

## 경피적 추체 성형술을 이용한 골다공증성 추체 압박골절 치료의 1년 이상 추시결과

황재광 · 김정환 · 김주현

울산대학교 강릉아산병원 정형외과

**목 적:** 골다공증성 추체 압박골절로 골 시멘트를 이용한 경피적 추체 성형술을 시행 받은 환자 중 1년 이상 추시가 가능했던 환자들의 임상증상, 방사선 결과를 분석하여 경피적 추체 성형술의 추시결과를 분석 하고자 하였다.

**대상 및 방법:** 2001년 1월부터 2002년 8월까지 흉, 요추부 압박골절로 본원에서 경피적 추체 성형술을 시행 받은 환자 110명 중 1년 이상 추시가 가능했던 75명, 139추체를 대상으로 하였다. 시술 전 단순 방사선 검사 및 골밀도 검사, 골주사 검사, 컴퓨터 단층 촬영을 시행하였다. 시술 직후 및 시술 후 1년, 2년, 3년 추시 시의 임상증상과 방사선 검사를 분석하여 시술 전과 비교 하였다. 대상 환자는 추시 기간에 따라 3군으로 나누었으며, 1군은 1년 이상, 2군은 2년 이상 3년, 3군은 3년 이상 추시가 가능했던 경우로 하였다. 임상평가는 환자의 만족도 및 통증 정도에 따라 우수, 양호, 보통, 저하, 불량으로 나뉘 평가하였다. 시술 직후 단순 방사선 검사를 통해 추체 높이의 변화를 측정하였고, 인접 추체의 추가 골절 여부 및 골 시멘트의 누출여부를 확인하였다.

**결 과:** 시술 직후 양호 이상의 증상호전이 있었던 경우는 74례 (98.6%)였으며, 최종 추시 시 양호 이상을 보인 경우는 1군 69례 (92%), 2군 46례 (93.8%), 3군 16례 (80%)였으며, 각 군 간의 유의한 통계학적 차이는 없었다 ( $p>0.05$ ). 평균 추체 높이는 1군의 경우 시술 전 71.1%, 시술 후 75.0%, 최종 추시 시 73.5%였고, 2군의 경우 시술 전 71.5%, 시술 후 75.5%, 최종 추시 시 73.1%였으며, 3군의 경우 시술 전 71.2%, 시술 후 78.0%, 최종 추시 시 77.8%로 추시 기간에 따른 추체 높이의 차이에 있어서 통계학적 의미는 없었다 ( $p>0.05$ ). 시술 후 시멘트 누출은 47례 (38.8%)였고, 추시 시 4명, 7례에서 인접 추체에 추가적인 압박골절이 발생하였다.

**결 론:** 골다공증에 의한 추체 압박골절 환자에서 골 시멘트를 이용한 경피적 추체 성형술은 1년 이상 추시에서 임상증상이 양호하고, 유의한 추체 높이 감소가 없는 유용한 치료법으로 사료된다.

**색인 단어:** 척추체, 골다공증성 압박골절, 경피적 추체 성형술

## Vertebroplasty in the Treatment of Osteoporotic Compression Fracture – More Than 1 Year Follow Up –

Jaekwang Hwang, M.D., Chungwan Kim, M.D., Joohyun Kim, M.D.

Department of Orthopedic surgery, Ulsan University, Gangneung Asan Hospital, Gangneung, Korea

**Purpose:** To assess the clinical and functional outcome of the patients who underwent percutaneous vertebroplasty with bone cement for the osteoporotic compression fracture and who had been followed up for minimum 1 year.

**Materials and Methods:** Among 110 patients who had been undergone percutaneous vertebroplasty with bone cement for osteoporotic compression fracture in Gangneung Asan Hospital from January 2001 to August 2002, 75 patients who had been followed up for more than 1 year were selected. And retrospectively, we analyzed the clinical and radiographic finding of 1 year, 2 year and 3 year follow-up. The patients were divided into 3 groups, the first group who have follow-up period of the from 1 to 2 years had 75 patients, the second group who the from 2 to 3 years, 49 patients, and the third group who the more than 3 years, 20 patients. We graded the clinical results to excellent, good, normal, fair and poor. Also, we assessed the height of vertebral body, the adjacent vertebral body fracture and the leakage of bone cement.

**Results:** 74 patients (98.6%) had the excellent or good results postoperatively. 69 patients (92%) of the first group, 46 patients (93.8%) of the second group and 16 patients (80%) of the third group had excellent or good results at last follow-up. There was no statistical correlation of each groups ( $p>0.05$ ). In first group, the average height of body was 71.1% preoperatively, 73.5% postoperatively and 73.5% at follow-up. In second group, 71.5%, 75.5%, and 73.1%. In third group, 71.2%, 78.0% and 77.8%. There was no significant statistical correlation of each groups ( $p>0.05$ ). 47cases (38.8%) had some leakage of cement immediate postoperatively. In 4 cases (7 vertebra), there were adjacent vertebral body fractures.

**Conclusion:** Based on the results of our study, percutaneous vertebroplasty is a useful method in the treatment for the osteoporotic compression fracture of vertebra body.

**Key Words:** Vertebral body, Osteoporotic compression fracture, Percutaneous vertebroplasty

통신저자 : 김 정 환

강원도 강릉시 사천면 방동리 415  
강릉아산병원 정형외과  
Tel : 033-610-3238 · Fax : 033-641-8050  
E-mail : Chkim@knh.co.kr

Address reprint requests to : Chungwan Kim, M.D.

415 Bangdongri Sachonmyeun Gangneung, Korea, Department of Orthopedic Surgery, Gangneung Asan Hospital, Ulsan University.  
Tel : 033-610-3238 · Fax : 033-641-8050  
E-mail : Chkim@knh.co.kr

\*본 논문의 요지는 2003년도 대한척추외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

## 서 론

경피적 추체 성형술이란 추체내로 골 대체물질을 삽입하여 척추체를 보강, 안정화시키고 통증을 감소시키는 기술이다. 이러한 추체 성형술은 Gilbert 등<sup>10)</sup>에 의해 처음 소개된 이후 현재 혈관중, 척추의 전이성 암, 골수종, 임파종, 골다공증에 의한 압박골절 등의 치료에 이용되고 있다. 특히, 최근 노령인구의 증가로 골다공증에 의한 추체 압박골절이 증가하고 있으며, 이 경우 지속적인 보존적 치료에도 불구하고 증상이 악화되어 수술 치료가 필요한 경우가 있으나, 고령으로 인해 많은 위험이 따르게 된다. 이러한 골다공증성 척추 압박골절에 대해 골 시멘트를 이용한 추체 성형술을 시행하여 술 후 즉각적인 통증의 완화와 척추의 안정성을 얻어 임상 증상의 호전이 있었다는 여러 보고가 있다<sup>1,5,9,16,17,24)</sup>. 그러나 아직 이에 대한 장기 추시결과에 대한 연구가 미흡한 편이며, 이에 저자들은 골다공증성 척추 압박골절에서 골 시멘트를 이용한 추체 성형술의 1년 이상 추시결과에 대해 연구 분석하였다.

## 대상 및 방법

2001년 1월부터 2002년 8월까지 강릉아산병원 정형외과에서 흉요추부 골다공증성 압박골절로 경피적 추체 성형술을 시행 받은 110명 중 1년 이상 추시가 가능했던 75명, 139추체를 대상으로 하였다. 이 중 2년 이상 추시가 가능했던 경우는 49명 94추체였으며, 3년 이상 추시가 가능했던 경우는 20명 43추체였다. 대상 환자들의 수술 전 임상증상 지속 기간은 평균 4.2개월이었으며 수술은 4주 이상의 충분한 보존적 치료에도 불구하고 증세호전이 없고 신경학적 이상이 없는 환자들에 대해 시행하였다. 임상증상 발생기전은 외상의 병력이 있는 경우가 35명, 특별한 외상의 병력이 없는 경우가 40명이었다. 대상 환자 중 남자가 10명, 여자가 65명이었으며, 대상 환자의 평균 연령은 68.1세였고, 평균 골밀도는 T-score -3.83이었다.

수술 전 단순 방사선 검사 및 골밀도 검사, 골주사 검사, 전산화 단층 촬영을 시행하였고 골주사 검사를 통해 병소의 진행성 여부를 확인하였으며, 전산화 단층 촬영에서 후방 피질골의 손상 여부를 확인하였으며 손상이 없는 경우에 한해 경피적 추체 성형술을 시행하였다. 수술은 단일 수술자에 의해 시행되었으며 수술시 투관침 (trocar)삽입은 흉추부는 척추경의 삽입술 (extrapedicular)로, 요추부는 척추경내 삽입술 (transpedicular)로 하여 투관침의 끝이 방사선 영상중폭 장치 (C-arm)의 전후면 영상에서 가능한 추체의 중심에 이르도록 삽입하였으며, 일측 또는 양측으로의 삽입 여부는 일측에서 주

입된 시멘트가 추체의 절반을 넘어가면 일측에서만 시행하였고, 절반을 넘어가지 않은 경우에는 반대측에서 추가로 시행하였다.

수술부위는 제11, 12흉추 및 1, 2, 3요추가 113례 (81.2%)였으며, 대상 환자 중 1추체만 수술한 환자는 35명이었으며, 2추체가 22명, 3추체가 12명, 4추체 이상이 6명이었다. 수술 시 골 시멘트의 주입량은 2.5 ml~7.0 ml였고 평균 4.5 ml였다. 일측 척추경을 통해 주입한 경우는 123추체였고 양측 척추경을 통한 경우는 16추체였다.

추시 기간에 따른 만족도의 변화를 파악하기 위해 대상 환자를 추시기간에 따라 3개의 군으로 나누었으며, 1군은 1년 이상 추시가 가능했던 75명으로 하였고, 2군은 2년 이상 추시가 가능했던 49명으로 하였고, 3군은 3년 이상 추시가 가능했던 20명으로 하였다. 수술 후 평가는 수술 직후 및 1년, 2년, 3년 추시 기간으로 나누어 임상증상과 방사선 검사를 시행하여 평가 하였다.

임상 평가는 환자의 만족도 및 통증 정도에 따라 우수, 양호, 보통, 저하, 불량으로 나누어 평가하였다<sup>9)</sup>. 우수는 일상생활에 전혀 문제가 없고 수술부위 통증도 없는 경우, 양호는 간헐적인 경미한 통증 등으로 인해 일상생활에 약간의 제한이 있으나 추가적인 치료가 필요하지 않는 경우, 보통은 수술 전에 비해 임상증상의 호전이 있으나 통증으로 인해 일상생활의 제한이 있어 추가적인 투약 치료 등이 필요한 경우이며, 저하는 수술 전과 비교하여 전혀 증상의 호전이 없는 경우, 불량은 수술 전보다 증상이 악화된 경우로 나눠 평가 하였으며, 임상 증상의 호전 정도를 보다 도식적으로 평가하기 위하여 우수 5, 양호 4, 보통 3, 저하 2, 불량 1로 점수화하여 이를 평균화 하였다. 단, 수술 부위와 관계없는 하요부 통증이나 타 부위 추체 압박골절의 발생으로 인한 통증 등은 무시하고 수술 추체 부위의 압통 여부, 활동 시 발생하는 수술 부위의 임상 증상만을 평가 대상으로 하였으며, 이를 각 추시 기간에 따른 대상 환자군 별로 비교하였다. 또한 단순 방사선 검사를 통해 수술 전 및 수술 후, 추시 기간 동안 추체 높이의 변화를 측정하였으며, 또한 골 시멘트 주위의 골용해 여부, 인접 추체의 추가적인 압박골절 발생 여부 등을 확인하였다. 통계학적으로는 student t test, Chi-square test를 사용하였다.

## 결 과

1군은 수술 직후 우수 71명, 양호 3명, 불량 1명으로 평균 점수 4.90점이며, 1년 추시 시 우수 59명, 양호 10명, 보통 3명, 저하 2명, 불량 1명으로 평균점수 4.65점이었다. 2군은 수술 직후 우수 45명, 양호 3명, 불량 1명으로 평균 4.83점이고, 1년 추시 시 우수 45명, 양호 1명, 보통 2명, 불량 1명으로

**Table 1.** Clinical outcome of each group

	F/u	Grading (n*)					Score
		Excellent	Good	Normal	Fair	Poor	
Group 1	postop	71	3	0	0	1	4.90
	1 yr	59	10	3	2	1	4.65
							(p>0.05)
Group 2	postop	45	3	0	0	1	4.83
	1 yr	45	1	2	0	1	4.81
	2 yr	39	7	1	1	1	4.67
							(p>0.05)
Group 3	postop	18	2	0	0	0	4.90
	1 yr	19	1	0	0	0	4.85
	2 yr	17	3	0	0	0	4.85
	3 yr	12	4	4	0	0	4.40
							(p>0.05)

n\*: Number of cases; F/u: Follow up; Postop: Postoperative; yr: Year

**Table 2.** Change of vertebral body height (%) in each group

	Preop	Postop	1 yr	2 yr	3 yr
Group 1	71.1	75.5	73.5	-	-
Group 2	71.5	75.5	73.3	73.1	-
Group 3	71.2	78.0	78.0	77.5	77.0

Preop: Preoperative; Postop: Postoperative; yr: Year

평균 4.81점, 2년 추시 시 우수 39명, 양호 7명, 보통 1명, 저하 1명, 불량 1명으로 평균점수 4.67점이었다. 3군은 시술 직후 우수 18명, 양호 2명으로 평균 4.9점이며, 1년 추시 시 우수 19명, 양호 1명으로 평균 4.85점이고, 2년 추시 시 우수 17명, 양호 3명으로 평균 4.85점이고, 3년 추시 시 우수 12명, 양호 4명, 보통 4명으로 평균 4.40점이었다. 시술 직후 양호 이상의 증상호전이 있었던 경우는 74명 (98.6%)이었으며 각 군에서 추시 기간에 따른 증상의 악화 소견은 없었다 (p>0.05, Table 1).

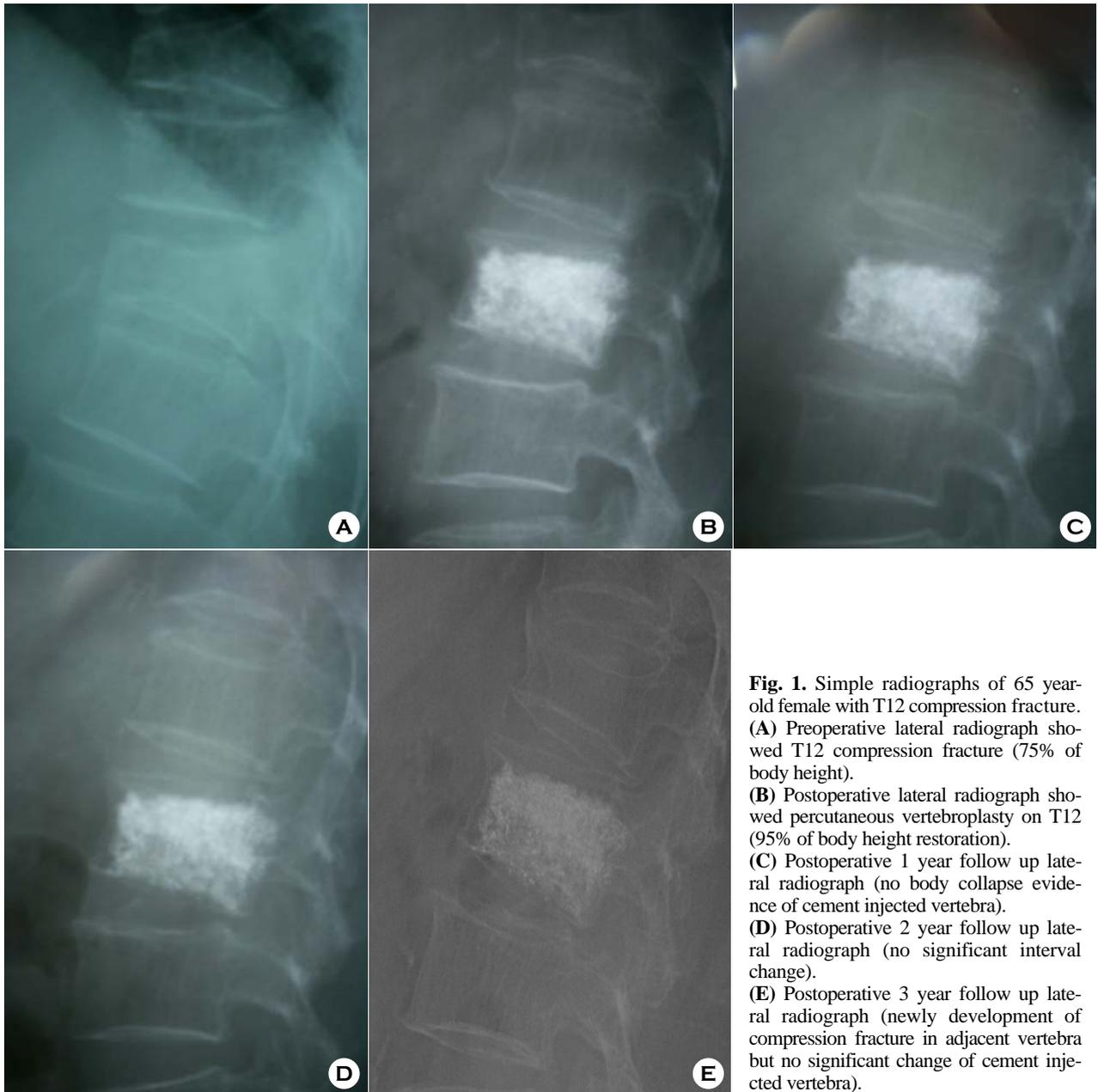
단순 방사선 검사에서 시술 전 대상 추체 (139추체)의 평균 추체 높이는 71.1%였으며, 시술 직후 추체 높이는 75.0%로 3.9%의 추체 높이의 증가가 있었다. 1군의 추체 높이는 시술 전 71.1%, 시술 직후 75.0%, 1년 추시 시 73.5%였으며, 2군의 추체 높이는 시술 전 71.5%, 시술 직후 75.5%, 1년 추시 시 73.3%, 2년 추시 시 73.1%였으며, 3군의 추체 높이는 시술 전 71.2%, 시술 직후 78.0%였으며 1년 추시 시 78.0%, 2년 추시 시 77.5%, 3년 추시 시 77.0%로 각 군에서 추시 기간에 따른 추체 높이의 유의한 변화는 없었다 (p>0.05, Table 2).

추시 과정에서 시술 추체의 현저한 추가적인 붕괴나, 삽입된 골 시멘트의 전위는 없었으며 골 시멘트 주위의 골용해, 감염 등의 합병증은 없었다 (Fig. 1A-E). 인접 추체에 추가적인 압박골절은 4명, 7추체에서 발생하였으며 술 후 평균 1년에 발생하였다. 술 후 단순 방사선 검사에서 추체의 시멘트 누출이 확인된 경우는 47추체 (33%)로 경막의 혈관으로의 누출이 19례, 추체 전방 및 측방으로 누출이 23례, 척추관 내로의 누출이 된 경우는 5례였다. 척추관 내로의 누출이 있었던 5례 중 1례에서 시술 후 신경 압박 증상이 발생하여 추가적인 후방 감압술을 시행하였다. 추체의 전측방이나 경막의 혈관으로 누출된 경우에는 이로 인한 합병증 발생이 없었다. 시술 후 8명에서 시술 전 없었던 늑간 방사통이 발생하였으나 늑간 신경 차단술 후 모든 레에서 증상 호전을 보였다.

## 고 찰

골다공증성 추체 압박골절에서 골 시멘트를 이용한 추체 성형술은 단기 추시결과가 만족스러울 뿐만 아니라<sup>3,7,8,11,13,14,18,20,22,24,28</sup>, 장기 추시에서도 만족스러운 결과를 얻었다고 보고하고 있다<sup>2,12,13,19,22,29,30</sup>. 저자들의 경우에도 시술 직후 대상 환자의 98.6%에서 양호 이상의 분명한 증상 호전이 있었으며 최종 추시시 1군의 92.0%, 2군의 93.8%, 3군의 80.0%에서 양호 이상의 임상 증상 호전을 보였다.

Diamond 등<sup>6)</sup>은 보존적 치료와 경피적 척추 성형술의 1년 이상 추시결과를 비교 분석하면서 단지 단기증상의 호전은 경피적 척추 성형술을 시행한 군에서 보존적 치료를 시



**Fig. 1.** Simple radiographs of 65 year-old female with T12 compression fracture. (A) Preoperative lateral radiograph showed T12 compression fracture (75% of body height). (B) Postoperative lateral radiograph showed percutaneous vertebroplasty on T12 (95% of body height restoration). (C) Postoperative 1 year follow up lateral radiograph (no body collapse evidence of cement injected vertebra). (D) Postoperative 2 year follow up lateral radiograph (no significant interval change). (E) Postoperative 3 year follow up lateral radiograph (newly development of compression fracture in adjacent vertebra but no significant change of cement injected vertebra).

행하는 군에 비해 환자 만족도가 높으며, 유의할 만한 내과적 합병증 발생이 적었으나 12개월 이상에서는 경피적 추체 성형술을 시행한 경우와 보존적 치료를 시행한 경우의 두 군간에 임상증상의 차이가 크지 않다고 보고하고 있다. 저자들의 연구에서 대상 환자들의 시술 전 평균 임상증상 지속기간은 4.2개월이었으며 이들의 대다수는 이 기간 동안 지속적인 투약 등의 보존적 치료를 받아 왔으나 이로 인한 증상 호전이 없었던 경우이다. 저자들의 경우 유사한 조건하에서 보존적 치료만을 지속적으로 시행 받은 대조군과 비교 연구를 하지 않아 이에 대한 명확한 결론을 내릴 수는 없으나, 저자들이

시술했던 대상 환자의 대다수가 장기간의 보존적 치료에도 증상 호전이 없었던 경우임을 감안한다면, 또한 저자들의 연구 결과에서 볼 수 있듯이 시술 직후 양호한 임상 증상 결과가 장기 추시에서도 지속적으로 그 결과가 유지되고 있는 점을 보면 경피적 추체 성형술은 장기 추시에서도 보존적 치료에 비해 양호한 결과를 보인다는 것을 간접적으로 확인할 수 있었다. 또한 진구성의 압박골절에서 골유합이 될 경우 추체 높이 감소와 후만 변형이 있는 경우에도 별 임상 증상 없이 지내는 경우가 있는 것을 볼 때 Diamond 등<sup>6)</sup>의 주장이 타당할 수도 있으나, 골유합 전까지 추체의 지속적인

후만 변형의 진행으로 인한 요추부의 보상적 전만과 이로 인한 하요부 동통 발생 및 악화 여부, 추체의 골괴사로 인한 Kummell's disease로의 진행 등에 대한 추가 연구가 필요하리라 생각된다.

Perez-Higuera 등<sup>23)</sup>은 골 시멘트를 이용한 경피적 추체 성형술 후 장기 추시결과 방사선 검사에서 삽입된 시멘트의 변화나 추체 붕괴 등은 일어나지 않는다고 보고하고 있다. 저자들의 경우에도 각 추시 군에서 시술 후 의미 있는 추가적인 추체 높이의 감소나 골 시멘트 주위의 골용해, 골 시멘트의 해리와 골 시멘트 골절로 인한 합병증 등이 관찰되지 않는 것으로 보아 골 시멘트를 이용한 경피적 추체 성형술이 추체 높이의 유지, 추체 정렬의 장기적 유지에 바람직한 것으로 사료된다. 또한 골 시멘트의 전이에 따른 신경 증상 악화 등의 합병증 역시 다른 저자들의 경우에도 거의 보고가 없어 우려할 만한 합병증은 아닌 것으로 사료된다. 그러나 Tsai 등<sup>26)</sup>은 전방 피질골이 손상된 추체 압박골절의 1예에서 골 시멘트를 이용한 경피적 추체 성형술 한달 후에 시술 추체에서 전방 피질골의 붕괴가 생기면서 삽입된 골 시멘트의 전방 전위가 생겨 추가 수술을 통해 이를 해결하였다는 보고를 한 바 있으며 드문 경우이겠지만 이런 합병증을 방지하려면, 시술 전 추체 피질골의 손상 여부에 대해 적절한 평가가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Mousavi 등<sup>21)</sup>은 시술 추체의 87.9%에서 골 시멘트의 추체 외부로의 누출이 있었으나 누출 정도와 임상증상의 호전과의 상관관계는 없다고 보고하고 있다. 저자들의 경우에도 47례(33%)에서 추체 외로의 골 시멘트 누출이 있었으며, 1례에서 신경관 내로 누출된 골 시멘트에 의한 신경마비가 발생하여 추가적인 후방 감압 수술을 시행하였다. 이 경우는 시술 전 전산화 단층 촬영을 통한 후방 피질골 손상 여부를 확인하지 않고 시행하였던 경우로 경피적 추체 성형술을 시행할 경우 전산화 단층 촬영을 통한 후방 피질골 손상 여부의 파악이 반드시 필요할 것으로 사료된다.

Berlemann 등<sup>4)</sup>은 추체 성형술을 시행한 추체의 하부 추체에 부하가 많이 증가하여 이곳에 인접 골절이 발생한다고 하였고, Uppin 등<sup>27)</sup>도 시술 후 2년 추시 시 12.4%에서 새로운 추체에 골절이 생겼으며, 이 중 67%가 시술 추체에 인접한 추체에서 발생했다고 하였다. 저자들의 경우 장기 추시 시 인접 추체의 골절이 4명 7추체에서 발생하였으나 증상이 심하지 않아 추가적인 경피적 척추 성형술은 시행하지 않았다. 인접 추체의 압박골절 발생부위는 7추체 중 2추체는 추체 성형술을 시행한 하부 추체에서 발생하였고, 5례는 상부 추체에서 발생함을 확인하였으나 저자들의 비교 표본의 수가 적어 이에 대한 평가는 의미가 없을 것으로 사료된다.

시술 방법은 저자들의 경우 16례에서 양측 척추경을 통해 척추 성형술을 시행하였고, 123례는 일측 척추경을 통해서 추

체의 반 이상을 채울 수 있는 충분한 시멘트를 삽입할 수 있었다. Kim 등<sup>15)</sup> 역시 일측 척추경을 통해 척추 성형술을 시행하였을 때도 양측 척추경을 이용한 경우에서처럼 추체의 절반 이상을 시멘트로 채울 수 있다고 하였고, 이 두 경우의 임상적 차이도 별다르지 않다고 하였다. 저자들의 경우에도 장기 추시 상 임상 양상에서 특별한 차이는 없었으나, 일측 척추경만을 하였던 경우 중 5례에서 경한 측만 변형이 관찰되었고 이에 대한 추가적인 연구가 필요하리라 생각된다.

## 결 론

골다공증에 의한 추체 압박골절 환자에서 골 시멘트를 이용한 경피적 추체 성형술은 1년 이상의 추시에서도 임상 증상과 방사선 소견에서 만족할 만한 결과를 보여, 보존적 치료에 반응하지 않거나 지속적인 증상 악화를 보이는 골다공증성 추체 압박골절 환자의 치료에서 유용한 방법으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 1) Alvarez L, Perez-higuera A, Quinones D, Calvo E and Rossi RE: Vertebroplasty in the treatment of vertebral tumors: Postprocedural outcome and quality of life. *Eur Spine J*, **12**: 356-360, 2003.
- 2) Amar AP, Larsen DW, Esnaashari N, Albuquerque FC, Lavine SD and Teitelbaum GP: Percutaneous transpedicular polymethylmethacrylate vertebroplasty for the treatment of spinal compression fracture. *Neurosurgery*, **49**: 1105-1114, 2001.
- 3) Barath K, Martin JB, Fasel HJ, et al: Percutaneous vertebroplasty: Method, indications, results. *Orv Hetil*, **143**: 2469-2477, 2002.
- 4) Berlemann U, Ferguson SJ, Nolte LP and Heini PF: Adjacent vertebral failure after vertebroplasty. A biomechanical investigation. *J Bone Joint Surg Br*, **84**: 748-752, 2002.
- 5) Cho YS, Cho SD, Kim BS, Park TW and Cho SH: Percutaneous vertebroplasty on osteoporotic compressive vertebral fracture. *J Kor Orthop Assoc*, **37**: 1-6, 2002.
- 6) Diamond TH, Champion B and Clark WA: Management of acute osteoporotic vertebral fractures (a nonrandomized trial comparing percutaneous vertebroplasty with conservative therapy). *Am J Med*, **114**: 257-265, 2003.
- 7) Evans AJ, Jensen ME, Kip KE, et al: Vertebral compression fracture: Pain reduction and improvement in functional mobility after percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty

- retrospective report of 245 cases. *Radiology*, **226**: 366-372, 2003.
- 8) **Figueiredo N, Amaral Filho JC, Serra Ada R, Nogueira AM, Garcia VC and Weissheimer FL**: Percutaneous vertebroplasty: Option of treatment for osteoporotic vertebral fracture. *Arq Neuropsiquiatr*, **61**: 625-630, 2003.
  - 9) **Gangi A, Guth S, Imbert JP, Marin H and Dietmann JL**: Percutaneous vertebroplasty: Indications, technique and results. *Radiographics*, **23**: 10, 2003.
  - 10) **Gilbert P, Deramond H, Rosat P and Le Gars D**: Note préliminaire sur le traitement des angiomes vertébraux par vertébroplastie acrylique percutanée. *Neurochirurgie*, **33**: 166-168, 1987.
  - 11) **Goh LH, Tan SB and Liaw JS**: Advances in surgical treatment of osteoporotic fracture of the spine. *Ann Acad Med Singapore*, **31**: 623-630, 2002.
  - 12) **Grados F, Depriester C, Cayrolle G, Hardy N, Deramond H and Fardellone P**: Long term observations of vertebral osteoporotic fractures treated by percutaneous vertebroplasty. *Rheumatology*, **39**: 1410-1414, 2000.
  - 13) **Hendrikse CA, Kalmijn S, Voormolen MH, Verhaar HJ and Mali WP**: Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture: Review of the literature. *Ned Tijdschr Geneesk*, **9**: 1553-1559, 2003.
  - 14) **Hoffmann RT, Jakobs TF, Wallnofer A, Reiser MF and Helmberger TK**: Percutaneous vertebroplasty: Indication, contraindications, and technique. *Radiologe*, **43**: 709-717, 2003.
  - 15) **Kim AK, Jensen ME, Dion JE, Schweickert PA, Kaufmann TJ and Kallmes DF**: Unilateral transpedicular percutaneous vertebroplasty: Initial experience. *Radiology*, **222**: 737-741, 2002.
  - 16) **Kim CH, Choi YJ, Baek SK, et al**: Vertebroplasty on osteoporotic compression fracture. *J Korean Fracture Soc*, **15**: 124-128, 2002.
  - 17) **Kim YW, Chang HG, Lee KB, Ji YN, Lee YB and Ku JM**: Vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *J Korean Fracture Soc*, **17**: 50-55, 2004.
  - 18) **Martinez-Quinone JV and Hernandez-Sanchez G**: Percutaneous vertebroplasty: Technique and early results in 25 procedures. *Neurocirugia (Astur)*, **14**: 332-332, 2003.
  - 19) **McGraw JK, Lippert JA, Minkus KD, Rami PM, Davis TM and Budzik RF**: Prospective evaluation of pain relief in 100 patients undergoing percutaneous vertebroplasty: Results and follow-up. *J Vasc Interv Radiol*, **13**: 883-886, 2002.
  - 20) **Mehbod A, Aunoble S and Le Huec JC**: Vertebroplasty for osteoporotic spine fracture: Prevention and treatment. *Eur Spine J* **12 Suppl 2**: 155-162, 2003.
  - 21) **Mousavi P, Roth S, Finkelstein J, Cheung G and Whyne C**: Volumetric quantification of cement leakage following percutaneous vertebroplasty in metastatic and osteoporotic vertebrae. *J Neurosurg*, **99**: 56-59, 2003.
  - 22) **Nakano M, Hirano N, Matsuura K, et al**: Percutaneous transpedicular vertebroplasty with calcium phosphate cement in the treatment of osteoporotic vertebral compression and burst fractures. *J Neurosurg*, **97**: 287-293, 2002.
  - 23) **Perez-Higueras A, Alvarez L, Rossi RE, Quinones D and Al-Assir I**: Percutaneous vertebroplasty: Long-term clinical and radiological outcome. *Neuroradiology*, **44**: 950-954, 2002.
  - 24) **Phillips FM**: Minimally invasive treatments of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine*, **1**: 45-53, 2003.
  - 25) **Tohmeh AG, Mathis JM, Fenton DC, Levine AM and Belkoff SM**: Biomechanical efficacy of unipedicular versus bipedicular vertebroplasty for the management of osteoporotic compression fracture. *Spine*, **1**; **24**: 1772-1776, 1999.
  - 26) **Tsai TT, Chen WJ, Lai PL, et al**: Polymethylmethacrylate cement dislodgment following percutaneous vertebroplasty: A case report. *Spine*, **15**; **28**: 457-460, 2003.
  - 27) **Uppin AA, Hirsch JA, Centenera LV, Pfeifer BA, Pazianos AG and Choi IS**: Occurrence of new vertebral body fracture after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporosis. *Radiology*, **226**: 119-124, 2003.
  - 28) **Voormolen MH, Lohle PN, Fransen H, Juttman JR, de Waal Malefijt J and Lampmann LE**: Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture: First short term results. *Ned Tijdschr Geneesk*, **9**: 1549-1553, 2003.
  - 29) **Winking M, Stahl JP, Oertel M, Schnettler R and Boker DK**: Polymethylmethacrylate-vertebroplasty. A new and effective method of pain treatment in vertebral compression. *Dtsch Med Wochenschr*, **28**: 2525-2530, 2003.
  - 30) **Zoarski GH, Snow P, Olan WJ, et al**: Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fractures: Quantitative prospective evaluation of long term outcomes. *J Vasc Interv Radiol*, **13**: 139-148, 2002.