

척추 압박골절 환자에서의 풍선 척추체 복원술의 치료 효과

아주대학교 의과대학 마취통증의학교실 신경통증클리닉

한경립 · 김 찬 · 양종윤 · 한승탁 · 김의석

= Abstract =

Balloon Kyphoplasty for the Treatment of Vertebral Compression Fractures

Kyung Ream Han, M.D., Chan Kim, M.D., Jong Yoon Yang, M.D.,
Seung Tak Han, M.D., and Yeui Seok Kim, M.D.

Pain Clinic, Department of Anesthesiology and Pain Medicine, University of Ajou, Suwon, Korea

Background: Balloon kyphoplasty is the new technique that helps to decrease the pain and improve mobility as well as restore the vertebral body height and kyphotic curve in fractured vertebrae. We evaluated the outcome of balloon kyphoplasty in the reduction of vertebral body height, kyphotic curve and clinical improvement in the patients with painful vertebral compression fractures.

Methods: From July 2002 to February 2005, 84 levels of vertebral compression fractures in 66 patients were treated with balloon kyphoplasty. The assessment criteria were the changes over time in visual analogue scale (VAS) and mobility score. We evaluated the vertebral body height and kyphotic curve at preoperative 1 day and postoperative 1 day.

Results: Procedures were performed in 66 patients with a total of 84 affected vertebral bodies. The anterior wall height was restored in 74 / 84 (88%) levels with a mean increment of 2.9 mm, and the mid-vertebral body height was restored in 79 / 84 (94%) levels with a mean increment of 4.2 mm. Kyphosis correction was achieved in 60 / 84 (71.4%) from 10.1 degrees to 7.5 degrees. Pain intensity reduced by 60% in one day after operation and by 75-85% in later time. Mobility scores of all patients were improved immediately after the procedure. Cement leakage occurred in 3 levels but there was no clinical problem.

Conclusions: Kyphoplasty is an efficient and safe treatment of painful vertebral compression fracture in pain relief, mobility improvement, and reduction of deformity. (Korean J Pain 2006; 19: 56-62)

Key Words: kyphoplasty, kyphosis, vertebral compression fracture.

서 론

척추의 압박골절은 대부분의 경우 골다공증의 합병증으로 오며, 척추의 전이암이나 다발성골수종(multiple myeloma) 등에 의해서도 유발된다. 일반적인 보존적인 치료에도 불구하고 통증을 동반하는 척추 압박골절은 전체 척추 압박골절의 약 30% 정도라고 추정되며, 이러한 환자들은 특징적으로 자세의 움직임에 따라 통증이 악화되기 때문에 환자의 대부분이 보호자의 도움을 받아야 일상생활이 가능한 경우가 발생하고 따라서 환자뿐만 아니라 환자의 가족들까지도 생활에 큰 지장을 받게 된다.

척추 압박골절에 대한 치료로는 침상안정, 진통제 복용, 척추

용 보조기 착용 및 다양한 물리치료법 등이 사용되어 오고 있으나¹⁾ 침상안정은 골소실을 가속화시키며 근육의 부조화상태(deconditioning)를 유발하여 결과적으로 통증을 감소시키지 못한다.²⁾ 또한 이러한 통증뿐만 아니라 척추의 변형,^{3,4)} 폐기능의 감소,^{5,6)} 식욕감퇴, 수면장애, 운동력의 감소 등과 우울증 및 독립적 생활의 박탈 등의⁷⁻⁹⁾ 척추 압박골절과 연관된 연속적인 합병증을 가져온다.

통증을 동반하는 척추 압박골절에 대한 치료로 풍선을 이용한 척추체 복원술은 1987년 이후 시술되어 오던 경피적 척추체성형술(percutaneous vertebroplasty)의 단점을 보완한 방법으로 시멘트의 추체외로의 유출을 줄이고, 감소된 척추체의 높이를 복원시킴으로써 증가된 척추 후만 각도를 감소시킬 수 있다는 장점을 가지고 소개된 새로운 시술법이

접수일 : 2005년 9월 1일, 승인일 : 2006년 3월 29일

책임저자 : 김 찬, (442-721) 경기도 수원시 영통구 원천동 산 5번지, 아주대학교병원 마취통증의학과 신경통증클리닉

Tel: 031-219-5689, Fax: 031-219-5579, E-mail: kimchan@madang.ajou.ac.kr

Received September 1, 2005, Accepted March 29, 2006

Correspondence to: Chan Kim, Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Ajou University School of Medicine, San 5, Woncheon-dong,

Yeongtong-gu, Suwon 442-721, Korea. Tel: +82-31-219-5689, Fax: +82-31-219-5579, E-mail: kimchan@madang.ajou.ac.kr

다. 우리나라에서는 2002년부터 시술되어 오기 시작하였으며 이 시술방법에 대한 임상적인 치료 효과에 대한 보고는 많지 않다.

따라서 저자들은 풍선을 이용한 척추체 복원술 시행 후 환자의 통증 및 운동력의 변화와 척추체 높이와 척추 후만도에 대한 평가를 하여 치료 효과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상 환자 및 시술전 검사

2002년 7월에서 2005년 2월까지 본원 신경통증클리닉에 입원하여 척추 압박골절에 의한 통증으로 풍선을 이용한 척추체 성형술을 시술받은 66명 환자를 대상으로 하였으며 시술된 척추체는 총 84예(흉추 42예, 요추 42예)였다. 66명의 환자 중 척추 전이암이 3명, 다발성 골수종 환자가 2명이었으며 나머지 61명은 골다공증에 의한 척추 압박골절 환자였다. 66명의 환자 중 여자는 50명, 남자가 16명이었으며, 평균 나이는 72세(최소 47세, 최대 86세)였다(Table 1). 시술 전 모든 환자에게 시술에 대한 효과 및 합병증, 시술비용 등을 설명하고 동의서를 받았다.

시술 전후의 준비는 일반적인 수술에 준하였다. 시술전후에 모든 환자에게 흉·요추 전면 및 측면 단순촬영을 시행하였으며, 상흉추인 경우는 같은 조건의 시술전후의 흉추 단순촬영 사진을 비교하여 척추체 높이 및 후만도를 측정하였다. 모든 환자들에게 시술부위를 포함하는 척추 자기공명 영상촬영을 시행하였으며, 척추체 이외의 후방척추부위에서 오는 통증을 감별하기 위하여 단층골주사검사(bone SPECT, Single Photon Emission Computerized Tomography)를 시행하였고, 후방척추체의 피질골의 파괴 등이 의심되는 경우에 한해서 척추 컴퓨터 단층촬영을 시행하였다. 또한 모든 환자에서 시술 전 골밀도검사를 시행하였다.

모든 환자들은 압박된 척추 레벨에 따라 통증의 부위 및 증상은 차이가 있었으나 일반적인 통증의 부위는 흉추의 경우 등과 가슴의 통증을 호소하였고 요추의 경우 허리통증, 하요추의 경우 골반부 통증을 호소하였으며 움직임에 의하여 악화되는 공통적인 특징을 보였다. 이학적 검사를 통하여 방사통이 없는지를 확인하고 신경학적 소실이 없는 환자만을 선택하였으며 방척추 및 극상근 사이 압박에 의

한 가장 심한 압박점을 보이는 부위와 환자가 호소하는 통증부위가 일치하는지를 확인하고, 자기공명영상촬영을 통하여 이 부위와 일치하는 척추레벨에서 급성 척추 압박골절이 확인된 경우에만 시술하였다.

2. 시술방법

환자들은 수술 30분 전에 midazolam 0.03-0.05 mg/kg을 전처치하였고 수술침대에 복와위로 자세를 취하게 하였으며 혈압, 맥박, 산소 포화도를 지속적으로 감시하며 마스크를 이용하여 산소를 공급하였다. 수술 전에 염증 예방 목적으로 cefazoline 1 g을 정맥주사하였으며, 진통 목적으로 fentanyl (25-150 µg)을 필요시 정맥주입하였다. 모든 환자들은 국소마취하에 시술되었으며 시술 중에 발생할 수 있는 합병증을 예방하기 위하여, 시술 중 환자의 불편감에 대하여 충분한 대화를 하면서 시술하였고, fentanyl 이외의 다른 진통제 및 안정제는 투여하지 않았다.

시술 전에 시술하기로 결정된 척추레벨을 방사선조영(OEC series 9,800, General Electronics, Farifield, Connecticut, USA) 하에서 정확한 전후상과 측면상을 확인한 후 시술을 시작하였다. 바늘의 삽입점은 척추의 압박된 양상에 따라 요추는 방사선 조영상에서 추근(pedicle) 내에서 추궁근의 중앙이나 약간 외측이나 상측으로 하였고, 흉추는 추궁근 밖으로 횡돌기의 윗면으로 평행하거나 약 0.5-1 cm 위쪽이면서 추궁근 외측면에서 약 0.5-1 cm 외측으로 하였다.

1% lidocaine으로 자입점을 국소마취하고 20-G 척추천자용 바늘로 척추생검바늘(11-G)의 삽입점을 방사선 전후와 측면상으로 확인한 후 측면상에서 척추생검바늘을 척추체의 후피질골을 통과하여 약 2-3 mm 지나는 점까지 전진시켰다. 이때 바늘의 전진 각도는 각 척추체의 압박된 모양에 따라 전후상과 측면상을 교대로 확인하면서 전진하였다.

척추 생검바늘이 척추의 후피질골을 통과한 후 바늘의 스타일렛을 빼고 가이드핀을 척추체 안으로 넣은 후 척추 생검바늘을 제거하고 가이드핀을 통하여 작업관(working cannula)을 척추체 안으로 삽입하여 후방피질골의 전방 약 2-3 mm 되는 위치에 도달하면 가이드핀과 작업관 안의 스타일렛을 제거하고 작업관을 통하여 드릴을 전방부 피질골 후방 약 5 mm까지 추체 안으로 전진시켜 풍선이 팽창될 수 있는 공간을 만들고 그 후 시멘트 주입기(bone filler device)로 드릴이 전진했던 척추체 안의 풍선이 거치될 부분의 공간을 확실하게 확보하였다. 그 후 풍선을 삽입하고 천천히 팽창시켰다. 약 50 psi 정도 풍선을 팽창시킨 후 풍선에 부착되어 있는 스타일렛을 제거하고, 풍선의 압력이 300 psi까지 증가하거나, 강력한 저항이 느껴지는 경우, 추체 높이의 복원이 충분하다고 판단될 때까지 혹은 풍선의 최대 부피까지 천천히 풍선을 팽창시켰다. 풍선크기의 선택은 척추체의 크기에 따라 결정하였으며 일반적으로 풍선 내 최대 부피가 흉추에서는 4 ml, 요추에서는 6 ml인 것을 이용하였다.

Table 1. Demographic Characteristics in Study Population

Age (yrs) (min-max)	72.0 ± 9.4 (47-86)
Gender	
Female (%)	50 (75.8)
Male (%)	16 (24.2)
Duration of pain (days) (min-max)	46.4 ± 110.8 (2-840)
Hx of slip down (%)	23 (34.3%)
BMD (T-score) (min-max)	-3.3 ± 1.6 (-6.6-0.4)

풍선의 모양이 추체의 정중앙에서 양쪽으로 팽창된 경우에는 편측 시술만 하였으며, 한쪽으로 치우쳐 팽창된 경우에는 같은 방법으로 반대쪽 시술을 하였다.

척추체 내에 풍선의 팽창에 의한 시멘트 주입 공간이 확보된 후 풍선을 완전히 감압한 후 제거하고 파우더 시멘트 (EXOLENT spine, ELMDOWN LTD, London, England) 20 ml 와 액상 시멘트 8 ml 정도를 혼합하여 치약보다 약간 묽은 정도의 점도로 만들어 1.5 ml 시멘트 주입기에 채운 후 시멘트의 점도를 다시 확인하여 흐르지 않는 정도로 굳어진 후에 추체 내에 주입하였다. 시멘트 주입량은 기존의 풍선에 의해 팽창되었던 공간으로 들어가는 경우 풍선을 팽창시켰던 용량과 거의 같은 양을 주입하였으며, 추체의로의 시멘트의 유출이 있는 경우는 주입을 중지하였다.

3. 척추체 높이의 평가

시술 전과 시술 후 1일째의 흉·요추의 측방 단순 방사선 촬영사진을 이용하여(상흉추인 경우는 흉추 단순 방사선 촬영사진) 추체의 전방, 중간부, 후방의 높이를 측정하였고, 추체 높이의 비율 계산은 압박된 추체에 근접한 추체로서 가장 정상적인 모양을 하는 추체 높이가 가장 높은 추체의 높이에 대한 비율로 나타내어졌다. 추체 전면과 후면을 추체의 상중판과 하중판을 따라 전면에서 후면으로 연결하는 선을 그어 척추의 전방 압박 각도(wedge angle)를 측정하였으며, 척추체의 후만도는 Cobb 법을 이용하여 측정하였다.

4. 결과 평가

환자의 통증정도는 움직일 때 느끼는 통증 정도를 시각 아날로그 척도(visual analogue score, VAS)를 이용하여 측정하였으며, 운동능력의 평가는 4점 기준으로(1; 혼자 활동가능, 2; 다른 사람의 도움으로 활동가능, 3; 휠체어로만 이동가능, 4; 침상 생활만 가능) 평가하였다.

단순 방사선 촬영은 시술 전과 시술 후 1일째 시행하여 비교하였다. 모든 환자에서 시술 후 1일과 일주일, 3달, 6달, 1년 후의 통증 정도 및 활동력을 측정하였다.

급성 및 만성 압박골절에서의 척추체 복원의 차이를 비교하기 위하여 최근의 압박골절에 의한 환자의 증상이 2개월 미만인 경우를 급성으로 2개월 이상인 경우를 만성으로 분류하여 시술전후의 척추체의 높이의 차이 및 후만각도의 회복 정도를 비교하였다. 시술 전 후의 통증 및 활동성의 정도, 척추체 높이, 전방의 wedge angle 및 척추 후만 각도의 변화는 paired t-test를 이용하여 통계처리 하였고, 급성 및 만성 압박 골절의 척추체 복원 정도의 비교는 chi-square 분석을 사용하였으며, P < 0.05을 의미 있는 것으로 간주하였다.

결 과

척추체 성형술과 풍선 척추체 복원술을 시행 받은 전체 66명의 환자들의 통증이 있었던 기간은 2일에서 2년 반까지 다양했으나 1주에서 1개월 사이의 통증 기간을 가진 환자가 64%로 가장 많았다. 제 1 요추(17예)와 제 12 흉추(13예)가 전체 시술의 34%로 가장 많이 시술되었으며, 제 3, 4, 5 흉추가 각각 1예, 6, 7, 8 흉추는 각각 4, 9, 2예로 18예(21%) 시술되었다(Fig. 1).

전체 환자 중 한 레벨의 척추를 시술 받은 경우가 53명이었고 2레벨을 동시에 시술 받은 환자는 10명, 3레벨을 시술 받은 경우는 4명이었다. 편측시술만으로 만족한 경우는 전체 시술의 44%였으며, 상부 및 중간 부위 흉추의 추체경외부접근법(extrapedicular approach)이 편측시술을 하기에 용이했으며, 흉추의 경우 57%의 시술례에서 편측시술로 시멘트의 충분한 주입이 가능하였다(Table 2).

모든 환자들은 시술 직후부터 통증의 현저한 감소를 보

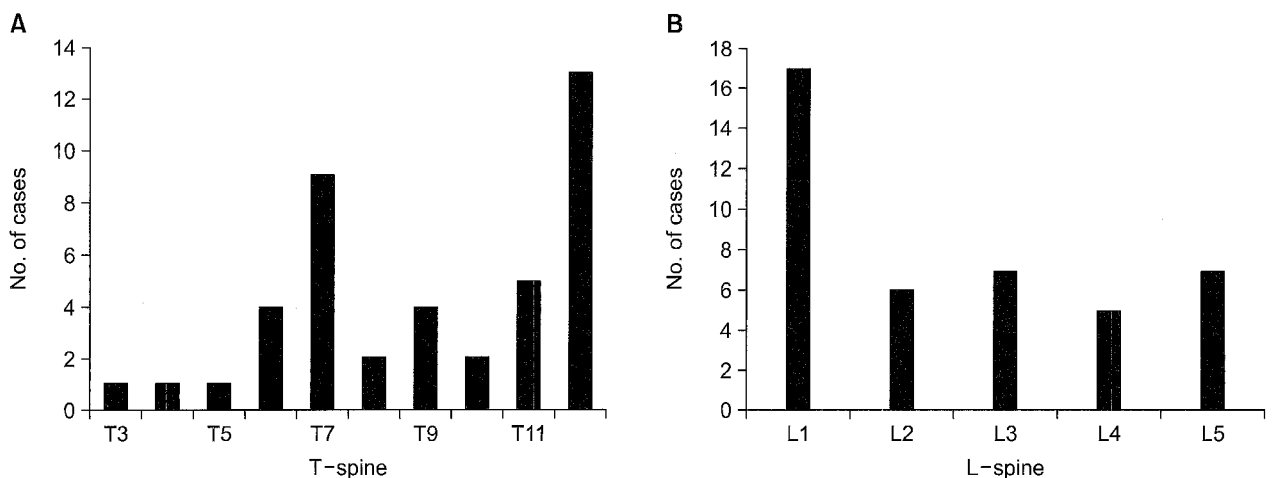


Fig. 1. Bar graph demonstrating distribution of the 84 fracture levels. The x axis denotes the vertebral level treated; the y axis represents the number of fractures treated. A shows number of cases for T-spine and B shows for L-spine.

였으며 시술 후 1일째에 VAS는 시술 전에 비해 60% 정도의 감소를 보였고, 6개월 및 1년 후 추후 관찰 결과 75-85%의 VAS의 감소를 보였다. 모든 환자에서 즉각적으로 활동성의 향상을 가져왔다(Table 3).

척추체 높이는 흉추 및 요추 모두에서 전방 및 중간부의

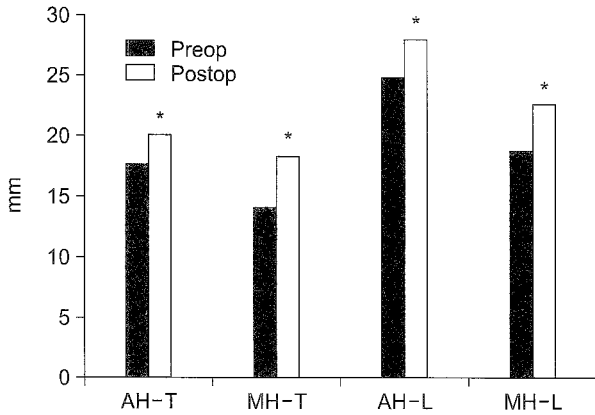


Fig. 2. Restoration of vertebral height. Vertebral height was measured from preoperative and postoperative lateral radiographs. AH-T: anterior vertebral height of T-spine, MH-T: middle vertebral height of T-spine, AH-L: anterior vertebral height of L-spine, MH-L: middle vertebral height of L-spine, *P < 0.001.

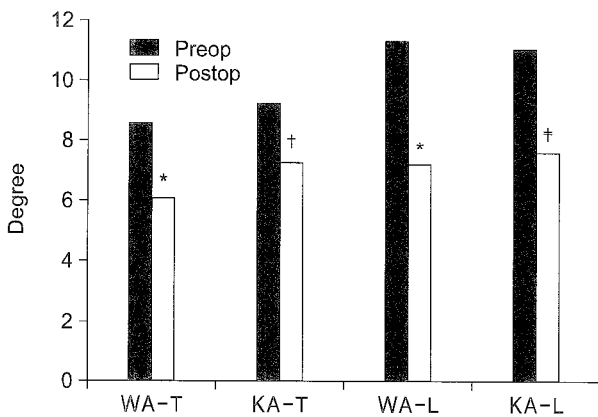


Fig. 3. Kyphosis correction. Anterior wedge angles and kyphotic angles with fractured vertebrae were measured from preoperative and postoperative radiographs. *P < 0.001, †P < 0.002, ‡P < 0.02, WA-T: wedge angle in T-spine, KA-T: kyphotic angle in T-spine, WA-L: wedge angle in L-spine, KA-L: kyphotic angle in L-spine.

높이의 유의한 증가 소견을 보였다. 본 환자들의 경우 평균 흉추 전방 추체는 2.5 mm, 요추는 3.3 mm 증가하였고, 중간부 높이는 흉추는 4.4 mm, 요추는 4 mm 증가하였으며, 전반적인 추체 높이는 평균 87%까지의 증가를 보였다(Fig. 2). 척추의 후만도는 흉추는 9.2도에서 7.2도로, 요추는 11도에서 7.6도로의 감소를 보였다(Fig. 3). 척추체의 전방부의 압박 정도를 나타내는 전방 압박 각도도 흉요추 모두에서 감소를 보였는데, 전체 84예 중 13예(15.5%)에서는 전방 압박 각도의 감소가 없었고, 후만 각도의 감소가 없었던 예는 20예(23.8%)였다(Table 3). 급성 및 만성 압박 골절에 있어서의 척추체의 복원 정도는 모든 경우에서 유의한 차이가 없었다.

시술 후 1년 내에 재시술한 환자의 수는 3명(4.5%)이었으며, 그 중 한 명은 다발성 골수종 환자로 제 1, 3 요추의 압박골절에 대한 시술 1개월 후 제 9 흉추의 시술을 받았으며, 그 후 3개월 후 제 12 흉추에 의한 통증으로 시술을 받았고, 다른 한 명의 환자는 골밀도검사상 -6.6 g/cm³로 심한 골다공증이 있었던 76세 남자 환자로 제 8 흉추의 척추체 성형술 후 3개월 만에 통증 재발하여 제 12 흉추 시술을 받았고, 그 후 3개월 후에 제 11 흉추의 시술을 받았으며, 그 이후에는 제 9, 10 흉추 및 제 2 요추, 제 4 흉추, 제 1 요추에서 발생하는 배부통으로 1-3개월 간격으로 총 다섯 차례 8레벨의 척추체 성형술을 시행받았다. 다른 한 명의 환자는 골밀도검사상 -1.5 g/cm³로 골다공증이 심하지 않았던 환자로 제 11 흉추의 시술 후 약 3달 후에 다시 제 12 흉추의 시술을 받은 경우였다.

Table 2. Procedure Summary

No. of levels/no. of patients	84/66
Single or multilevel procedures	
1 (%)	52 (78.8)
2 (%)	10 (15.2)
3 (%)	4 (6.0)
Vol. of injected cement (ml) (min-max)	5.12 ± 1.85 (2-10)
Thoracic spine (min-max)	4.52 ± 1.74 (2-10)
Lumbar spine (min-max)	5.81 ± 1.75 (2-9)
Bipedicular/unipedicular (%)	47/37 (56.0/44.0)
Thoracic spine (%)	18/24 (42.9/57.1)
Lumbar spine (%)	29/13 (69.0/21.0)

Table 3. Pain Intensity (VAS) and Mobility Score of the Study Patients in the Preoperative and Postoperative Periods

	Preop	POD#1 d	POD#1 wk	POD#6 mo	POD#1 yr
VAS (min-max)	72.6 ± 9.7 (40-95)	30.9 ± 13.8* (10-80)	26.8 ± 1.5* (10-70)	18.8 ± 11.5* (0-40)	11.7 ± 10.6* (0-30)
Mobility (min-max)	2.2 ± 1.2 (1-4)	1.2 ± 1.0* (1-4)	1.2 ± 0.7* (1-3)	1.1 ± 0.3* (1-2)	1.1 ± 1.4* (1-2)

VAS: visual analogue scale (0: pain free, 100: maximal pain in imaginary patient's feeling), Mobility score; 1: ambulatory, 2: walk with assist, 3: wheelchair use, 4: bedridden, *P < 0.05

시술 후 시술과 연관된 합병증은 없었으며, 모두 3예의 시멘트 유출이 있었고, 2예에서 디스크로의 유출과 1예에서 추체경으로의 유출이 있었으나 임상적인 유의한 증상은 없었다. 1년 후 추적관찰에서 1명의 환자는 기존에 가지고 있던 암으로 시술 후 6개월째 사망하였다.

고 찰

풍선을 이용한 척추체 복원술은 1998년에 미국 FDA의 공인 이후 통증을 동반한 척추 압박골절 환자의 치료에 사용되고 있는 새로운 시술 방법으로¹⁰⁾ 척추체의 높이를 회복시키고 척추의 후만도를 감소시킬 수 있으며, 추체 내의 풍선에 의해 만들어진 공간에 시멘트를 주입함으로써 추체 내로의 시멘트 주입 시 압력을 줄이고, 시멘트 주입기를 사용함으로써 시멘트 주입시 점도가 높은 시멘트를 쉽게 추체 내로 밀어 넣을 수 있어 추체외로의 시멘트의 유출을 줄일 수 있는 장점을 가진 시술법이다.

본 연구에서 모든 환자에서 시술 즉시 통증 경감 및 활동성의 향상을 가져왔으며, 주입된 시멘트의 양이나 시술 전에 통증이 지속되었던 기간, 양측으로 시술을 했는지와 편측으로 시술을 했는지와는 통증 경감이나 활동성 향상과는 무관하였다. 이는 이전의 보고자들에 의하여 보고된 결과와 유사하다.^{11,12)}

저자들이 풍선 척추체 복원술시 주입한 시멘트량은 요추에서는 평균 5.8 ml, 흉추에서는 4.5 ml였는데 이는 저자들이 시행한 척추체 성형술에 주입한 시멘트량에 비하면 많은 양이었다.¹³⁾ 이는 기존의 척추체 성형술에 비하여 이 시술의 장점인 풍선에 의해 추체 내에 빈 공간이 형성되므로써 점도가 높은 시멘트를 낮은 압력으로 밀어 넣을 수 있었기 때문이라고 생각된다. 일반적으로 척추체 성형술을 시행할 때는 시멘트가 추체 외로 유출되는 것을 방사선 조영상에서 발견하는 시점이 시멘트 주입을 중단하는 시점인 경우가 많았으나 이 시술의 경우는 이러한 시멘트 유출이 거의 없기 때문에 저자들의 경우 시술 시에 시술자가 원하는 양의 시멘트를 주입할 수 있는 경우가 대부분이었다. 그러나 시멘트량이 어느 정도가 적당한가는 아직 임상적으로 논란이 되고 있는 부분이므로 무조건 많은 양의 시멘트를 주입하는 것이 치료 효과를 향상시킬 수 있는지는 고려해 볼 필요가 있다.

풍선 척추체 복원술의 이전의 보고들이 모두 척추체의 높이와 후만도의 복원에 초점이 있으므로 실제로 주입된 시멘트량에 대한 언급이 거의 없는데, 척추체 성형술에 대한 Belkoff 등의¹⁴⁾ 보고에 의하면 척추체 성형술 후의 추체의 강도(strength)는 흉추 및 요추에서 시멘트가 2 ml만 주입되어도 회복되며, 시멘트량에 비례하여 증가하고, 경직도(stiffness)는 흉추에서는 4 ml, 요추는 시멘트 종류에 따라 6-8 ml 주입 시 회복된다고 하였다. 현재까지 어느 정도의 시

멘트를 추체에 주입하는 것이 적당한 가는 정해져 있지 않지만 추체의 강도나 경직도는 앞으로의 추체 압박이나 강화된 추체 위 아래의 또 다른 압박과 연관될 것으로 생각된다.^{15,16)}

본 연구에서는 흉추의 경우 편측 시술이 57% 요추는 21%였으며, 흉추의 경우 척추경외접근법을 시행하므로 요추에 비하여 용이하게 추체의 중앙 부위 혹은 중앙 부위를 지나 반대측까지도 풍선을 팽창시킬 수 있었다. 또한 시술에 대한 숙련도에 따라 편측 시술이 증가하였다. 편측 시술의 가장 큰 장점은 시술 시간 및 시술에 필요한 기구 사용을 줄일 수 있다는 점이다. 대부분의 환자가 고령으로 전신 상태에 문제점을 가지는 경우가 많고, 특히 폐나 심장 질환과 같은 전신 질환을 동반하고 있는 경우가 빈번하기 때문에 시술 시간의 단축은 시술과 연관된 합병증을 감소시킬 수 있는 중요한 요인이 될 수 있다. 또한 편측과 양측 시술에 있어서 추체의 강도 및 높이의 회복, 가해지는 힘에 시멘트가 주입되지 않은 부분으로의 편측 압박과 같은 생역학적인 차이는 없는 것으로 보고하고 있다.^{17,18)}

풍선 척추체 복원술의 추체의 높이의 복원에 대한 다른 보고자들의 결과는 Lieberman 등은¹⁹⁾ 증상이 있었던 평균 기간이 5.9개월인 환자들에서 척추체 높이는 35-70%까지 증가하였다고 보고하였고, Garfin 등은¹⁰⁾ 평균 추체 전방부 높이는 시술 전에는 정상이라고 예측되는 높이의 83%에서 시술 후 99%까지, 중간부 높이는 시술 전 76%에서 시술 후 92%까지 증가한다고 보고하고 있다. 이러한 추체 높이의 복원은 압박골절이 일어난 후 시술시기와 연관되는 것으로 Phillips 등은²⁰⁾ 시술 전과 후의 추체의 Cobb각을 측정하였는데 후만증의 복원은 증상이 지속되었던 기간과는 상관 관계가 없었다고 보고하였고, 증상이 90일 이전의 환자만 분류해서 분석해 보면 압박 골절된 나이(증상이 지속된 기간)와 후만각도의 감소는 약한 상관 관계를 보인다고 하였다. 또한 Crandall 등은¹²⁾ 10주 이전의 증상을 가진 환자를 급성 압박골절로 분류하고, 4개월 이상의 증상이 지속되었던 환자를 만성인 경우로 분류하여 추체의 복원 정도를 비교하였는데, 급성 골절인 경우의 추체 높이의 복원이 만성인 경우보다 유의하게 컸으나 평균 후만증의 복원 정도는 급성과 만성 압박 골절 사이에 차이는 없었다고 하였다. 따라서 그들은 10주 이전에 풍선 척추체 복원술을 시행하는 경우가 4개월 이후에 시행하는 경우에 비하여 80% 이상의 추체 높이의 복원을 가져올 가능성이 5배 크다고 하였다. 본 연구에서는 현 증상 발현 3개월을 기준으로 급성과 만성으로 분류하여 비교하였는데 척추체 복원 정도의 차이는 없는 것으로 나타났다.

또한 시멘트의 유출은 저자들의 경우 3예(3.6%) 있었는데 이는 다른 보고자들의 시멘트 유출건수 보다 낮으며,^{17,20,21)} 일반적으로 보고되는 척추체 성형술에서의 추체외로의 시멘트 유출이 일어나는 경우보다 현저히 낮았다.¹⁰⁾ 그 이외

의 시술과 관련한 다른 합병증은 없었다. 또한 척추체 성형술과 마찬가지로 풍선 척추체 복원술의 경우도 시술 후 인근 척추체의 골절 발생이 증가하는가에 대하여 논란이 되고 있다. 척추체 성형술의 경우 약 12-52%까지의 시술 후의 압박 골절 발생을 보고하는데^{22,23)} 풍선 척추체 복원술에 대하여는 확실한 통계 보고는 아직 없다. 본 연구에서는 연구 기간동안 3명의 환자에서 시술 1년 내에 다른 척추체에서의 압박 골절이 발생하였는데, 이들 중 한 명에서는 제 11 흉추 시술 후 바로 아래 척추체인 제 12 흉추에서의 압박 골절이 발생하였고, 심한 골다공증을 보였던 한 환자에서 인근 및 시술 부위와 떨어진 척추체에서의 반복적인 압박 골절에 의한 심한 통증으로 5차례의 시술을 받는 과정에서 시술과 연관된 특별한 합병증은 없었다. 그러나 척추체 내로 시멘트 주입을 한 척추체에서는 인근 척추체의 압박에 견디는 힘(failure strength in compression)이 시멘트가 주입되지 않는 척추체에 비하여 떨어지며 이는 주입된 시멘트량에 비례하는 경향을 보인다는 생역학적 실험 결과¹⁵⁾ 고려하여 시술을 결정하고 과도한 시멘트량이 주입되지 않도록 주의하여야 할 것으로 생각된다.

다른 보고자들과 달리 저자들은 전신 마취가 아닌 국소 마취 하에 시술을 하였고, 그러므로 시술하는 동안에 환자의 불편감에 대한 충분한 대화가 가능하였으며, 이는 척추 내로 바늘을 전진시키는 과정에서 피질골을 뚫을 때의 약간의 통증 이외에는 일반적으로 통증을 거의 느끼지 않기 때문에 환자가 피질골을 뚫은 후에도 통증을 느끼는 것에 대한 주의를 기울이기 쉬웠다. 이런 경우는 바늘의 전진 방향이 올바르게 않아 신경 손상을 줄 수 있는 가능성이나, 틀어진 방향으로 바늘을 전진하거나 거칠게 전진함으로써 발생할 수 있는 추궁근 골절 등의 가능성을 피하는데 도움이 되며 따라서 수술과 연관되어 발생할 수 있는 합병증의 발생을 줄일 수 있는 장점이 있다고 생각된다. 일반적으로 시술중 환자가 가장 통증을 느끼는 순간은 추체 높이를 복원시킬 만큼 풍선이 팽창되는 때이며, 이는 특히 급성기 환자에서 심한 편이고 풍선의 척추체내 팽창 시 환자가 통증을 많이 호소하는 경우에는 과도한 복원은 어려웠던 것으로 생각된다. 따라서 저자들의 결과는 다른 보고자들에 비하여 추체 높이의 증가율은 상대적으로 낮았고, 시멘트 유출은 적었으며 시술 직후의 전신 부작용은 전혀 없었던 것으로 생각된다. 또한 저자들의 경우는 편측시술이 많아 한번에 최대 풍선 팽창 용량인 4 ml나 6 ml 이상을 주입하는 것이 어려운 경우들이 있었다. 그러나 아직 어느 정도의 추체 높이의 복원과 후만증의 복원이 적당한 것인지, 주입되는 시멘트량이 어느 정도가 장기적으로 척추의 생역학에 미치는 영향이 적절하며 새로운 압박골절의 발생을 줄일 수 있는지 등은 규명되지 않았다.

풍선 척추체 복원술은 최근에 척추체 성형술의 단점을 보완하여 시작된 시술로서 시술 후 즉각적인 통증 감소와

운동성 향상을 가져오고, 방사선사진에서 추체 높이의 증가와 후만증의 감소 등을 가져오나 향후 장기적인 추적 관찰로 적절한 시술 시기 및 주입되는 시멘트량 등을 결정하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Watts NB, Harris ST, Genant HK: Treatment of painful osteoporotic vertebral fractures with percutaneous vertebroplasty or kyphoplasty. *Osteoporosis Int* 2001; 12: 429-37.
2. Convertino VA, Bloomfield SA, Greenleaf JE: An overview of the issues: physiological effects of bed rest and restricted physical activity. *Med Sci Exerc* 1997; 29: 187-90.
3. Keller TS, Harrison DE, Colloca CJ, Harrison DD, Janik TJ. Prediction of osteoporotic spinal deformity. *Spine* 2003; 28: 455-62.
4. Hasseriis R, Karlsson MK, Nilsson BE, Redlund-Johnell I, Johnell O: Prevalent vertebral deformities predict increased mortality and increased fracture rate in both men and women: a 10-year population-based study of 598 individuals from the Swedish cohort in the European vertebral osteoporosis study. *Osteoporosis Int* 2003; 14: 61-8.
5. Schlaich C, Minne HW, Bruchner T, Wagner G, Gebest HJ, Grunze M, et al: Reduced pulmonary function in patients with spinal osteoporotic fractures. *Osteoporosis Int* 1998; 8: 261-7.
6. Leech JA, Dulberg C, Kellie S, Pattee L, Gay J: Relationship of lung function to severity of osteoporosis in women. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141: 68-71.
7. Ross PD, Davis JW, Epstein RS, Wasnich RD: Pain and disability associated with new vertebral fractures and other spinal conditions. *J Clin Epidemiol* 1994; 47: 231-9.
8. Nevitt MC, Ettinger B, Black DM, Stone K, Jamal SA, Ensrud K, et al: The association of radiographically detected vertebral fractures with back pain and function: a prospective study. *Ann Intern Med* 1998; 15: 793-800.
9. Silverman SL: The clinical consequences of vertebral compression fracture. *Bone* 1992; 13(suppl): 27-31.
10. Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA: New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine* 2001; 26: 1511-5.
11. Cotten A, Dewatre F, Cortet B, Assaker R, Leblond D, Duquesnoy B, et al: Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up. *Radiology* 1996; 200: 525-30.
12. Crandall D, Slaughter D, Hankins PJ, Moore C, Jerman J: Acute versus chronic vertebral compression fractures treated with kyphoplasty: early results. *Spine J* 2004; 4: 418-24.
13. Han KR, Kim C, Eun JS, Chung YS: Extrapedicular approach of percutaneous vertebroplasty in the treatment of upper and mid-thoracic vertebral compression fracture. *Acta Radiol* 2005; 46: 280-7.
14. Belkoff SM, Mathis JM, Jasper LE, Deramond H: The biomechanics of vertebroplasty: The effect of cement volume on mechanical behavior. *Spine* 2001; 26: 1537-41.
15. Berlemann U, Ferguson SJ, Nolte LP, Heini PF: Adjacent vertebral failure after vertebroplasty. A biomechanical investigation. *J Bone Joint Surg Br* 2002; 84: 748-52.
16. 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: 991-6.
17. Steinmann J, Tingey CT, Cruz G, Dai Q: Biomechanical comparison of unipedicular versus bipedicular kyphoplasty. *Spine* 2005; 30: 201-5.
 18. Tohmeh AG, Mathis JM, Fenton DC, Levine AM, Belkoff SM: Biomechanical efficacy of unipedicular versus bipedicular vertebroplasty for the management of osteoporotic compression fractures. *Spine* 1999; 24: 1772-6.
 19. Lieberman IH, Dudeney S, Reinhardt MK, Bell G: Initial outcome and efficacy of "kyphoplasty" in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 2001; 26: 1631-8.
 20. Phillips FM, Ho E, Campbell-Hupp M, McNally T, Wetzell FT, Gupta P: Early radiographic and clinical results of balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 2003; 28: 2260-7.
 21. Ledlie JT, Renfro M: Balloon kyphoplasty: one-year outcomes in vertebral body height restoration, chronic pain and activity levels. *J Neurosurg* 2003; 98: 36-42.
 22. Uppin AA, Hirsch JA, Centenera LV, Pfiefer BA, Pazianos AG, Choi IS: Occurrence of new vertebral body fracture after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporosis. *Radiology* 2003; 226: 119-24.
 23. Lindsay R, Silverman SL, Cooper C, Hanley DA, Barton I, Broy SB, et al: Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *JAMA* 2001; 285: 320-3.
-