

골다공성 압박골절의 풍선 후만성형술 시 추체의 변형 교정에 영향을 미치는 인자

고영도 · 윤종석 · 김성일

이화여자대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

목 적: 골다공성 압박골절의 풍선 후만성형술 시 추체의 변형 교정에 영향을 미치는 인자를 알아보고자 한다.

대상 및 방법: 골다공성 압박골절로 내원한 환자 중 풍선 후만성형술을 시행한 25예를 대상으로 하였으며 술 전 측와위, 시술 시 복와위 자세, 풍선압력 주입 후, 풍선압력 제거 후, 골시멘트 주입 후의 각각의 단계에 대해 추체 압박 정도와 후만각의 변화에 대해 방사선학적 결과를 분석하였다.

결 과: 최초 복와 시, 추체 후만각과 전방 및 중간 추체 높이는 의미 있는 회복을 보였으며, 풍선압력 주입 시 또한 추체 후만각과 전방 및 중간 추체 높이의 의미 있는 회복을 보였다. 풍선압력 제거 시, 전방 및 중간 추체 높이는 유의한 감소를 보였지만, 추체 후만각의 증가는 보이지 않았다. 추체 후방부위는 각 단계에 대해 의미 있는 변화는 보이지 않았다. 최초 복와위 자세에서 풍선압력 제거 후의 변화 정도는 추체의 후만각과 전방 및 중간 추체 높이 모두 유의한 변화는 보이지 않았다.

결 론: 골다공성 압박골절에서 풍선 후만성형술 시행 시 추체의 높이와 후만변형은 풍선압력 주입에 의해 회복되나, 풍선압력 제거 시 감소 소견을 보여 최초 복와위 시에 비해 유의한 차이는 보이지 않았다. 따라서, 풍선 후만성형술 시 추체의 후만변형 교정에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 복와위 자세에 따른 골절 정복이라고 생각한다.

색인 단어: 골다공성 압박골절, 풍선 후만성형술, 후만변형

The Factors that Affect the Deformity Correction of Vertebral Body during Kyphoplasty of Osteoporotic Vertebral Compression Fracture

Young-Do Koh, M.D., Jong-Seok Yoon, M.D., Sung-Il Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Ewha Womans University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To study which factors affect the deformity correction of vertebral body during kyphoplasty procedure.

Materials and Methods: 25 osteoporotic vertebral compression fractures were treated with balloon kyphoplasty from October 2006 to May 2007. Lateral radiographs were taken at 5 different stages with preoperative lateral decubitus position, after placing the patient in prone position on an operation table, after inflating balloon, after deflation and removal of the balloon, after inserting the cement. Then we analyzed the compression ratios and kyphotic angles of the vertebral bodies in each stage.

Results: Placing the patient in prone position showed significant postural reduction in kyphotic angle and restoration of the anterior and middle body height. The inflation of the balloon demonstrated significant reduction of kyphotic angle and restoration of the anterior and middle body height. After the deflation, anterior and middle body height has decreased significantly. After the deflation, the kyphotic angle and the anterior and middle body heights were not restored significantly compared with those of initial prone position.

Conclusion: Vertebral height and kyphotic angle were partially recovered by inflating the balloon, but the correction was lost after deflating the balloon. Statistically, the body deformity was not restored significantly after deflating the balloon compared with that of intraoperative prone position. Therefore, we concluded that, in kyphoplasty of osteoporotic compression fractures, the postural reduction is the most important factor in deformity correction of fractured vertebral bodies.

Key Words: Osteoporotic vertebral compression fracture, Balloon kyphoplasty, Kyphotic deformity

통신저자 : 고 영 도

서울시 양천구 목6동 911-1
이화여자대학교 의학전문대학원 목동병원 정형외과
Tel : 02-2650-5564 • Fax : 02-2642-0349
E-mail : ydkoh@ewha.ac.kr

Address reprint requests to : Young-Do Koh, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Mokdong Hospital, Ewha Womans University, School of Medicine, 911-1, Mok 6-dong, Yangcheon-gu, Seoul 158-710, Korea
Tel : 82-2-2650-5564 • Fax : 82-2-2642-0349
E-mail : ydkoh@ewha.ac.kr

서 론

골다공성 추체 압박골절 시 보존적 치료에 실패한 경우에 개방적 수술에 대한 대안으로 척추성형술이나 풍선 후만성형술과 같은 최소 침습적인 수술이 시행되고 있다. Voggenteiter⁴⁾은 풍선 후만성형술은 자세에 의한 골절정복뿐만 아니라 풍선압력에 의한 추가적인 골절정복이 가능하다고 하였으며 Lieberman 등¹²⁾은 70%의 압박된 추체에서 47%의 추체 높이가 회복되었다고 했다. 또한, 풍선압력에 의한 추체 내 공동을 만들어 낮은 압력으로 시멘트를 주입할 수 있어 시멘트 누출의 빈도가 감소한다. 이러한 이유로 많은 저자들은 풍선 후만성형술이 척추성형술보다 더 우수하다고 주장한다^{1,4,23)}. 그렇지만, 반대 의견으로는 척추성형술이 훨씬 비용이 적게 들고 추체 높이의 회복은 풍선압력에 의한 정복 없이 자세에 의한 골절 정복만으로도 상당한 회복이 된다고 하였다^{3,16)}. 본 연구의 목적은 골다공성 추체 압박골절에서 풍선 후만성형술 시

자세에 의한 골절정복에 더하여 추가적으로 풍선압력에 의한 골절 정복의 기여 정도를 알아보고자 한다.

대상 및 방법

2006년 10월부터 2007년 5월까지 60세 이상의 골다공성 압박골절로 내원한 환자 중 25예를 대상으로 하였으며, 남녀비는 각각 7예, 18예였다. 환자의 평균 나이는 73세였으며 (60~84세), BMD상 T-score는 평균 -2.7 이었다. 골절된 부위로는 T11에서 L4까지로서 L1 (9예), T12 (6예), L2 (5예), L3 (2예), T11 (2예), L4 (1예)이었다. 수상 후 수술까지 걸린 기간은 평균 23일이었으며, 본 연구에서는 적절한 보조기 착용에도 불구하고 심한 배부 통증이 지속되는 경우와 추체의 압박 정도가 현저히 진행하는 경우 수술을 시행하였다. 모든 환자에서 MRI를 시행하여 급성골절 부위를 확인하였다.

수술방법으로는 방사선이 투시되는 수술대 위에 먼저 환자를 복와위로 위치시키고 가슴 아래에 베개를 받쳐 자세에 의한 골절의 정복을 유도한다 (Fig. 1). 투시 방사선 감시하에 양측 경척추경 방법으로 풍선압력 주입기 (inflatable bone tamp)를 삽입한 후 천천히 압력을 가하여 골절을 정복하면서 시멘트 주입할 공간을 만든다. 본 연구에서는 주입 압력이 150 psi에 도달하거나, 풍선이 종판 (endplate)에 닿은 경우에는 압력 주입을 멈추었다. 풍선압력 주입기의 압력 제거 및 작업 금속관에서 풍선을 제거한 후 적절한 점도의 시멘트를 투시 방사선 감시하에 추체 전방부위부터 주입하였다 (Fig. 2).



Fig. 1. Positioning of the patient on the operating table throughout the operative procedure.

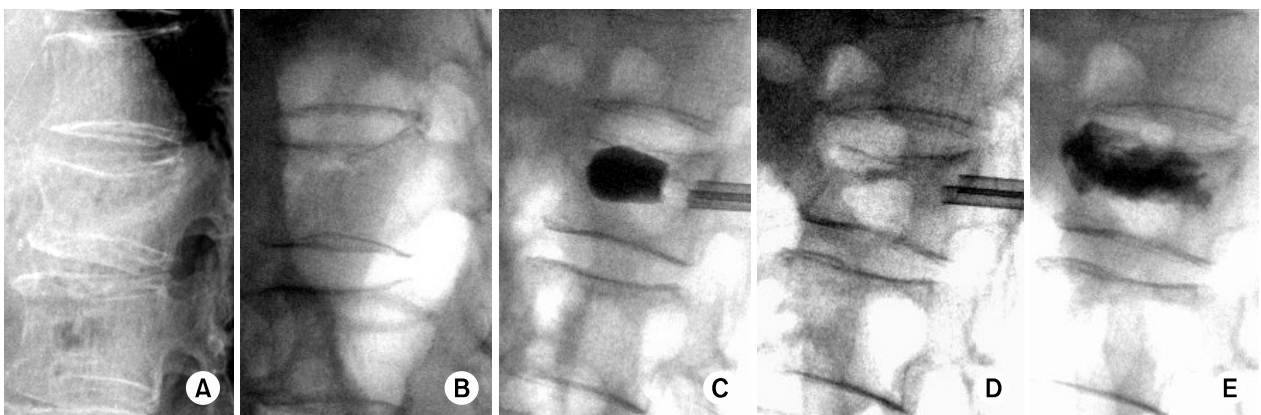


Fig. 2. (A) Preoperative lateral radiograph was taken at lateral decubitus position. (B) Prone position restored some vertebral height and reduced some kyphotic angle. (C) Ballooning the bone tamp. (D) Deflation the bone tamp and loss of restored vertebral height. (E) Inseting the cement under fluoroscopic guidance.

방사선 사진은 측면상을 기준으로 술 전에는 측와위의 사진을 촬영하였으며 수술 중에는 4가지의 연속된 사진을 촬영하였다. 수술대에서의 복와위 자세, 풍선 압력주입 후, 압력제거 후, 골시멘트 주입 후 추체의 높이와 후만각의 변화를 측정하였다.

추체의 후만변형은 Cobb의 방법을 이용하여 골절된 추체의 후만각을 측정하였으며, 이는 추체의 상부와 하부 중판의 전방과 후방부위를 잇는 선의 각으로 측정하였다¹⁰⁾. 추체 높이는 상부와 하부 중판의 높이로서 전방, 중간, 후방부위의 3부위로 세분하여 측정하였다. 또한, 투시 촬영기의 위치에 따른 상의 크기 오차를 없애기 위해 추체 높이는 인접한 상부와 하부 추체의 평균 높이에 대한 백분율로 측정하였다 (Fig. 3).

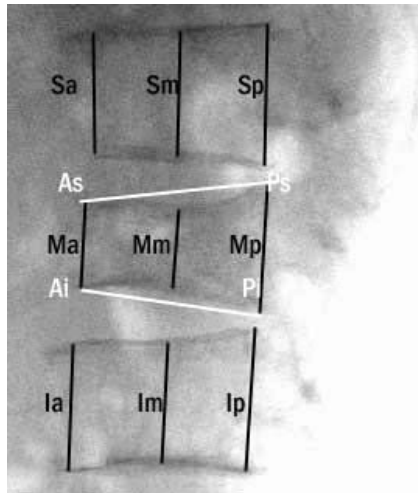


Fig. 3. Measurement of kyphotic angle, anterior VB height, middle VB height, Posterior VB height Kyphotic angle is the angle between the line As-Ps and Ai-Pi. To minimize possible magnification effects, vertebral height were reported as fractions of referent height. Anterior body height (%) = $2Ma/Sa+Ia$, Middle body height (%) = $2Mm/Sm+Im$, Posterior body height (%) = $2Mp/Sp+Ip$.

결과 측정은 오차를 줄이기 위해 2명의 측정자의 평균을 구하였으며, 통계학적 분석은 SPSS (version 11.0)을 이용한 t-test로 시행하였다.

결 과

추체의 후만각은 술 전에 비해 시멘트 삽입 후 5.15° 감소하였다 ($p=0.0001$). 최초 복와위 시 13.39° 에서 10.25° 로 3.14° 의 후만각이 감소하였으며 ($p=0.0003$), 풍선압력 주입 시에는 10.25° 에서 8.25° 로 2° 감소하였다 ($p=0.001$). 풍선압력 제거 후 8.25° 에서 9.42° 로 1.17° 의 후만각이 증가하였고 ($p=0.06$), 시멘트 삽입 시 9.42° 에서 8.24° 로 1.18° 의 후만각이 감소했지만 ($p=0.21$) 둘 다 통계학적 유의성은 없었다. 최초 복와 시와 풍선 압력 제거 후의 각변화는 10.25° 에서 9.42° 로 0.83° 의 후만각이 감소했지만 역시 통계학적 유의성은 없었다 ($p=0.19$) (Table 1).

추체 압박 정도는 전방, 중간, 후방 추체에 대해 각각 결과를 분석하였으며 술 전에 비해 시멘트 삽입 후 각각 14.4% ($p=0.0004$), 8.9% ($p=0.001$), 2.4% ($p=0.43$)의 높이 회복을 보였다. 추체 전방부위는 최초 복와위 자세를 취한 경우 74.2% 에서 84.2% 로 10% 정도 회복되었고 ($p=0.0001$), 풍선압력 주입 시 84.2% 에서 90.1% 로 5.9% 의 추체 높이 회복을 보였으며 ($p=0.0005$), 풍선압력 제거 시 90.1% 에서 85.0% 로 5.1% 정도의 회복이 소실되었다 ($p=0.001$). 시멘트 주입 시 85.0% 에서 88.7% 로 3.7% 의 추체 높이 회복을 보였으나 통계학적 유의성은 없었다 ($p=0.12$). 추체 중간부위에서는 복와위 자세에 따른 추체 높이는 77.9% 에서 83.0% 로 5.1% 회복되었으며 ($p=0.01$), 풍선압력 주입 시 83.0% 에서 88.2% 로 5.2% 의 높이 회복을 보였다 ($p=0.03$). 풍선압력 제거 시 88.2% 에서 83.6% 로 4.6% 의 추체 높이가 감소했고 ($p=0.0001$). 골시멘트 주입 시 83.6% 에서 86.8% 로 3.2% 정도의 추체 높이의 회복을 보였다 ($p=0.01$). 추체 후방부위는 각 단계에 대해 의미 있는 변화는 보이지 않았다. 최초 복와 시에서 풍선 압력 제거 후의 변화는 추체 전방부에서는 84.2% 에서

Table 1. Summary of results

	Preoperative	Prone position	Ballooning	Deflation of IBT	Cementing
Kyphotic angle ($^\circ$)	13.39 ± 5.37	$10.25 \pm 4.53^*$	$8.25 \pm 4.00^\dagger$	$9.42 \pm 4.61^{\S \parallel}$	$8.24 \pm 3.52^{\S \parallel}$
Anterior VB height (%)	74.2 ± 16.5	$84.2 \pm 1.0^*$	$90.1 \pm 13.6^*$	$85.0 \pm 15.6^{\dagger \parallel}$	$88.7 \pm 12.4^{\S \parallel}$
Middle VB height (%)	77.9 ± 14.4	$83.0 \pm 15.6^\dagger$	$88.2 \pm 9.6^\dagger$	$83.6 \pm 12.7^* \parallel$	$86.8 \pm 11.44^{\dagger \parallel}$
Posterior VB height (%)	87.3 ± 10.4	$87.1 \pm 9.8^{\S}$	$89.9 \pm 9.0^{\S}$	$88.9 \pm 8.8^{\S \parallel}$	$89.7 \pm 8.6^{\S **}$

Values are given as mean: comparisons by T-test. IBT: Inflatable bone tamp, VB: Vertebral body. $^*p < 0.001$, $^\dagger 0.001 < p < 0.01$, $^\S 0.01 < p < 0.05$, $^\parallel p > 0.05$, $^\S p > 0.05$ for prone position vs. deflation of IBT, $^\dagger p < 0.005$ for preoperative vs. cementing, $**p > 0.05$ for preoperative vs. cementing.

85.0%로 0.8% 증가했으며 ($p=0.72$), 추체 중간부에서는 83.0%에서 83.6%로 0.6% 증가했으나 ($p=0.93$) 모두 통계학적 유의성은 없었다 (Table 1). 골시멘트 누출은 전체 25예 중 9예에서 관찰되었으며 추간관과 전방 및 측방 추체 주위로의 누출은 8예에서 관찰되었고 시멘트의 신경관 누출은 1예에서 관찰되었으나 이로 인한 합병증은 없었다.

풍선 압력 주입기로의 최대 주입 압력은 평균 91 psi, 최종 압력은 64 psi, 풍선 총 주입량은 평균 5.6 cc였으며 총 시멘트 주입량은 평균 5.9 cc였다.

고 찰

골다공성 추체 압박골절로 인한 급성 통증은 수주 이내 소실되나 약 30% 정도에서는 만성통증으로 진행하며⁶⁾, 추체 압박으로 인한 후만변형은 만성 통증과 자세이상을 일으켜 일상생활을 제한할 수 있으며, 폐기능의 저하로 사망률이 증가할 수 있다^{2,5,11,15,19,21,22)}. 또한, 골다공성 추체 압박골절은 장기적으로 추가적인 압박골절의 위험성을 증가시킨다^{7,9,14,18,24)}. Lindsay 등¹⁴⁾은 하나의 압박골절은 추가적인 압박골절의 위험성을 5배 정도 증가시키며, Silverman 등²⁴⁾은 압박골절 후 20% 정도에서 일 년 내 추가적인 신생골절이 발생한다고 하였다. 이러한 추가적인 압박골절의 원인으로는 Myers와 Wilson¹⁷⁾은 골다공성 압박골절은 추체 골소주의 하중-전달력의 감소로 인한다고 하였고, Gaitanis 등⁴⁾은 압박골절로 인한 추체의 후만변형이 주위 추체의 굴곡 모멘트를 증가시켜 발생한다고 하였다. 따라서, 이러한 후유증을 방지하기 위해서는 골다공증성 압박골절의 치료 시 이러한 추체의 후만변형을 최소화하는 것이 중요하다. 그런면에서 풍선 후만성형술은 척추성형술에 비해 장점을 가지고 있다고 보고되어 왔다^{1,4,23)}.

반면, McKiernan 등¹⁶⁾에 의하면 골다공성 추체 압박골절에서 자세에 의한 골절정복만으로 상당한 추체 높이의 회복이 가능하며, 특히 전방 추체 높이는 정상 추체의 70% 이상까지 회복이 되었다고 했다. 그렇지만, 환자를 앙와위 자세로 허리 아래에 베개를 넣어 허리를 신전시킴으로써 골절정복을 얻어, 수술 중에 시행할 수 없는 자세로 임상적 한계가 있었다. 본 연구에서는 환자를 복와위 자세에서 흉골 아래에 베개를 받쳐 허리를 신전시켜 전방과 중간 추체 높이는 각각 10%와 5.1% 정도가 회복되어 압박된 높이의 38%와 23%가 회복되었고 추체의 후만각은 3.14° 가 감소하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

이와 같이 환자 자세만으로도 상당한 골절정복과 변형 교정이 이루어지지만, 풍선 후만성형술 시에는 풍선압력에 의해 추가적인 골절정복이 이루어질 것으로 본 연구에서는 가설을 세웠다. 본 연구의 결과에서는 풍선압력 주입으

로 전방과 중간 추체 높이는 각각 5.9%와 5.2%가 회복되어 압박된 높이의 37%와 30%의 추가적인 회복을 보였고, 추체의 후만각 또한 추가적으로 2° 가 감소하여 통계적으로 유의한 차이를 보였지만, 풍선압력 제거 시에는 전방과 중간 추체 높이 그리고 추체의 후만각 모두 회복이 소실되어, 최초 복와위 시와 비교하여 유의한 차이는 보이지 않았다. 압박골절의 정복과 시멘트 주입에 의한 골절의 안정화가 궁극적인 목적이라면, 급성기에 시행하는 풍선 후만성형술 시 척추성형술에 비해 시멘트 누출의 빈도는 감소하지만^{13,20)} 풍선압력으로 인한 추가적인 골절정복은 큰 의미가 없는 것으로 생각된다. 그러나, 환자의 연령이 비교적 고령인 경우와 골절된 추체가 T12, L1의 흉요추 이행 부위인 경우, 풍선압력 제거 시의 추체 높이 감소를 감안 하더라도 풍선압력 주입에 의해 전방 추체 높이가 상당히 회복되는 경향을 보였다.

본 연구의 제한점으로는, Kim 등⁸⁾에 의하면 수상 8주 이내의 골다공성 압박골절 환자의 90% 이상에서 자세에 의한 정복으로 전방 추체 높이와 후만변형의 상당한 교정을 얻을 수 있다고 보고했듯이, 본 연구에서도 비교적 이른 시기인 수상 후 평균 23일째 수술을 시행하여 자세에 의한 골절 정복의 효과가 충분하게 나타났다고 생각한다. 그 외 대상 환자군의 수가 충분하지 않았고, 본 연구의 결과는 수술 중의 변화만 측정된 것으로 장기적인 추시 관찰 결과가 필요하다고 생각한다.

결 론

골다공성 압박골절에서 풍선 후만성형술 (balloon kyphoplasty) 시행 시 추체의 후만각과 높이는 풍선압력 주입에 의해 회복되나, 풍선압력 제거 시 감소 소견을 보여 최초 복와위 시에 비해 유의한 차이는 보이지 않았다. 따라서, 풍선 후만성형술 시 추체의 후만변형 교정에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 복와위에 따른 골절 정복이라고 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) Belkoff SM, Mathis JM, Fenton DC, Scribner RM, Reiley ME, Talmadge K: An ex vivo biomechanical evaluation of an inflatable bone tamp used in the treatment of compression fracture. *Spine*, **26**: 151-156, 2001.
- 2) Cook DJ, Guyatt GH, Adachi JD: Quality of life issues in women with vertebral fractures due to osteoporosis. *Arthritis Rheum*, **36**: 750-756, 1993.
- 3) Faciszewski T, McKiernan F: Calling all vertebral fractures classification of vertebral compression fractures: a

- consensus for comparison of treatment and outcome. *J Bone Miner Res*, **17**: 185-191, 2002.
- 4) **Gaitanis IN, Carandang G, Phillips FM, et al:** Restoring geometric and loading alignment of the thoracic spine with a vertebral compression fracture: effects of balloon (bone tamp) inflation and spinal extension. *Spine J*, **5**: 45-54, 2005.
 - 5) **Kado DM, Browner WS, Palermo L, Nevitt MC, Genant HK, Cummings SR:** Vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Arch Intern Med*, **159**: 1215-1220, 1999.
 - 6) **Kayanja MM, Ferrara LA, Lieberman IH:** Distribution of anterior cortical shear strain after a thoracic wedge compression fracture. *Spine J*, **4**: 76-87, 2004.
 - 7) **Kim MH, Min SH, Jeon SH:** Risk factors of new compression fractures in adjacent vertebrae after percutaneous vertebroplasty. *J Korean Fracture Soc*, **20**: 260-265, 2007.
 - 8) **Kim YS, Chin DK, Cho YE, Jin BH, Kuh SU:** Percutaneous vertebroplasty: new technique using a postural reduction for acute osteoporotic vertebral compression fracture. *World Spine II Meeting*, August: 10-13, 2003.
 - 9) **Kim YW, Chang HG, Lee KB, Ji YN, Lee YB, Ku JM:** Vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *J Korean Fracture Soc*, **17**: 49-54, 2004.
 - 10) **Kuklo TR, Polly DW, Owens BD, et al:** Measurement of thoracic and lumbar fracture kyphosis: evaluation of intraobserver, interobserver, and technique variability. *Spine*, **26**: 61-65, 2001.
 - 11) **Leidig-Bruckner G, Minne HW, Schlaich C:** Clinical grading of spinal osteoporosis: quality of life components and spinal deformity in women with chronic low back pain and women with vertebral osteoporosis. *J Bone Miner Res*, **12**: 663-675, 1997.
 - 12) **Lieberman IH, Dudeney S, Reinhardt MK, Bell G:** Initial outcome and efficacy of kyphoplasty in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine*, **26**: 1631-1638, 2001.
 - 13) **Lieberman I, Reinhardt MK:** Vertebroplasty and kyphoplasty for osteolytic vertebral collapse. *Clin Orthop Relat Res*, **415(Suppl)**: 176-186, 2003.
 - 14) **Lindsay R, Silverman SL, Cooper C, et al:** Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *JAMA*, **285**: 320-323, 2001.
 - 15) **Lyles KW, Gold DT, Shipp KM, Pieper CF, Martinez S, Mulhausen PL:** Association of osteoporotic vertebral compression fractures with impaired functional status. *Am J Med*, **94**: 595-601, 1993.
 - 16) **McKiernan F, Jensen R, Faciszewski T:** The dynamic mobility of vertebral compression fractures. *J Bone Miner Res*, **18**: 24-29, 2003.
 - 17) **Myers E, Wilson S:** Biomechanics of osteoporosis and vertebral fracture. *Spine*, **22**: S25-31, 1997.
 - 18) **Nevitt MC, Ross PD, Palermo L, Musliner T, Genant HK, Thompson DE:** Association of prevalent vertebral fractures, bone density, and alendronate treatment with incident vertebral fractures: effect of number and spinal location of fractures. The Fracture Intervention Trial Research Group. *Bone*, **25**: 613-619, 1999.
 - 19) **Oleksik A, Lips P, Dawson A, et al:** Health-related quality of life in post-menopausal women with low BMD with or without prevalent vertebral fractures. *J Bone Miner Res*, **15**: 1384-1392, 2000.
 - 20) **Phillips FM, Todd Wetzel F, Lieberman I, Campbell-Hupp M:** An in vivo comparison of the potential for extravertebral cement leak after vertebroplasty and kyphoplasty. *Spine*, **27**: 2173-2178, 2002.
 - 21) **Pluijijm SM, Tromp AM, Smit JH, Deeg DJ, Lips P:** Consequences of vertebral deformities in older men and women. *J Bone Miner Res*, **15**: 1564-1572, 2000.
 - 22) **Schlaich C, Minne HW, Bruckner T, et al:** Reduced pulmonary function in patients with spinal osteoporotic fractures. *Osteoporos Int*, **8**: 261-267, 1998.
 - 23) **Shindle MK, Gardner MJ, Koob J, Bukata S, Cabin JA, Lane JM:** Vertebral height restoration in osteoporotic compression fractures: kyphoplasty balloon tamp is superior to postural correction alone. *Osteoporos Int*, **17**: 1815-1819, 2006.
 - 24) **Silverman SL:** The clinical consequences of vertebral compression fracture. *Bone*, **13(Suppl 2)**: S27-31, 1992.
 - 25) **Voggenreiter G:** Balloon kyphoplasty is effective in deformity correction of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine*, **30**: 2806-2812, 2005.