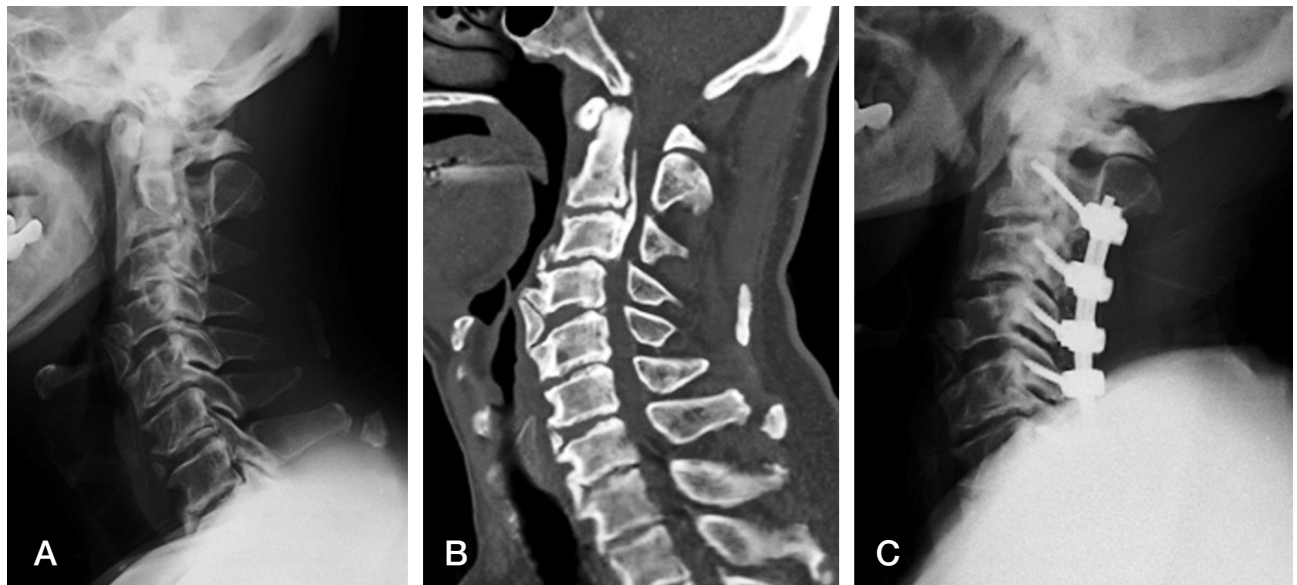


Fig. 3. 71-year-old man with multilevel spondylosis. **(A, B)** Preoperative lateral radiogram and sagittal reconstruction CT scan show some loss of lordosis and a posterior continuous configuration at the vertebral bodies of C3-5. **(C)** Postoperative lateral radiogram after posterior decompression with posterior fusion.

외래를 통한 추시 관찰 중이다.

증례 2

71세 남자 환자로 내원 1년 전 특별한 외상력 없이 양측 전완

부 및 손의 감각 이상이 발생하였다. 내원 1개월 전부터는 목을 뒤로 젖히는 동작 시에 양측 하지의 힘이 빠지고, 양측 손과 발의 저림이 심해져 내원하였다. 본원 외래 내원 후 시행한 이학적 검사 상 우측 상지의 경한 근력 약화를 보였으며, 좌측 상지와

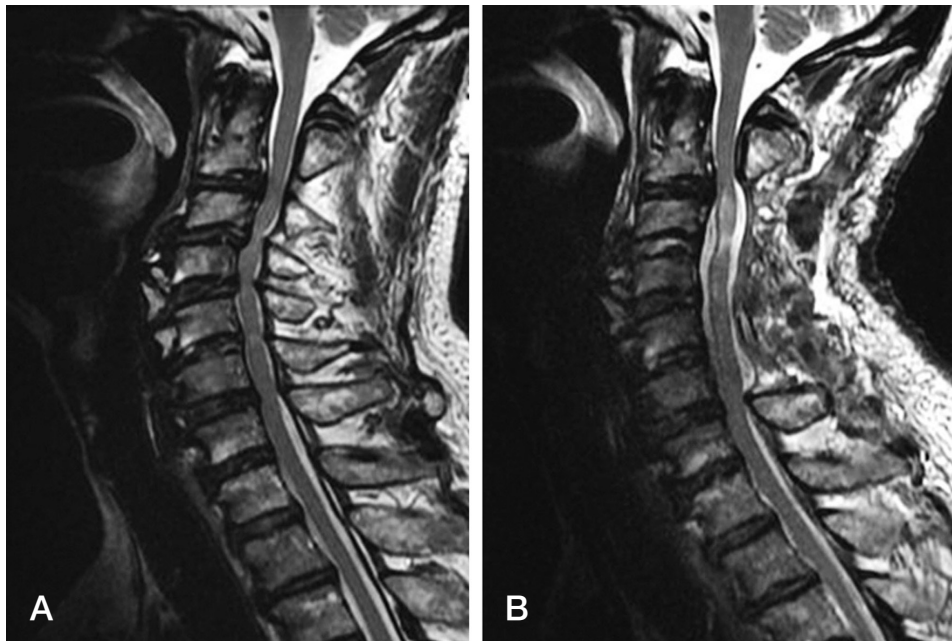


Fig. 4. Preoperative and postoperative MR images of a 71-year-old-man. **(A)** Preoperative MRI showing severe cord compression caused by multilevel spondylosis. **(B)** Postoperative MRI showing decompression and presence of T2 high-signal intensity zones at C2-3 and C3-4, C4-5, high-signal intensity zones are present in the gray matter.

양측 하지 근력 감소 및 병적 반사는 없었으나 양측 손과 발에서 일정 신경근 지배영역과 일치하지 않는 감각이상을 보였고 보행이 부자연스러웠다. 배뇨 장애로 내원 5개월 전부터 수차례의 실변을 호소하였다. 종합적으로 Japanese Orthopedic Association (JOA) 점수는 12점이었다. 단순 방사선 검사 상 경추 전반에 다발성 골극 형성 및 경추골 종판의 협소 및 경화성 변화를 보였으며, Pavlov ratio는 0.4로 감소되어 있었다. 전산화 단층촬영에서는 제 2-3경추의 추체 후연으로 골화된 종괴가 관찰되었다(Fig. 3B). T2 강조 자기공명영상 검사 상 제 2-3 및 3-4, 4-5, 5-6경추간 다발성 척추관 협착 소견을 보였으며, 그 후방 척수 부위에 다발적인 고신호 강도 변화가 관찰되었다(Fig. 4A). 환자는 양측 주관절 이하의 상지에 진행되는 감각이상 및 운동 장애로 수술적 치료를 시행하기로 결정하였다. 척수신경 압박 부위의 추궁판 부분 절제술을 이용한 다분절 후방 감압술을 시행하였고, 다분절 감압술로 인해 발생하는 불안정성을 예방하기 위해 측과 나사를 이용한 유합술을 함께 시행하였다. 마취 후 고정 기구를 이용하여 환자를 고정한 뒤 이동하도록 하였으며, reverse Trendelenburg 체위를 취하였다. 감압술 중 척수에 압력을 가하지 않도록 조심하였으며, 열손상을 피하기 위해 전기소작기의 사용은 제한하였다. 수술 중 경막 손상은 없었으며, 측과 나사로 인한 척추 동맥 및 신경근의 압박과 자극이 없음을 확인하였다. 수술 후 혈종 형성에 의한 압박을 예방하기 위해 배액관을 삽입

하도록 하였다. 수술 직후 환자의 JOA 점수는 0점이었으며, 수술 부위 확인을 위해 자기공명영상 촬영을 시행하였다. T2 강조 영상에서 제 2경추에서 제 6경추 후방의 척수 신경 내부로 고신호 강도의 범위 확대 및 주위의 부종소견이 관찰되었으며, 제 2경추의 척수 신경 압박이 추가적으로 필요할 것으로 보였다(Fig. 4B). 즉시 제 2경추의 후방 감압술을 추가적으로 시행하였다. 2차 수술 직후의 JOA 점수는 2점, Hirabayashi 회복률은 처음 수술 직후와 비교하여 13.3%이었다. 척수 부종 완화를 위해 고용량 스테로이드 요법을 시행하였으며, 술 후 3일째의 JOA 점수는 4점, Hirabayashi 회복률은 처음 수술 직후와 비교하여 23.5%이었다. 하지만 술 후 4일째 갑작스런 호흡곤란을 보였으며, 동맥혈 검사상 이산화탄소 저류 소견을 보여 기도 삽관 및 인공호흡기를 적용하였다. 술 후 3주째 정상 호흡을 회복하였으나, JOA 점수는 2점으로 감소되었다. 이후 지속적인 침상 재활을 시행하였으며, 현재 수술 후 3개월째로 근력등급은 양측 하지 및 우측 상지 III, 좌측 상지 II로 회복을 보이고 있으며, 침상 재활치료를 지속하고 있다.

고찰

경추 척수증은 증상 발현 기간이 길어질수록 불가역적인 손상을 초래하므로 조기에 진단하여 수술적 치료를 하는 것이 예후

에 좋은 것으로 보고되고 있으며, 특히 다분절의 척수 압박으로 인한 경추 척수증의 수술적 치료는 전방 감압술 보다는 후방 감압술이 선호된다.⁵⁾ 저자들은 후방 감압술의 적응증에 해당되는 후종인대의 비후 및 석회화로 인해 후방 압박이 심한 후종인대 골화증이 있었던 1예와 발달성 다분절 협착증이 있었던 2예에 대해 모두 후방 감압술 및 측괴 나사못 고정술을 이용한 후방 유합술을 시행하였다. 본 증례 모두에서 술 중 경막 손상이나 외부적 척수의 압박은 없었으며 술 후 촬영한 단순 방사선 측면 사진에서 경추의 정상 전만곡이 유지되었다. 그러나 수술 후 사지마비를 보였으며 자기공명영상 검사상 T2 강조 시상면에서 척수 내 고신호 강도 및 척수 부종을 보였다.

척수 손상 또는 척수 종양의 제거 후 자기공명영상에서 척수 내 병변이 관찰되는 경우에 대해서는 많이 보고되고 있으나,^{6,7)} 비외상성 또는 비종양성 경추 척수증이 있는 환자에서 감압술을 시행한 뒤 발생한 자기공명영상 검사상 신호 강도 변화를 보이는 경우에 대한 보고는 드물다. 또한, 경추 척수증 환자에서 자기공명영상 검사상 T2 강조 영상에서 고신호 강도를 보이는 부위는 척수연화증, 부종, 허혈, 또는 괴사와 같은 상태에서 나타나지만,⁶⁾ 아직까지 이와 같은 병변에 대해 완전히 설명되지는 못하고 있다.

이와 같은 현상이 발생하는 기전은 불명확하나, 몇몇 연구들은 이를 허혈-재관류 기전에 의한 척수 손상으로 설명하고 있다.^{3,4)} 심한 만성 척수 신경 압박으로 인해 혈류 장애가 장기간 지속된 상태에서 감압술을 시행할 경우 재관류가 발생하게 되며, 척수 내 갑작스런 과도한 혈액 공급이 일어날 수 있다. 척수 압박부위의 허혈 상태에서 감압술 후 재관류가 일어나게 되면 초기 단계에 산화반응 후의 유리기와 다른 독성 물질에 의해 허혈 상태인 척수 신경은 세포손상을 받는다.⁸⁾ 척수 내부의 회색질은 백색질에 비해 혈류가 풍부하고 세포 성분이 많아 혈류의 변화에 손상받기 쉽다. 이로 인해 회백질로 이루어진 전각세포는 손상받기 쉬우며, 피질척수로는 척수의 복측 회백질에서 끝나는 축색 경로이기에 함께 손상을 받게 되어 마비가 일어나게 된다.⁸⁻¹⁰⁾

본 연구의 증례들에서는 수술 중 술기 상 척수 손상을 줄 만한 사건이 없었으며, 수술 직후 자기공명영상에서 척수 내부의 고신호 강도와 일반적으로 수술 후 보일 수 있는 부종이 관찰되었을 뿐이었다. Chiba 등³⁾은 본 증례들과 유사하게 척수 신경 감압술 후 T2 강조 자기공명영상에서 고신호 강도를 보이며 사지마비를 보이는 환자를 보고하였으며, 수술 후 발생한 사지마비와 T2 강조 영상에서의 고신호 강도를 보이는 원인을 허혈-재관류 기전의 가능성에 대해 설명하고 있다. 본 연구의 증례들에서는 척수 손상을 일으킬 다른 인자들을 찾을 수 없었으나 술 후 자기공명 영상에서 척수 신경의 과도한 팽창을 보였고, 지속적으로

압박된 척수 신경의 재관류로 인한 손상이 의심되었다.

경추 후방 감압술은 비교적 안전하고 효과적인 수술방법으로 여겨져 왔으며, 지속적으로 개선되고 있다. 하지만 저자들은 본 증례를 통해 경추 다분절 후방 감압술 후 드물지만 재관류 손상으로 의심되는 척수 신경부종과 척수 내 병변이 발생할 위험성이 존재하는 것을 인지하고, 경추 다분절 척수 압박으로 인한 후방 감압술 시 이와 같은 현상에 대한 고려가 술 전 반드시 필요할 것으로 사료되며, 이에 대한 정확한 기전과 예방을 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Hukuda S, Mochizuki T, Ogata M, Schichikwa K, Shimomura Y. Operations for cervical spondylotic myelopathy. A comparison of the results of anterior posterior procedures. *J Bone Joint Surg.* 1985;67:609-15.
2. Lee CW, Kang JH, Lee KY, Sung HW. Laminoplasty versus laminectomy and fusion for multilevel cervical spondylosis. *J Korean Spine Surg.* 2010;17:147-53.
3. Chiba K, Toyama Y, Matsumoto M, Maruiwa H, Watanabe M, Hirabayashi K. Segmental motor paralysis after expansive open-door laminoplasty. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27:2108-15.
4. Shimizu T, Shimada H, Edakuni H. Postlaminoplasty palsy of upper extremities, with special reference to the spinal cord factors in Japanese. *Bessatsu Seikeigeka.* 1996;29:188-93.
5. Okada M, Minamide A, Endo T, et al. A prospective randomized study of clinical outcomes in patients with cervical compressive myelopathy treated with open-door or French-door laminoplasty. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34:1119-26.
6. Gebarski SS, Maynard FW, Gabrielsen TO, Knake JE, Latack JT, Hoff JT. Posttraumatic progressive myelopathy: Clinical and radiologic correlation employing MR imaging, delayed CT metrizamide myelopathy, and intraoperative sonography. *Radiology.* 1985;157:379-85.
7. Schwartz ED, Falcone SF, Quencer RM, Green BA. Post-traumatic syringomyelia: pathogenesis, imaging, and treatment. *AJR Am J Roentgenol.* 1999;173:487-92.
8. Dumont RJ, Okonkwo DO, Verma S, et al. Acute spinal cord injury, part I: pathophysiologic mechanisms. *Clin Neuropharmacol.* 2001;24:254-64.
9. Kim-Lee MH, Stokes BT, Yates AJ. Reperfusion paradox:

A novel mode of glial cell injury. *Glia*. 1992;5:56–64.
 10. Oyinbo CA. Secondary injury mechanisms in traumatic

spinal cord injury: a nugget of this multiply cascade. *Acta Neurobiol Exp (Wars)*. 2011;71:281–99.

경추 다분절 후방 감압술 후 수기적 손상 없이 발생한 재관류 손상으로 의심되는 척수 손상 - 2예 보고 -

이규열 • 유성곤 • 김기웅

동아대학교 의과대학 정형외과학교실

연구 계획: 증례 보고

목적: 경추 척수증 환자에서 다분절 후방 도달 감압술 및 유합술 후 척수 신경의 재관류 손상으로 의심되는 2예를 경험하였기에 보고하고자 한다.

선행 문헌 요약: 다발성 협착에 의한 경추 척수증은 다분절 후방 도달 감압술과 함께 불안정성을 예방하기 위해 측괴 나사를 이용한 후방 유합술을 시행할 수 있으며, 수술 중 수기적 손상 없이 술 후 신경학적 손상이 진행되는 것이 드물게 보고되고 있다. 이러한 원인 중의 하나로 재관류 기전에 의한 손상을 의심하고 있으며, 이는 몇몇 동물실험을 통해 증명되고 있다.

대상 및 방법: 후방 감압술의 적응증에 해당되는 후증 인대의 비후 및 석회화로 인해 압박이 심했던 1예와 다발성 발달성 협착증 1례에 대해 경추 후궁 절제술 및 유합술을 시행하였다. 2예 모두 수술 직후 사지마비를 보였으며, 자기공명영상 검사 상 척수 부종 및 척수 내부 고신호 강도의 범위가 증가된 소견을 보였다.

결과: 후증 인대 비후 및 석회화로 인해 압박이 심했던 1예에서 수술 직후 보였던 사지마비가 술후 6개월째 정상으로 회복되었으나, 다발성 발달성 협착증 1예는 수술 직후 보였던 사지마비가 일정 수준의 회복을 보인 후 그 상태가 지속되었다.

결론: 경추 다분절 후방 도달 감압술 및 유합술 후 발생한 척수 신경의 척수 신경의 손상은 사전에 예측하기 힘들지만 수술 전 가능성을 염두에 두어야 하며, 이에 대한 정확한 기전과 예방을 위한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

색인 단어: 경추 척수증, 후방 감압술, 재관류 손상

약칭 제목: 경추 다분절 감압술 및 재관류 손상으로 의심되는 척수손상