

골다공성 척추압박골절 환자에 시행한 경피적 반척추성형술의 임상적 특징

중앙보훈병원 신경외과

양주철 · 박관호 · 김태완 · 류제일 · 지문표 · 김재오

Clinical Features of Percutaneous Hemivertebroplasty in Patients with Osteoporotic Vertebral Compression Fractures

Ju Chul Yang, MD, Kwan Ho Park, MD, Tae Wan Kim, MD, Jeil Ryu, MD, Moon Pyo Chi, MD and Jae O Kim, MD

Department of Neurosurgery, VHS Medical Center, Seoul, Korea

Objective: Unilateral percutaneous vertebroplasty is a widely accepted treatment for osteoporotic vertebral compression fractures (VCFs). However, bone cement may fail to fill both hemivertebra from the single needle. We assessed the radiographic and clinical outcome of hemivertebroplasty (HVP) and evaluated the factors that affect subsequent VCFs after HVP.

Methods: Fifty two patients who underwent HVP were reviewed. VCFs were identified based on clinical and radiological findings. The patients were grouped into two groups: 1) no subsequent VCFs, 2) subsequent VCFs. We evaluated the association between age, sex, body mass index (BMI) and bone mineral density (BMD) and subsequent VCFs. We also assessed the impact of location, type and grade of fracture, endplate fracture, burst fracture, bone cement volume on subsequent VCFs. We analyzed the compression ratio, wedge angle, kyphotic angle, and visual analogue scale (VAS) score in both groups.

Results: There were no significant differences in age, gender, BMI, and BMD between two groups. No significant difference was also found in pre-existing VCF, location, type and grading of fracture, endplate fracture, burst fracture, amount of bone cement, and radiological findings such as compression ratio, wedge angle, and kyphotic angle between two groups. The final mean VAS scores of patients with or without subsequent VCFs were 3.11 and 4.02, respectively.

Conclusion: No major risk factors for the subsequent VCFs after HVP were found. However, we identified adjacent fractures, refractures, and remote fractures after HVP in chronological order. Therefore, long-term follow-up is necessary to evaluate the effectiveness of HVP to osteoporotic VCFs. (Korean J Neurotrauma 2013;9:17-22)

KEY WORDS: Osteoporotic fracture · Vertebroplasty · Hemivertebrae · Subsequent fracture · Risk factor.

서 론

골다공증은 뼈의 강도가 약해지는 전신 골질환으로 별다른 원인 없이 발생하는 척추골절이나 상대적으로 가벼운 외상으로 발생하는 척추골절의 원인이 될 수 있다. 골다공성 척

추압박골절은 자연적으로 발생할 수 있지만 몸통 굽히기, 몸통 돌리기, 물건 들기, 앉기와 같은 평범한 일상활동에서 발생하기도 한다. 골다공성 척추압박골절은 나이가 많아지면 서 점차 증가하며 전세계적으로 약 140만 명이 치료를 받고 있다.⁸⁾ 현재 경피적 척추성형술(vertebroplasty)은 골다공성 척추압박골절을 치료하는 효과적인 방법으로 수술 결과도 양호하다. 초기에는 양측성(bilateral) 접근을 통한 척추성형술을 시행하였으나 현재는 편측성(unilateral) 척추성형술이 널리 시행되고 있으며 양측성 접근을 통한 척추성형술과 비교해도 성공률에 차이가 없다.^{10,21)} 편측성 접근으로 척추체 중

Received: March 15, 2013 / Revised: April 10, 2013

Accepted: April 11, 2013

Address for correspondence: Kwan Ho Park, MD
Department of Neurosurgery, VHS Medical Center, 53 Jinhwangdo-ro 61-gil, Gangdong-gu, Seoul 134-791, Korea
Tel: +82-2-2225-1363, Fax: +82-2-2225-4152
E-mail: spineho@naver.com

양에 바늘을 위치시키고 뼈시멘트를 주입하여 척추체 양측으로 뼈시멘트가 확산되면 추가로 반대측 척추체에 바늘을 위치시켜 뼈시멘트를 주입할 필요가 없다.¹²⁾ 현재도 척추성형술시 주입해야 할 적당한 뼈시멘트 양, 분포에 대해서는 논란이 있다. 척추체에 주입되는 뼈시멘트 양에 대한 절대적인 기준은 없으나 어느 정도의 뼈시멘트 양이 주입되면 수술 결과에 차이가 없는 것으로 나타났다.^{3,7,9,15)} 뼈시멘트가 주입된 척추체는 골절된 척추체보다 강직성(stiffness)이 증가된다. 골다공성 척추체 골절에 대한 치료로 척추성형술이 효과적이거나 장기간의 치료 효과에 대해서는 논란이 있다.¹⁴⁾ 속발성 척추골절이 골다공증의 자연 경과 중에 발생하는 것인지 또는 뼈시멘트를 주입하여 강화된 척추체에 의해 발생하는 것인지는 명확하지 않다. 여러 보고에 의하면 척추성형술 후 발생하는 속발성(subsequent) 척추 골절률은 12~52%이다.^{6,22)}

편측으로 접근하는 척추성형술에서는 척추체 중앙에 바늘을 위치시켜 골절된 척추체 양측으로 뼈시멘트(polymethylmethacrylate)를 주입한다. 척추성형술 시행 중에 환자가 시술에 협조적인 상태가 안되거나 뼈시멘트가 추간판내 또는 척추체 주위로 유출되어 이차적인 합병증이 유발될 가능성이 있으면 뼈시멘트가 척추체 양측으로 확산되지 못해도 편측에만 뼈시멘트를 주입하고 척추성형술을 중지하기도 한다. 골다공증이 심하면 척추성형술 과정에서 흉골, 갈비뼈가 골절될 수도 있고, 방사선 투시검사장치(fluoroscopy)에서 척추체가 선명하게 보이지 않아 뼈시멘트가 잘못 주입되거나 척추체 주변으로 유출되어 신경학적 손상이 발생할 수도 있다. 특히 심폐기능이 저하된 고령의 환자에서 골다공성 척추압박골절에 대한 척추성형술을 시행받는 도중 엎드린 자세를 유지하지 못하여 시술을 중지하는 경우도 있다. 뼈시멘트가 편측으로 분포된 경피적 반척추성형술(hemivertebroplasty)의 효과에는 의문이 있다. 이 연구에서는 반척추성형술의 영상학적 양상과 임상적인 결과를 분석하고 속발성 척추골절이 발생하는 위험인자를 분석하고자 한다.

대상 및 방법

대 상

2008년 1월부터 2010년 12월까지 본원에 척추체 압박골절로 입원하여 경피적 척추성형술을 시행받은 환자 중 반척추성형술을 시행받은 52명의 환자를 대상으로 후향적으로 조사하였다. 남자가 30명, 여자는 22명이었으며 평균연령은 75.7 (±6.65)세, 평균 추적기간은 14.4 (±9.31)개월이었다. 모든 환자는 척추성형술 시술 전에 단순방사선 사진과 MRI를 촬영하였다. 척추성형술의 대상은 1) 최소 2주 이상의 보존

적 치료 실패, 2) 영상학적 검사에서 골절이 확인, 3) MRI에서 골절이 있거나 골절이 명확하지 않더라도 골수 부종이 관찰, 4) 골밀도 검사에서 T-score < -2.5, 5) 척추관 잠식(canal encroachment)이 5~20%였다. 반면에 1) 척추체 높이 소실 > 50%, 2) 신경학적 이상이 동반된 척추관 잠식, 3) 척추불안정성, 4) 병적골절, 5) 흉요추 수술받은 과거력, 6) 감염, 7) 출혈성 경향, 8) 대사성 골질환 환자는 대상에서 제외하였다.

척추성형술

척추성형술은 국소마취하에 필요시 진정제를 투여하고 시행하였다. 방사선 투시장치에 이용하여 골절된 척추에 접근하였고 11 또는 13 G Jamshidi 바늘을 척추경(pedicle)을 경유하여 척추체 전방 1/3까지 전진시키고 주사기를 이용하여 척추체에 뼈시멘트를 주입하였다. 뼈시멘트가 척추체의 후방 1/4을 넘거나 경막외, 정맥내, 추간판내, 척추체 주위로 누출되면 척추성형술을 중지하였다. 척추성형술을 시행하는 중에 중증의 통증, 호흡곤란, 심장기능 불안정과 같은 상황이 발생되어 환자가 시술에 협조할 수 없거나, 시술자의 기술적인 문제로 척추체 양측으로 뼈시멘트를 주입할 수 없는 경우가 있었다. 시술자가 의도적으로 척추체의 편측에만 뼈시멘트를 주입하는 반척추성형술을 시도하지는 않았다. 시술 후에는 3~4시간 동안 바로 누운 자세를 유지하였다.

평가 방법

반척추성형술은 뼈시멘트가 척추체의 편측에만 주입된 상태로 척추체의 정중선을 넘더라도 반대편 척추체 폭의 10% 미만으로 분포된 경우로 정의하였고, 뼈시멘트가 반대편 척추체 폭의 10%를 넘게 분포하면 연구 대상에서 제외하였다²²⁾ (Figure 1). 뼈시멘트가 척추체에 주입된 정도에 따라 환자를 A, B군으로 분류하였다. A군은 반척추성형술을 시행하였으나 속발성 척추골절이 발생하지 않는 경우이고, B군은 반척추성형술을 시행한 후 속발성 척추골절이 발생된 경우였다. 두 군에서 나이, 성별, 체질량지수(body mass index: BMI), 골절의 원인, 골밀도(bone mineral density: BMD)를 비교하였다. 영상학적 소견에서는 기존의 척추골절, 골절의 위치, 골절 유형과 정도, 종판골절, 방출성 골절, 뼈시멘트 양, 압박률(compression ratio), 췌기각(wedge angle), 후만각(kyphotic angle)을 비교하였다. 반척추성형술 후 발생한 속발성 척추골절의 발생률을 조사하고 통증척도(visual analogue scale: VAS) 점수를 비교하였다.

척추골절의 위치는 T4-10, T11-L2, L3-5로 분류하였다. 골절의 유형은 wedge, concave, crush로 나누었고, 골절의 정도는 경도(mild, 20~25%), 중등도(moderate, 26~40%),



FIGURE 1. An anterior-posterior view of the spine shows that bone cement is present predominantly in the left side of vertebral body.

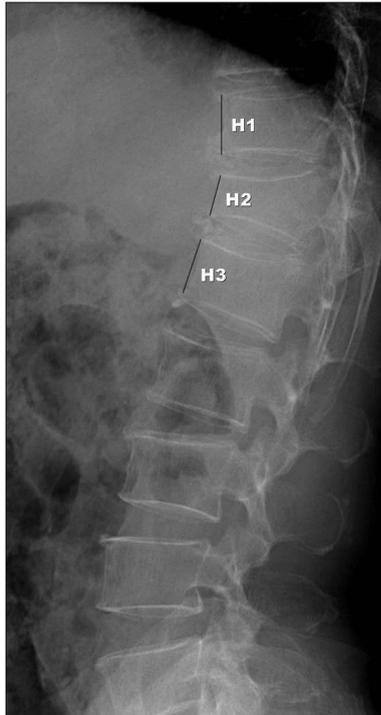


FIGURE 2. Measurement of the vertebral compression ratio by the following formula, $[(H1+H3)/2-H2]/[(H1+H3)/2]$. H1: anterior vertebral height of upper vertebra, H2: anterior vertebral height of fracture level, H3: anterior vertebral height of lower vertebra.

중증 (severe, >40%)으로 분류하였다.⁵⁾ 척추 압박률은 측면 단순방사선 사진을 이용하여 골절된 척추의 전방 높이 (H2), 인접 상부 척추의 전방 높이 (H1), 인접 하부 척추의 전방 높이 (H3)를 측정하여 압박률= $[(H1+H3)/2-H2]/[(H1+H3)/2]$ 을 측정하였다 (Figure 2). 썩기각은 골절된 척추의 상부 종판과 하부 종판 사이의 각도를 측정하였고, 후만각은 골절된 척추에 인접한 상부 척추의 상부 종판과 하부 척추의 하부



FIGURE 3. Measurement of wedge angle (W) and kyphotic angle (K). The angle between the superior endplate of the vertebral body just above the fracture and the inferior endplate of the fractured vertebral body is determined as wedge angle and kyphotic angle is determined as measured angle between the superior endplate of the vertebral body above and the inferior endplate of the vertebra below the fractured vertebra on the lateral radiograph (K).

종판 사이의 각도를 측정하였다 (Figure 3)¹⁾. 최종 척추 압박률, 썩기각, 후만각은 수술 후 마지막으로 시행한 측면 단순방사선 사진을 이용하여 측정하였다. 반척추성형술 시행 후에 급성 통증이 증가하고 영상학적 검사에서 척추 높이가 감소되고 MRI 촬영상 골수 부종이 나타나면 속발성 척추골절이 발생한 것으로 간주하였다. 속발성 척추골절에는 골절된 척추의 재골절(refracture), 인접골절(adjacent fracture), 원격골절(remote fracture)이 있었다. 반척추성형술 시행 전과 반척추성형술 시행 후에 최종 추적관찰한 시점에서 VAS 점수를 측정하여 비교하였다. 통계학적 검사는 SPSS 프로그램 (version 11.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 T-검정, chi-square test를 시행하였고 $p<0.05$ 경우를 의미 있는 것으로 간주하였다.

결 과

척추체 압박골절 환자 52명, 총 60개의 척추에 경피적 반척추성형술을 시행하였다. A군은 37명의 환자가 44개의 척추에 반척추성형술을 시행받았다. 평균연령은 75.91 ± 6.97 세이고, 남자가 23명, 여자는 14명이었다. B군은 15명의 환자가 16개의 척추에 반척추성형술을 시행받았다. 평균연령은 75.48 ± 5.77 세이고, 남자가 7명, 여자는 8명이었다. A군의 BMI는 22.9 ± 3.6 이고 B군의 BMI는 23.5 ± 3.3 이었다. 척추압박골절 당시에 외상력이 있었던 환자는 A군에서 24명 (64.9%), B군에서는 9명 (60%)이었다. A군에서 기존의 척추골절은 17

명 (총 30개)에서 T11-L2 부위에 19개, L3-5 부위에 8개, T4-10 부위에 3개 관찰되었다. BMD는 -3.63 ± 0.78 이었다. B군에서 기존의 척추골절은 6명 (총 10개)에서 T11-L2 부위에 7개, L3-5 부위에 3개가 관찰되었다. BMD는 -3.56 ± 1.09 였다. 두 군에서 나이, 성별, BMI, 외상력, 기존의 척추골절, BMD는 속발성 척추골절과 유의한 연관성은 없었다 ($p > 0.05$) (Table 1). A군에서 반척추성형술을 시행받은 척추골절은 총 44개로 T11-L2 부위에 28개, T4-10 부위에 13개, L3-5 부위에 3개로 나타났다. 골절의 유형은 wedge 29개, biconcave 13개, crush 2개로 나타나고, 골절의 정도는 경도 34개, 중등도 9개, 중증 1개로 나타났다. 종판골절은 14명 (총 16개)에서 나타났는데 상부 종판골절 12개, 하부 종판골절이 4개 관찰되었고, 방출성 골절은 5명이 관찰되었다. 반척추성형술을 시행받은 52명의 환자 중 15명 (28.8%)에서 속발성 골절이 발생하였다. B군에서 반척추성형술을 시행받은 척추골절은 총 16개로 T11-L2 부위에 9개, L3-5 부위에 7개 관찰되었다. 골절의 유형은 wedge 10개, biconcave 5개, crush 1개로 나타나고, 골절의 정도는 경도 12개, 중등도 4개로 나타났다. 종판골절은 10명 (총 12개)에서 나타났는데 상부 종판골절 8개, 하부 종판골절이 4개 관찰되었고, 방출성 골절은 4명에서 관찰되었다. A군에서 반척추성형술시 주입한 뼈시멘트 양은 3.03 ± 0.85 cc이고, B군은 3.81 ± 1.42 cc였다. 두 군에서 척추골절의 위치, 유형과 정도, 종판골절, 방출성 골절, 뼈시멘트 양은 속발성 척추골절과 통계적 유의성은 없었다 ($p > 0.05$) (Table 2). 추적 경과관찰 중에 반척추성형술과 직접 관련된 척추신경손상, 폐색전증, 감염과 같은 합병증은 없었다. 수술 전후의 평균 압박률은 A군에서 각각 $20.98 \pm 13.94\%$, $20.26 \pm 14.17\%$ 이고, B군은 각각 $22.53 \pm 12.47\%$, $24.20 \pm$

15.18% 였다. 수술 전후의 평균 췌기각은 A군에서 각각 $7.17 \pm 9.18^\circ$, $8.14 \pm 8.98^\circ$ 이고, B군은 각각 $10.08 \pm 5.94^\circ$, $11.63 \pm 7.96^\circ$ 였다. 수술 전후의 평균 후만각은 A군에서 각각 $6.05 \pm 17.59^\circ$, $6.74 \pm 16.97^\circ$ 이고, B군은 각각 $8.01 \pm 10.47^\circ$, $9.20 \pm 13.64^\circ$ 였다. 두 군에서 수술 전후의 압박률, 췌기각, 후만각을 속발성 척추골절과의 관련성을 비교하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$) (Table 3). 반척추성형술을 시행한 후 15명의 환자에서 총 16개의 속발성 척추골절이 발생하였다. 속발성 척추골절은 원격골절 9개, 재골절 4개, 인접골절이 3개였으며, 발생 위치는 T11-L2 부위 11개, L3-5 부위에서 5개가 발생되었다. 반척추성형술을 시행한지 $10.47 (\pm 6.64)$ 개월

TABLE 1. Demographics of patients

Characteristics	Group A	Group B	p value
Patient No.	37	15	
Age (yr) \pm SD	75.91 ± 6.97	75.48 ± 5.77	0.28
Sex (male : female)	23 : 14	7 : 8	0.96
BMI (kg/m ²)	22.9 ± 3.6	23.5 ± 3.3	0.19
Cause			0.92
Trauma history	24	9	
Unknown	13	6	
Previous fractures	17	6	0.88
Location			0.53
T4-T10	3	0	
T11-L2	19	7	
L3-L5	8	3	
BMD (T-score)	-3.63 ± 0.78	-3.56 ± 1.09	0.58

No: number, SD: standard deviation, BMI: body mass index, BMD: bone mineral density, T: thoracic, L: lumbar

TABLE 2. Radiologic analysis according to subsequent vertebral fractures

Characteristics	Group A	Group B	p value
No. of treated fractures	44	16	
Location			0.34
T4-T10	13	0	
T11-L2	28	9	
L3-L5	3	7	
Type			0.55
Wedge	29	10	
Biconcave	13	5	
Crush	2	1	
Grade			0.82
Mild	34	12	
Moderate	9	4	
Severe	1	0	
Endplate fractures	14	12	0.31
Superior endplate fracture	12	8	
Inferior endplate fracture	4	4	
Burst fractures	5	4	0.26
Bone cement volume (cc)	3.03 ± 0.85	3.81 ± 1.42	0.25

No: number, T: thoracic, L: lumbar

TABLE 3. Radiologic and clinical data from both groups

Characteristics	Group A	Group B	p value
Compression ratio (%)			
Preoperative	20.98 ± 13.94	22.53 ± 12.47	0.65
Postoperative, final	20.26 ± 14.17	24.20 ± 15.18	0.89
Wedge angle ($^\circ$)			
Preoperative	7.17 ± 9.18	10.08 ± 5.94	0.42
Postoperative, final	8.14 ± 8.98	11.63 ± 7.96	0.72
Kyphotic angle ($^\circ$)			
Preoperative	6.05 ± 17.59	8.01 ± 10.47	0.32
Postoperative, final	6.74 ± 16.97	9.20 ± 13.64	0.34
VAS			
Preoperative	6.06 ± 0.79	6.33 ± 0.65	0.72
Postoperative, final	3.11 ± 0.72	4.02 ± 1.06	< 0.05

VAS: visual analogue scale

이 경과하여 발생하였으며, 발생 시기는 인접골절 6.38 (± 4.96)개월, 재골절 10.00 (± 3.61)개월, 원위골절 12.44 (± 7.57)개월 순으로 발생하였다. 수술 전, 최종 추적관찰 시점의 평균 VAS 점수는 A군에서 각각 6.06 ± 0.79 , 3.11 ± 0.72 이고, B군은 각각 6.33 ± 0.65 , 4.02 ± 1.06 이었다. 최종 추적관찰 시점에서 A군은 B군에 비하여 통증이 감소되었다 ($p < 0.05$) (Table 3).

고 찰

본 연구에서 나이, 성별, BMI, 외상력, 기존의 척추골절, BMD는 반척추성형술 후 발생한 속발성 척추골절과 유의한 연관성은 없었다 ($p > 0.05$). 영상학적 결과에서도 척추골절의 위치, 유형과 정도, 중판골절, 방출성 골절은 속발성 척추골절의 발생과 통계적인 유의성은 없었다 ($p > 0.05$). 골절된 척추체 중앙에 바늘을 위치시켜 반척추성형술을 시행한 경우에도 양측성 접근 척추성형술을 시행한 경우와 비슷한 정도로 척추의 강도(strength), 강직(stiffness), 높이(height)가 복원되었다.¹²⁾ 골절된 척추는 정상 척추나 뼈시멘트가 채워진 척추보다 강도가 약하지만, 척추성형술을 시행하면 골절된 척추는 갑자기 정상 또는 그 이상의 강도를 얻게 된다.⁷⁾ 척추성형술시 척추체에 주입되는 뼈시멘트 양이 많을수록 추간판내 유출, 경막외 또는 신경공내 유출, 신경압박, 폐색전증 등 뼈시멘트 유출로 인한 합병증이 발생할 가능성이 높아진다. 척추체의 편측에만 뼈시멘트가 분포되면 주로 한쪽으로 하중이 전달되어 생체역학적으로 최선의 상태는 아니지만^{3,15)} 편측의 척추체에만 뼈시멘트를 주입하는 반척추성형술을 시행하여도 척추체의 양측으로 뼈시멘트를 주입한 척추성형술과 유사한 결과를 얻었다.¹²⁾ 편측으로 접근하여 골절된 척추체에 반척추성형술이 시행되어도 반대편 척추체에 뼈시멘트를 주입하기 위해 추가로 척추성형술을 시행할 필요가 없으며 이에 따른 합병증 발생이 감소된다.^{4,17,21)} 척추성형술시 필요한 최적의 뼈시멘트 양에 대해서는 논란이 있다.^{9,11)} 뼈시멘트 양은 A군에서 3.03 ± 0.85 cc이고, B군에서는 3.81 ± 1.42 cc 주입되었다. B군은 A군에 비하여 상대적으로 요추골절이 많아 뼈시멘트 양이 많이 주입되었으나 속발성 척추골절과는 통계적 유의성은 없었다 ($p > 0.05$). 척추성형술 후 속발성 척추골절이 발생하는 위험인자로는 낮은 BMD, 고령, 추간판내 뼈시멘트 유출, 흉요추부 척추골절, 과도한 척추체 높이 복원, 다발성 척추골절 과거력 등이 있다. 반척추성형술은 양측으로 접근한 척추성형술보다 속발성 척추골절의 위험성이 높지 않았으며, 뼈시멘트가 척추체 편측에 분포하더라도 반대측 척추체의 골절 위험성이 증가되지는 않았으며,¹²⁾ 골절된 척추가 골절되기 전 상태로 복구되기

위해서는 척추 용적의 15% 미만의 뼈시멘트가 필요하다고 하였고,¹³⁾ 골절된 척추가 강도, 강직을 복구하기 위해서는 각각 척추 용적의 16.2%, 29.8% 뼈시멘트가 필요하다는 보고도 있다.¹⁶⁾

척추성형술 후에 뼈시멘트가 척추체에 비대칭적으로 분포되거나 주입된 뼈시멘트 양이 적어도 골다공성 척추는 어느 정도의 강도와 강직은 복구되지만, 뼈시멘트가 부분적으로 분포되면 척추에 가해지는 압력을 지탱하기에 충분하지 않을 수 있다. 유한요소분석법(Finite Element Analysis)을 사용하여 뼈시멘트가 주입된 척추가 인접 척추에 미치는 영향을 조사한 결과 뼈시멘트로 강화된 척추는 강도를 회복하지만 인접 척추의 하중 전달에 변화가 있었다.¹⁹⁾ 굴곡시 양측 접근 척추성형술을 시행 받은 경우는 골절된 척추에 비하여 인접 척추체의 하부 중판에 긴장(strain)이 최대 18% 증가되고, 일측 접근 척추성형술을 시행 받은 경우는 11% 증가한다고 보고하였다.¹⁹⁾ 골다공성 척추체 골절에서 척추성형술 후 뼈시멘트가 척추체의 양측으로 균일하게 분포하지 않으면 불안정성과 인접골절이 발생할 위험이 증가된다고 생각할 수 있다. 일반적으로 골다공성 척추압박골절은 T11-L2 부위에서 가장 많이 발생한다. 반척추성형술을 시행받은 52명의 환자 중 15명 (28.8%)에서 속발성 척추골절이 발생하였다. 양측 척추성형술 또는 반척추성형술을 시행하고 1년간 추적 관찰한 결과 두 군에서 속발성 척추골절의 발생시기와 발생빈도에는 의미 있는 차이가 없다고 보고하였다.¹²⁾ 속발성 척추골절의 위치는 T11-L2 부위 11개, L3-5 부위 5개 발생하여 T11-L2 부위에서 속발성 척추골절이 가장 많았다. 속발성 척추골절은 원위골절 9개, 재골절 4개, 인접골절이 3개 발생하여 원위골절이 가장 많았다. 척추성형술을 시행한 후 속발성 척추골절이 발생한 평균 시기는 인접골절 6.38개월, 재골절 10개월, 원위골절은 12.44개월로 나타나 속발성 척추골절은 인접골절, 재골절, 원위골절의 순으로 발생하였다. 추적관찰 시 수술 후 수개월 동안은 주로 인접골절이 발생하는지 관찰하고 이후에는 재골절, 원위골절이 발생하는지 추적관찰할 필요가 있다. 척추성형술 후 통증이 감소되는 정도는 BMD, 뼈시멘트 양, 압박률과 후만각 변화와 밀접한 연관성은 없다고 보고하였다.²⁾ 양측 척추성형술 또는 반척추성형술 후 추적관찰한 결과 두 군에서 의미 있는 임상적 증상의 차이는 없다고 보고하였다.¹²⁾ 본 연구에서는 속발성 척추골절이 발생한 B군은 A군에 비하여 압박률, 췌기각, 후만각은 증가되고 VAS 점수는 적게 감소되었다. B군은 A군에 비하여 압박률, 췌기각, 후만각의 변화가 많았으나 수술 전후의 압박률, 췌기각, 후만각과 속발성 척추골절과의 관련성을 조사한 결과 통계적으로 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$). 반척추성형

술을 시행하기 전과 반척추성형술을 시행한 후 최종 경과 관찰 시점의 VAS 점수를 비교한 결과 A군에서는 6.06 ± 0.79 에서 3.11 ± 0.72 로 감소되었으나, B군에서는 시술 전 6.33 ± 0.65 에서 속발성 척추골절 발생 후 최종 경과관찰한 시점에서 4.02 ± 1.06 으로 측정되어 속발성 척추골절 후에는 A군에 비하여 VAS 점수가 의미 있게 증가되는 것으로 나타났다 ($p < 0.05$).

척추성형술시 척추체에 뼈시멘트를 적절히 주입하지 못하면 골절된 척추에서 재골절이 발생될 수 있으므로 뼈시멘트를 척추 전방에 충분히 주입하면 척추 전방 높이의 감소를 방지할 수 있다. 척추체에 뼈시멘트가 주입되면 척추의 하중이 척추체의 전방으로 이동되고 종판에 가해지는 압력이 증가되어 인접 척추에 전달되는 하중에 변화가 오며 인접한 척추에 골절이 발생하게 된다.¹⁹⁾ 반척추성형술 후 발생한 속발성 척추골절에 대한 위험인자는 명확하지는 않았다. 속발성 척추골절의 발생 시기와 위치를 고려할 때 인접골절과 재골절은 척추성형술과 관련될 것으로 추정되며, 원격골절은 척추성형술과 관련되기보다는 골다공증의 자연적 경과 과정 중에 발생된 것으로 판단된다.^{18,20)} 골다공증은 골절된 척추에만 영향이 있는 것이 아니라 모든 척추에 영향을 준다. 이 연구는 경과 관찰기간이 평균 14.22개월로 짧아 반척추성형술과 속발성 척추골절의 연관성을 조사하기 위해서는 제한이 있었다.

결 론

반척추성형술의 단기간의 임상적 양상과 영상학적 특징을 알 수 있었지만 속발성 척추골절에 영향을 주는 위험인자와의 관련성을 명확하게 발견하지는 못하였다. 반척추성형술을 시행한지 수개월 후에 인접골절이 발생하고 시술 후 약 1년경에 재골절, 원격골절 순으로 발생하여 시기에 따라 속발성 척추골절의 종류가 다르게 나타났다. 반척추성형술의 효용성을 평가하기 위해서는 효요추 전반에 대한 관찰과 장기간의 추적관찰뿐만 아니라 양측성 척추성형술의 임상적 결과와 비교하여 평가해야 할 것으로 사료된다.

■ The authors have no financial conflicts of interest.

REFERENCES

- 1) Alanay A, Pekmezci M, Karaeminogullari O, Acaroglu E, Yazici M, Cil A, et al. Radiographic measurement of the sagittal plane deformity in patients with osteoporotic spinal fractures evaluation of intrinsic error. *Eur Spine J* 16:2126-2132, 2007
- 2) Anselmetti GC, Corrao G, Monica PD, Tartaglia V, Manca A, Eminefendic H, et al. Pain relief following percutaneous vertebroplasty: results of a series of 283 consecutive patients treated in a single institution. *Cardiovasc Intervent Radiol* 30:441-447, 2007
- 3) Belkoff SM, Mathis JM, Jasper LE, Deramond H. The biomechanics of vertebroplasty. The effect of cement volume on mechanical

- behavior. *Spine (Phila Pa 1976)* 26:1537-1541, 2001
- 4) Chang WS, Lee SH, Choi WG, Choi G, Jo BJ. Unipedicular vertebroplasty for osteoporotic compression fracture using an individualized needle insertion angle. *Clin J Pain* 23:767-773, 2007
- 5) Genant HK, Wu CY, van Kuijk C, Nevitt MC. Vertebral fracture assessment using a semi-quantitative technique. *J Bone Miner Res* 8:1137-1148, 1993
- 6) Grados F, Depriester C, Cayrolle G, Hardy N, Deramond H, Fardelone P. Long-term observations of vertebral osteoporotic fractures treated by percutaneous vertebroplasty. *Rheumatology (Oxford)* 39:1410-1414, 2000
- 7) Higgins KB, Harten RD, Langrana NA, Reiter MF. Biomechanical effects of unipedicular vertebroplasty on intact vertebrae. *Spine (Phila Pa 1976)* 28:1540-1547; discussion 1548, 2003
- 8) Johnell O, Kanis JA. An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporos Int* 17:1726-1733, 2006
- 9) Kaufmann TJ, Trout AT, Kallmes DF. The effects of cement volume on clinical outcomes of percutaneous vertebroplasty. *AJNR Am J Neuroradiol* 27:1933-1937, 2006
- 10) Kim AK, Jensen ME, Dion JE, Schweickert PA, Kaufmann TJ, Kallmes DF. Unilateral transpedicular percutaneous vertebroplasty: initial experience. *Radiology* 222:737-741, 2002
- 11) Kim DJ, Kim TW, Park KH, Chi MP, Kim JO. The proper volume and distribution of cement augmentation on percutaneous vertebroplasty. *J Korean Neurosurg Soc* 48:125-128, 2010
- 12) Knavel EM, Rad AE, Thielen KR, Kallmes DF. Clinical outcomes with hemivertebral filling during percutaneous vertebroplasty. *AJNR Am J Neuroradiol* 30:496-499, 2009
- 13) Liebschner MA, Rosenberg WS, Keaveny TM. Effects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty. *Spine (Phila Pa 1976)* 26:1547-1554, 2001
- 14) Lo YP, Chen WJ, Chen LH, Lai PL. New vertebral fracture after vertebroplasty. *J Trauma* 65:1439-1445, 2008
- 15) Luo J, Daines L, Charalambous A, Adams MA, Annesley-Williams DJ, Dolan P. Vertebroplasty: only small cement volumes are required to normalize stress distributions on the vertebral bodies. *Spine (Phila Pa 1976)* 34:2865-2873, 2009
- 16) Molloy S, Mathis JM, Belkoff SM. The effect of vertebral body percentage fill on mechanical behavior during percutaneous vertebroplasty. *Spine (Phila Pa 1976)* 28:1549-1554, 2003
- 17) Molloy S, Riley LH 3rd, Belkoff SM. Effect of cement volume and placement on mechanical-property restoration resulting from vertebroplasty. *AJNR Am J Neuroradiol* 26:401-404, 2005
- 18) Nam DH, Park KH, Kim TW, Chi MP, Kim JO. The effect of trauma in osteoporotic vertebral compression fractures treated by percutaneous vertebroplasty: a comparison of radiological features in presence or absence of trauma. *J Korean Neurotraumatol Soc* 7: 29-34, 2011
- 19) 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 (Phila Pa 1976)* 28:991-996, 2003
- 20) Rho YJ, Choe WJ, Chun YI. Risk factors predicting the new symptomatic vertebral compression fractures after percutaneous vertebroplasty or kyphoplasty. *Eur Spine J* 21:905-911, 2012
- 21) 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 (Phila Pa 1976)* 24:1772-1776, 1999
- 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* 226: 119-124, 2003