

풍선 척추 성형술 후 발생한 척추체의 재압박 - 예비 보고 -

김영울 · 박창구 · 유기원

가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실

Recompression of Vertebral Bodies after Balloon Kyphoplasty for Vertebral Compression Fractures - Preliminary Report -

Young-Yul Kim, M.D., Chang-Goo Park, M.D., Kee-Won Rhyu, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, The Catholic University of Korea

- Abstract -

Study Design: This is a retrospective and preliminary study.

Objectives: We wanted to evaluate the characteristics of recompression of vertebral bodies without trauma after balloon kyphoplasty (KP) for treating osteoporotic vertebral compression fractures (VCF).

Summary of the Literature Review: KP has been used for fracture reduction, maintenance of vertebral height and relief of pain in VCF. Despite of numerous satisfactory results, several factors have been noted to affect the clinical results of KP.

Materials and Methods: Six patients with recompression of vertebral bodies without trauma after KP were reviewed. All the patients were female and their mean age was 75.9 ± 4.1 years old. The follow-up period was 17.2 ± 8.5 months. The compression rates of the operated vertebral bodies (CR) and the kyphotic angles (KA) were checked by using plain roentgenograms at the initial, postoperative and last follow-up periods. The preoperative MRIs were also reviewed. The clinical results were checked using the VAS.

Results: The CRs at the initial, postoperative and last follow-up periods were $33.7 \pm 14.8\%$, $13.4 \pm 7.6\%$ and, $26.9 \pm 9.9\%$, respectively. The KAs were $19.2 \pm 7.2^\circ$, $14.8 \pm 6.2^\circ$ and $20.5 \pm 7.4^\circ$ for each period, respectively. Statistically, the CR and KA at the initial-postoperative period and at the postoperative-last follow-up period showed significant differences ($p < 0.05$). Intervertebral clefts were found in all the cases on MRI. Normal bones superior or inferior to cement were also seen in all the cases after KP. The VAS scores were 8.5 ± 0.5 , 2.3 ± 0.5 and 3.0 ± 0.6 , retrospectively, and there were significant differences between each periods ($p < 0.05$).

Conclusions: Recompression of a vertebral body without trauma after KP for treating VCF was observed in the cases with a intervertebral cleft seen on MRI and normal bones superior or inferior to the cement were observed after KP. The causes of recompression may be subsequent compression or resorption of the remaining vertebral body.

Key Words: Osteoporotic vertebral compression fracture, Balloon kyphoplasty, Intervertebral cleft, Recompression

Address reprint requests to

Kee-Won Rhyu, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, St. Vincent's Hospital, The Catholic University of Korea
93-6, Ji-dong, Paldal-gu, Suwon, Gyeonggi-do, 442-723, Korea

Tel: 82-31-249-8157, Fax: 82-31-254-7186, E-mail: kwrhyu@catholic.ac.kr

서 론

풍선 척추 성형술은 골다공증성 척추 압박골절의 최소침습적 치료방법으로 사용되고 있다. 수술방법으로는, 골절된 추체의 척추경을 통하여 풍선이 달린 도관을 삽입한 뒤, 도관에 압박을 가하여 풍선을 부풀리고 이 풍선에 의해 형성된 공간에 골시멘트를 주입한다. 풍선 척추 성형술의 장점은, 풍선을 이용하여 추체의 종판을 거상시켜 골절을 정복하고 골시멘트를 주입하여 정복된 추체를 유지하며 추체 성형술보다 점성이 높은 골시멘트를 낮은 압력으로 주입함으로써 골시멘트의 유출을 방지할 수 있는 것이다. 골다공증성 척추 압박골절이나 골종양 환자에서 풍선 척추 성형술 후 단기 추시 결과 만족스러운 결과를 보았다는 연구가 많이 보고되고 있다^{1,2,3,4,5,6}). 그러나, 전신적인 골다공증^{7,8}), 인접 추체의 신생 압박골절^{9,10,11,12,13}), 수술추체의 재골절¹⁴), 스테로이드 복용^{12,13}) 등이 최종 결과에 영향을 미치는 요인이 될 수 있으며 이로 인해 다양한 추시 결과를 보일 수 있다는 보고들도 있다. 특히, Lavelle와 Cheney¹⁴)는 풍선 척추 성형술 후 수술추체 재골절에 대해, 10%의 발생율을 보이며 수술후 첫 90일 이내에 대부분 재골절이 발생한다고 보고하였으나 재골절의 특성에 대하여는 자세히 언급되어 있지 않다.

본 연구의 목적은, 골다공증성 척추 골절에 대한 풍선 척추 성형술 후의 추시 결과 외상력 없이 수술추체의 재압박이 발견된 증례를 분석하여 방사선학적 및 임상적 특징을 알아보는 것이다.

연구 대상 및 방법

골다공증성 척추 압박골절에 대해 전신 또는 국소마취 하에서 하나의 골절추체에 대해 양측 척추경을 통하여 풍선 척추 성형술을 시행받고 1년 이상의 추시가 가능하였던 115명 중 외상력 없이 수술추체의 재압박이

발견되었던 6례를 대상으로 하였다. 이들은 전례가 여자였으며, 연령은 평균 75.9 ± 4.1 세(71~81세)이고, 수상 부위는 제 11흉추가 1례, 제 12흉추가 2례, 제 1, 2, 3요추가 각각 1례씩이었다. 전례에서, 추체당 6~10 ml의 polymethylmethacrylate (PMMA) 골시멘트가 주입되었다. 추시기간은 17.2 ± 8.5 개월(12~34개월)이었다. 전례에 대하여 수술전 골밀도 검사, 수술전 MRI검사, 수술전, 수술직후 및 최종추시 때의 추체 압박율과 후만각을 측정하였고, 임상적 결과는 VAS를 이용하여 측정하였다. 각 추시기간별의 방사선학적 검사 결과의 측정치와 VAS 값을 t-test로 분석하여 차이를 알아보았다.

결 과

수술전 골밀도 검사결과 T 점수는 -3.9 ± 0.6 (-3~-4.9)이었고, 추체 압박율은 수술전, 수술후 및 최종추시 결과 각각 $33.7 \pm 14.8\%$ (14.7~58.3%), $13.4 \pm 7.6\%$ (4.3~25.3%), $26.9 \pm 9.9\%$ (13~41.7%)였다. 수술부의 후만각은 수술전, 수술후 및 최종추시 결과 각각 $19.2 \pm 7.2^\circ$ (11~31°), $14.8 \pm 6.2^\circ$ (9~26°), $20.5 \pm 7.4^\circ$ (14~33°)였다. 통계학적 검사 결과, 추체 압박율과 후만각에서 수술전-수술후 및 수술후-최종추시의 값 사이에 유의있는 차이가 있었다($p < 0.05$). 수술전 요추부 MRI 결과, 전례에서 횡으로 형성된 추체열 신호가 관찰되었다. 또한, 수술직후의 단순방사선 검사 결과 추체열 부위에 골시멘트가 충전되어 있었으며, 골시멘트의 위 또는 아래로 정상 추체가 일부 남아있는 것이 발견되었다(Fig. 1). VAS 검사 결과, 수술전, 수술후 및 최종추시 결과 각각 평균 8.5 ± 0.5 점(8~9점), 2.3 ± 0.5 점(2~3점), 3.0 ± 0.6 점(2~4점)으로 각 추시기간 사이에 유의있는 차이가 있었다($p < 0.05$). 그러나, 최종추시 결과의 VAS 값이 2~4점으로 심한 증상을 호소하지 않았다(Table 1).

Table 1. Detail of the patients.

Cases	Sex	Age (yrs.)	Fx. level	Initial T-score	FU (mos.)	Height loss (%)			Kyphotic Angle (°)			VAS		
						Initial	Postop.	Last	Initial	Postop.	Last	Initial	Postop.	Last
1	F	72	D12	-3.1	12	14.7	4.3	13	11	9	14	9	2	3
2	F	76	L2	-4.9	13	58.3	25.3	41.7	24	16	23	8	3	3
3	F	81	D11	-4.2	18	39.4	18.2	23.5	18	15	16	8	2	3
4	F	75	L3	-3.7	12	24.5	11.82	0.9	15	9	14	8	2	3
5	F	71	L1	-3.8	34	31	6.9	31	16	14	23	9	3	4
6	F	80	D12	-4.0	14	34.5	13.8	31	31	26	33	9	2	2

고 찰

척추 압박골절에서 발견되는 추체열은 골절부의 허혈성 추체 붕괴를 의미하는 것으로 골다공증, 외상이나 스테로이드 복용례 등에서 발견되고^{15,16,17,18,19,20)}, 조직학적으로 골절부의 골괴사를 의미하는 소견으로 알려져 있다²¹⁾. 또한, 허혈성 골괴사 외에도 골절후의 불유합과 가관절을 의미하는 것으로도 보고되고 있다^{22,23,24,25,26)}.

추체열이 있는 골다공증성 척추 압박골절에서 풍선 척추 성형술을 시행할 경우, 풍선의 팽창은 주로 추체열에서 일어나게 되고, 추체열 위와 아래의 정상 추체 부위는 어느 정도 풍선에 의해 압박이 되지만 많은 부분은 유지된 채로 풍선에 밀리게 된다. 따라서 수술후 방사선 사진을 보면 골시멘트의 위와 아래로 정상적인 추체가 유지된 채로 남아있는 모습이 관찰된다(Fig. 1). Kim 등²⁷⁾은 사체의 흉추에 추체 성형술과 풍선 척추 성형술을 시행하고 100,000회의 반복부하를 가하는 생역학적 연구에서 풍선 척추 성형술을 시행한 경우에 최초의 추체 높이는 추체 성형술을 시행한 쪽보다 높았으나 반복부하후의 최종 추체높이는 더 낮았다고 보고하였다. 이들은, 척추 성형술의 경우 추체의 골수강내로 골시멘트가 충전되면서 상부 추체단판에 가해진 부하가 상부 추체단판, 충전된 골시멘트, 하부 추체단판의 순서로 전달되어 상대적으로 약한 추체 해면골에는 직접적으로 부하가 가해지지 않게 된다고 하였다. 그러나 풍선 척추 성

형술의 경우 골시멘트가 주위 골수강내로 충전되지 못하고 해면골의 일부를 압박하면서 골절을 정복하여 초기에는 추체높이가 높게 유지되지만, 가해지는 부하가 상부 추체단판, 상부 정상골, 골시멘트, 하부 정상골, 하부 추체단판의 순서로 전해지는 과정에서 상, 하의 정상 추체가 지속적으로 붕괴되어 추체의 높이가 크게 감소할 것이라고 설명하고 있다. Wilke 등²⁸⁾도 유사한 연구에서 골충진제로 풍선 척추 성형술을 시행한 경우에 최종적으로 추체의 재압박이 관찰되었다고 하였다. 저자들의 연구에서는, 척추내 추체열 부분을 중심으로 정복과 골시멘트 충전이 이루어졌으며, 골시멘트의 위 또는 아래 정상적인 추체 부분이 남아있는 것이 관찰되고, 최종추시 결과 추체의 재압박이 관찰되었다. 이는 Kim 등²⁷⁾이나 Wilke 등²⁸⁾의 실험결과와 유사한 결과이다. 추체 재압박의 원인으로는, Kim 등²⁷⁾이나 Wilke 등²⁸⁾의 연구에서와 같이, 수술후의 일상생활에서 반복적으로 척추에 가해지는 부하로 인해 골시멘트의 위, 아래 추체가 지속적으로 압박되어 나타날 수도 있으며, 또는 추체 해면골보다는 강도가 높은 골시멘트를 통해 주된 부하가 전달되면서 stress-shield 효과에 의해 상대적으로 강도가 낮은 상, 하의 추체 해면골이 흡수되어 나타날 수도 있을 것이다. 본 연구의 경우 증례의 수가 적어서 보다 정확한 원인을 파악하기 어려웠지만 증례 중에는 재압박이 되면서 정상 추체의 형태가 소실되는 경우도 있는 것으로 보아서 stress-shield에 의한 골흡수도 하나의 원인일

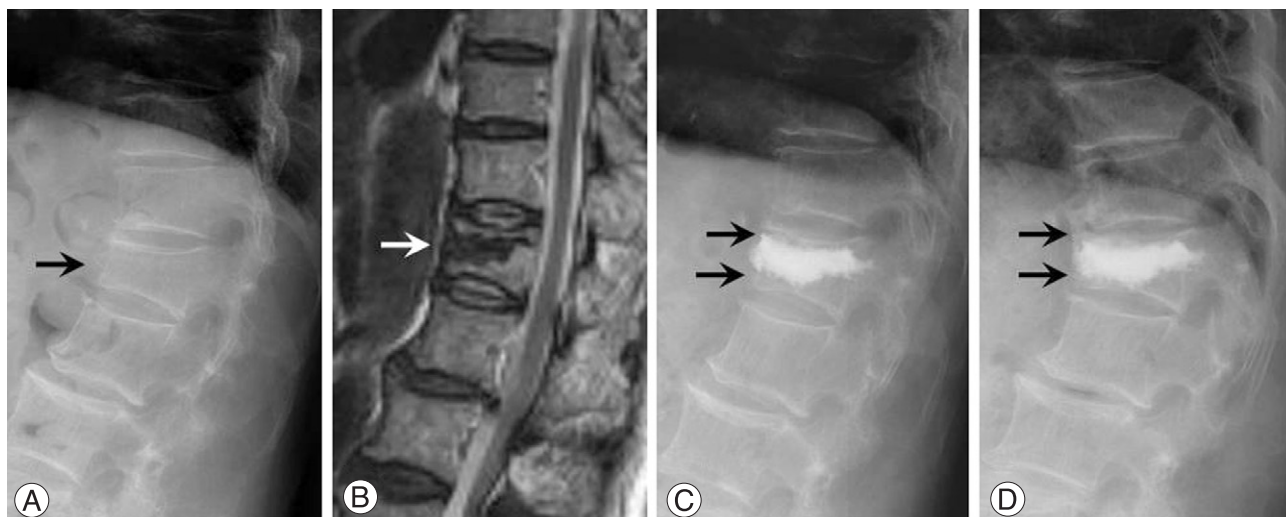


Fig. 1. 81 years-old female with D12 vertebral compression fracture (case 6). (A) Initial plain roentgenogram. The initial height loss was 34.5% and initial T-score was -4. Initial kyphotic angle was 31° (black arrow). (B) The T2-weighted MRI image showed the intervertebral cleft (white arrow). (C) The balloon kyphoplasty was done and the fracture was reduced into 13.8% of body compression and 26° of kyphotic angle. The normal portions of vertebral body were seen at superior and inferior aspect of the cement (black arrows) after surgery. (D) The plain roentgenogram showed resorption of the remained vertebral body at 14 months after the surgery (black arrows). The inferior portion of vertebral body was resolved mainly. Body compression rate was increased into 31% and the kyphotic angle was resulted to 33°. The initial, postoperative, and last VAS score were 9, 2 and 2, retrospectively.

수 있다고 추정되었다.

임상적인 추체 재압박의 의미를 알아보기 위해 추시기간별로 VAS 점수를 측정하였고, 결과적으로 각 추시기간의 VAS 점수 사이에 통계학적으로 유의있는 결과가 나타났다. 하지만 증례들에서 보이듯이 실제 최종추시 때의 VAS 점수가 2~4점 사이인 것을 볼 때에 추체의 재압박이 있다고 하여도 임상적으로는 큰 증상의 차이가 없을 수 있다고 추정할 수 있다. 그러나, 추체의 재압박이 지속적으로 진행될 경우, 수술부의 변형이 증가하거나 또는 재압박 자체로도 증상이 초래되는 경우에는 추가적인 약물투여나 수술적 가료가 필요할 수도 있으므로 이에 대한 주의가 반드시 필요하다고 할 수 있다.

본 연구의 가장 큰 제한점은 증례수가 적은 것이다. 따라서 골다공증성 골절에 대한 풍선 성형술 후의 추체 재압박이 추체 중앙부의 추체열 유무, 수술시의 골시멘트의 위치 등과 연관성이 있는지를 밝히지 못했다. 또한, 풍선 척추 성형술의 수술방법, 충전체의 종류, 추체 정복 정도, 충전체의 양, 골다공증에 대한 전신적 및 국소적 상태와의 상관관계, 임상적 의미 등에 대해 설명하기도 불가능하였다. 결과적으로 본 연구의 결과를 일반적인 양상으로 간주하는 데에는 큰 오류의 가능성과 위험성을 내포하고 있다.

다만, 저자들의 연구를 바탕으로 보다 많은 증례를 대상으로 하여 다양한 요소를 고려하여 연구들이 발전된다면 골다공증성 척추 압박골절에서 풍선 추체 성형술 후 외상력 없이 발생하는 추체 재압박에 대한 보다 정확한 지식을 얻을 것이라고 생각되며, 이에 대한 지속적인 관심과 주의 깊은 추시가 필요할 것이다.

결 론

골다공증성 척추 압박골절에 대한 방사선 검사결과, 수술전 요추부 MRI상 골절 추체에 추체열 신호가 관찰되며, 수술직후의 단순 방사선 검사 결과 추체 중앙부의 추체열 부위에는 골시멘트가 충전되고 위 또는 아래에 정상 추체가 일부 남아있는 경우, 남아있던 추체의 흡수가 일어나면서 수술 추체의 재압박이 일어날 가능성이 있으므로, 이에 대한 관심과 주의 깊은 추시가 필요할 것으로 사료되었다.

참고문헌

- 1) **Lieberman IH, Dudeney S, Reinhardt MK, et al.:** Initial outcome and efficacy of "kyphoplasty" in the treat-

ment of painful osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 2001; 26: 1631-1638.

- 2) **Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA:** New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine*. 2001; 26: 1511-1515.
- 3) **Lieberman I, Reinhardt MK:** Vertebroplasty and kyphoplasty for osteolytic vertebral collapse. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 415: 176-186.
- 4) **Voggenreiter G:** Balloon kyphoplasty is effective in deformity correction of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 2005; 30: 2806-2812.
- 5) **Garfin SR, Buckley RA, Ledlie J, et al.:** Balloon kyphoplasty for symptomatic vertebral body compression fractures results in rapid, significant, and sustained improvements in back pain, function, and quality of life for elderly patients. *Spine* 2006; 31: 2213-2220.
- 6) **Taylor RS, Fritzell P, Taylor RJ:** Balloon kyphoplasty in the management of vertebral compression fractures: an updated systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J* 2007; 16: 1085-1100.
- 7) **Lindsay R, Silverman SL, Cooper C, et al.:** Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *JAMA* 2001; 285: 320-323.
- 8) **Kanis J, Johnell O, Oden A, et al.:** The risk and burden of vertebral fractures in Sweden. *Osteoporos Int* 2004; 15: 20-26.
- 9) **Belkoff SM, Mathis JM, Fenton DC, et al.:** An ex vivo biomechanical evaluation of an inflatable bone tamp used in the treatment of compression fracture. *Spine* 2001; 26: 151-156.
- 10) **Polikeit A, Nolte LP, Ferguson SJ:** The effect of cement augmentation on the load transfer in an osteoporotic functional spinal unit: finite element analysis. *Spine* 2003; 28: 991-996.
- 11) **Berlemann U, Ferguson SJ, Nolte LP, et al.:** Adjacent vertebral failure after vertebroplasty: a biomechanical investigation. *J Bone Joint Surg Br*. 2002; 84: 748-752.
- 12) **Fribourg D, Tang C, Sra P, et al.:** Incidence of subsequent vertebral fracture after kyphoplasty. *Spine* 2004; 29: 2270-2276.
- 13) **Harrop J, Prpa B, Reinhardt M, et al.:** Primary and secondary osteoporosis incidence of subsequent vertebral compression fractures after kyphoplasty. *Spine* 2004; 29: 2120-2125.
- 14) **Lavelle WF, Cheney R:** Recurrent fracture after verte-

- bral kyphoplasty. *Spine J* 2006; 6: 488-493.
- 15) **Maldague BE, Noel HM, Malghem JJ:** *The intravertebral vacuum cleft: a sign of ischemic vertebral collapse. Radiology* 1978; 129: 23-29.
- 16) **Stäbler A, Schneider P, Link TM, et al.:** *Intravertebral vacuum phenomenon following fractures: CT study on frequency and etiology. J Comput Assist Tomogr* 1999; 23: 976-980.
- 17) **Naul LG, Peet GJ, Maupin WB:** *Avascular necrosis of the vertebral body: MR imaging. Radiology* 1989; 172: 219-222.
- 18) **Laloux P, Lefebvre S, Esselinckx W, et al.:** *Spinal cord compression secondary to vertebral aseptic osteonecrosis. Spine* 1991; 16: 480-481.
- 19) **Dupuy DE, Palmer WE, Rosenthal DI:** *Vertebral fluid collection associated with vertebral collapse. AJR Am J Roentgenol* 1996; 167: 1535-1538.
- 20) **Chou LH, Knight RQ:** *Idiopathic avascular necrosis of a vertebral body. Case report and literature review. Spine* 1997; 22: 1928-1932.
- 21) **Libicher M, Appelt A, Berger I, et al.:** *The intravertebral vacuum phenomenon as specific sign of osteonecrosis in vertebral compression fractures: results from a radiological and histological study. Eur Radiol* 2007; 17: 2248-2252.
- 22) **Baba H, Maezawa Y, Kamitani K, et al.:** *Osteoporotic vertebral collapse with late neurological complications. Paraplegia* 1995; 33: 281-289.
- 23) **Hasegawa K, Homma T, Uchiyama S, et al.:** *Vertebral pseudarthrosis in the osteoporotic spine. Spine* 1998; 23: 2201-2206.
- 24) **Mochida J, Toh E, Chiba M, et al.:** *Treatment of osteoporotic late collapse of a vertebral body of thoracic and lumbar spine. J Spinal Disord* 2001; 14: 393-398.
- 25) **Baur A, Stäbler A, Arbogast S, et al.:** *Acute osteoporotic and neoplastic vertebral compression fractures; fluid sign at MR imaging. Radiology* 2002; 225: 730-735.
- 26) **Ito Y, Hasegawa Y, Toda K, et al.:** *Pathogenesis and diagnosis of delayed vertebral collapse resulting from osteoporotic spinal fracture. Spine J* 2002; 2: 101-106.
- 27) **Kim MJ, Lindsey DP, Hannibal M, et al.:** *Vertebroplasty versus kyphoplasty: biomechanical behavior under repetitive loading conditions. Spine* 2006; 31: 2079-2084.
- 28) **Wilke HJ, Mehnert U, Claes LE, et al.:** *Biomechanical evaluation of vertebroplasty and kyphoplasty with polymethyl methacrylate or calcium phosphate cement under cyclic loading. Spine* 2006; 31: 2934-2941.

국문초록

연구계획: 골다공증성 척추 골절에 대한 풍선 척추 성형술 후의 추시 결과에 대한 후향적 예비 연구이다.

연구목적: 골다공증성 척추 골절에 대한 풍선 척추 성형술 후, 외상력 없이 수술 추체의 재압박이 발견된 증례의 특징을 알아보는 것이 본 연구의 목적이다.

대상 및 방법: 골다공증성 척추 압박골절로 풍선 척추 성형술을 시행받은 환자들 중 1년 이상의 추시결과, 외상력이 없이 수술추체의 재압박이 발견되었던 6례를 대상으로 하였다. 이들은 전례가 여자였으며, 연령은 75.9 ± 4.1 세이고, 수상부위는 제 11흉추가 1례, 제 12흉추가 2례, 제 1, 2, 3요추가 각각 1례씩이었다. 추시기간은 17.2 ± 8.5 개월이었다. 전례에 대하여 수술전 골밀도 검사, 수술전 MRI검사, 수술전, 수술직후 및 최종추시 때의 추체 압박율과 후만각을 측정하였고, 임상적 결과는 VAS를 이용하여 측정하였으며, 각 측정치에 대하여 통계학적 검사를 시행하여 차이를 분석하였다.

결과: 수술전 골밀도 검사결과 T 점수는 -3.9 ± 0.6 이었고, 추체 압박율은 수술전, 수술후 및 최종추시 결과 각각 $33.7 \pm 14.8\%$, $13.4 \pm 7.6\%$, $26.9 \pm 9.9\%$ 였다. 수술부의 후만각은 수술전, 수술후 및 최종추시 결과 각각 $19.2 \pm 7.2^\circ$, $14.8 \pm 6.2^\circ$, $20.5 \pm 7.4^\circ$ 였다. 통계학적 검사 결과, 추체 압박율과 후만각에서 수술전-수술후 및 수술후-최종추시의 값 사이에 유의있는 차이가 있었다($p < 0.05$). 수술전 요추부 MRI 결과, 전례에서 추체열 신호가 관찰되었다. 또한, 수술직후의 단순 방사선 검사 결과 추체 중앙부에는 골시멘트가 충전되어 있었으며, 골시멘트의 위 또는 아래로 정상추체가 일부 남아있는 것이 발견되었다. VAS 검사 결과, 수술전, 수술후 및 최종추시 결과 각각 평균 8.5 ± 0.5 점, 2.3 ± 0.5 점, 3.0 ± 0.6 점으로 각 추시기간 사이에 유의있는 차이가 있었다($p < 0.05$).

결론: 수술전 요추부 MRI상 골절 추체에 추체열 신호가 관찰되며, 수술직후의 단순 방사선 검사에서 추체 중앙부의 골시멘트 위 또는 아래에 정상추체가 남아있는 경우, 재골절이나 남아있던 추체의 흡수로 인하여 수술 추체의 재압박이 일어날 가능성이 있음을 알았다.

색인단어: 골다공증성 척추 압박골절, 풍선 척추 성형술, 추체열, 재압박

※ 통신저자 : 유 기 원

경기도 수원시 팔달구 지동 93-6

가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실

Tel: 82-31-249-8157 Fax: 31-254-7186 E-mail: kwrhyu@catholic.ac.kr