

경피적 추체 성형술을 시행한 추체에 인접 추체가 미치는 영향

김용찬 · 장호근 · 이기병

한림대학교 의과대학 성심병원 정형외과학교실

목 적: 골다공증성 흉요추부 압박골절로 시행된 경피적 추체 성형술에 대한 인접 상하 추체의 상태가 흉요추부 시상면에 미치는 영향에 대해 분석하고자 한다.

대상 및 방법: 2003년 6월부터 2005년 11월까지 경피적 추체 성형술을 시행한 제12흉추 또는 제1요추 압박골절 61예를 대상으로 하였으며, 제1군은 인접 상하 추체에 진구성 붕괴가 없는 경우, 제2군은 상부 추체에만 진구성 붕괴가 있는 경우, 제3군은 하부 추체에만 진구성 붕괴가 있는 경우로 정하였다. 측정인자로 전방, 중간, 후방 추체 높이, 추체 쐐기각 및 국소 후만각을 비교 분석하였다.

결 과: 제1군의 최종 추시 시 전방 추체 높이의 증가율은 0.41%, 중간 추체 높이의 증가율은 0.31%, 후방 추체 높이의 증가율 0.16%, 추체 쐐기각의 회복률은 1.47%, 국소 후만각의 회복률은 -3.48% 였고, 제2군은 각각 -3.19%, 0.11%, -3.02%, -1.23%, -4.63% 였으며, 제3군은 각각 -2.28%, 4.72%, -1.01%, -2.41%, -13.12%였다. 통계적으로 제3군의 국소 후만각을 제외한 모든 대상에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

결 론: 흉요추부 압박골절에서 시행된 경피적 추체 성형술에 대해서 인접된 진구성 쐐기형 변화를 가진 추체는 국소 시상면에 유의한 영향을 미치지 않는다. 그러나 하부 인접부에 진구성 쐐기형 변화를 가진 추체는 국소 후만각에 유의한 영향을 주는 것으로 확인되었다.

색인 단어: 흉요추부, 압박골절, 경피적 추체 성형술, 국소 시상면

The Effect of Adjacent Vertebral Body on Vertebroplasty for Compression Fracture

Yong-Chan Kim, M.D., Ho-Geun Chang, M.D., Kee-Byung Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Hallym University Sacred Heart Hospital,
School of Medicine, Hallym University, Anyang, Korea

Purpose: To analyze the effect of adjacent vertebral body on local sagittal segment in performing vertebroplasty for thoracolumbar vertebral compression fracture on the terms of radiological results.

Materials and Methods: We experienced 61 cases of T12 and L1 Compression fracture between June 2003 and November 2005. We classified with 3 groups; no collapse of adjacent body, collapse of adjacent upper body, and collapse of adjacent lower body. The measuring factors were anterior, middle, posterior vertebral height, wedge angle and local kyphotic angle.

Results: In group I, Increase rate of anterior, middle, posterior vertebral height and restoration rate of wedge angle, and local kyphotic angle were average of 0.41%, 0.31%, 0.16%, 1.47%, -3.48% respectively. Group II was -3.19%, 0.11%, -3.02%, -1.23%, -4.63%. Group III was -2.28%, 4.72%, -1.01%, -2.41%, -13.12%. There are no significant differences among the groups except local kyphotic angle in Group III statistically.

Conclusion: The previous wedged collapse of adjacent vertebral body do not affect local sagittal segment performed vertebroplasty

통신저자 : 장 호 근

경기도 안양시 동안구 평촌동 896
한림대학교성심병원 정형외과
Tel : 031-380-6000 • Fax : 031-380-6008
E-mail : yckim@hallym.or.kr

Address reprint requests to : Ho-Geun Chang, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Hallym University Sacred Heart
Hospital, 896, Pyeongchon-dong, Dongan-gu, Anyang 431-070, Korea
Tel : 82-31-380-6000 • Fax : 82-31-380-6008
E-mail : yckim@hallym.or.kr

본 논문의 요지는 2006년도 대한정형외과학회 춘계학술대회에서 발표
되었음.

접수: 2009. 11. 26

심사 (수정): 1차 2009. 12. 10, 2차 2010. 1. 2

게재확정: 2010. 1. 12

in the thoracolumbar compression fracture. However the previous wedged collapse of adjacent lower body affect significantly local kyphotic angle.

Key Words: Thoracolumbar, Compression fracture, Vertebroplasty, Local sagittal segment

서 론

골다공증성 추체의 압박 골절의 치료는 일반적으로 안정 및 보조기 등의 보존적 치료를 시행한다. 그러나 이러한 보존적인 치료로 골유합이 될 경우 장기 추시 시 추체 높이의 감소, 후만변형의 증가가 있을 수 있으며 이와 같이 후만각의 점진적인 증가는 보상적인 과전만과 하요배부 동통 발생 및 악화를 일으킬 수 있다는 보고가 있다^{1,8,9,11,12)}. 이러한 이유로 최근 골다공증성 추체 압박골절에 대해 골시멘트를 이용한 경피적 추체 성형술이 현재 널리 시행되고 있으며, 이것의 목적은 즉각적인 통증의 완화와 척추의 안정성을 얻고 부가적으로 추체의 높이와 후만각의 회복 및 유지하는 데 있다고 할 수 있다^{2,5,9,13)}. 또한 추체 성형술 이후 추체 압박 골절의 발생은 인접된 추체에 밀집되어서 나타나는 경향이 있다고 보고하였으며^{9,16,17)}, 추체 성형술 부위와 인접 상하 추체 간의 관계에서 추체의 부하 및 형태에서 의미 있는 변화를 보이는 생역학적 자료들이 보고되고 있다^{3,4,6,19,21)}. 또한 많은 저자들이 경피적 추체 성형술과 풍선을 이용한 추체 성형술에 대한 비교분석 결과를 보고하고 있지만 장기 추시의 결과가 부족하고 특히 굴곡-신전 시 그 외의 부위보다 2.7배 더 높은 축성 압박력이 가해지는 흉요추부에서 이미 존재하는 췌기형의 진구성 압박골절이 인접된 추체의 신선한 추체 골절 치료의 장기 추시 시 시상면에 미치는 영향이 다를 수 있음을 본 저자는 임상에서 확인하였지만 이에 대한 분석은 미미한 상태이다. 따라서 저자들은 이러한 관점에서 해부학적으로 흉요추부는 다른 부위에 비해 상대적으로 인접 추체 간의 상호생역학적인 관계가 매우 밀접하여 장기 추시 시 서로 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각되었고, 이에 추체 성형술을 시행 받은 흉요추부 압박골절의 국소 시상면에 대한 인접 추체의 상태가 미치는 영향에 대해 분석하고자 한다.

대상 및 방법

2003년 6월부터 2005년 11월까지 골다공증에 의한 척추 압박 골절을 치료하기 위하여 경피적 척추 성형술을 시행한 제12흉추 또는 제1요추 골다공증성 압박골절로서 12개월 이상 외래 및 방사선 추시가 가능하였던 61명을 대상으로 관찰하였다. 대상 환자 중 남자가 15명, 여자가 46명이었으며, 대상 환자의 연령 분포는 56~85세였으며, 평균

연령은 73.3세였다. 시술부위는 제12흉추가 29명, 제1요추가 32명이었으며, 추시 시간에 따른 상하 추체의 상태가 척추 성형술부위에 미치는 영향을 알아보기 위하여 제1군은 인접 상하 추체에 진구성 췌기형 변화가 없는 29명, 제2군은 인접 상부 추체에만 진구성 췌기형 변화가 있는 17명, 제3군은 인접 하부 추체에만 진구성 췌기형 변화가 있는 13명, 제4군은 인접 상하부 추체 모두에 진구성 췌기형 변화가 있는 2명을 대상으로 나누어 평가하였다. 그러나 제4군은 대상의 수가 너무 적어 분석에서 제외하였다. 또한 각 군의 BMD상 평균 T-score는 제1군은 -2.7 ± 0.7 , 제2군은 -2.5 ± 0.6 , 제3군은 -2.8 ± 0.4 이었고 각 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다 ($p < 0.05$).

시술 전 단순 방사선 검사 및 골주사 검사, 자기 공명 영상 검사 (T2 지방 억제 영상 포함)를 시행하였고, 골주사 검사를 통해서 병소의 진행성 여부를 확인하였으며, 자기 공명 영상의 T2 지방 억제 영상에서 압박 골절된 부위를 확인 후 결정하였다.

경피적 추체 성형술은 복와위로 방사선 투과가 가능한 수술대에 눕히고 영상 증폭 장치하에 시멘트를 삽입하기로 한 골절 부위를 찾았다. 국소 마취하에 골절 부위의 척추

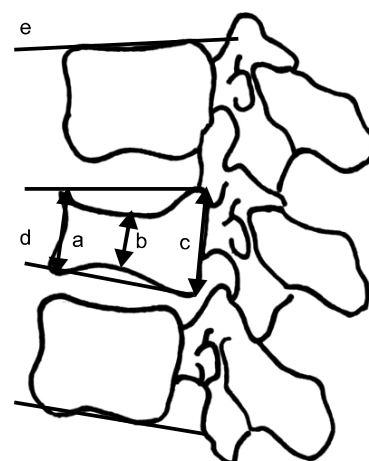


Fig. 1. Diagram showing the measurements made on the sagittal segments. a: anterior vertebral height, b: middle vertebral height, c: posterior vertebral height, d: wedge angle, e: local kyphotic angle.

정을 통하여 11-gauge bone marrow biopsy needle을 추체의 전방 1/3 지점까지 삽입하였다. 골시멘트를 주입하기 직전에 조영제를 혼합하여 시멘트의 누출을 방지하고자 치약과 유사한 점도가 되었을 때 주입기를 통하여 척추체 내로 주입하였으며, 주입 중에 누출 여부를 영상 증폭 장치로 지속적으로 확인하였다. 시술 후 약 30분 정도 복외위 자세를 유지하였으며, 추가적으로 30분 동안 앙아위 자세로 돌려 유지한 뒤 보행을 허락하였다. 전례에서 수술 전, 수술 직후, 최종 추시에 단순방사선사진을 촬영하였고, 각 각에서 전방추체 높이, 중간추체 높이, 후방추체 높이, 추체 췌기각 및 국소후만각을 측정하였다. 모든 측정은 PACS imaging system을 이용하여 시행되었다. 전방추체높이는 추체의 가장 전연의 상하부 꼭지점, 중간 추체높이는 추체의 정중앙의 상하부 꼭지점, 후방추체높이는 추체 가장 후연의 상하부꼭지점을 연결하는 선으로 측정하였으며, 추체 췌기각은 추체 후방의 높이에 대한 추체 전방의 높이의 백분율로 정하였고, 국소 후만각은 압박된 추체의 상부 추체의 상연과 하부 추체의 하연이 이루는 각을 Cobb 방법으로 측정하였다 (Fig. 1). 모든 측정은 3명의 다른 측정자가 각각 3번씩 독립적으로 측정하였으며, 결과에 대한 통계분석은 3인의 측정자에 의해 측정된 평균값을 이용하여, 각 환자별 Paired t-test (SPSS 8.0 for Windows)로 수술 전후의 유의성을 분석하였으며, 각 군에 따른 비교는 Independent t-test를 이용하였다. 또한 측정자 간 및 측정자 내에서의 신뢰도는 ANOVA test를 이용하여 검증하였다.

결 과

전방추체 높이는 제1군에서 술 전 19.48 mm, 수술 직후

21.03 mm 및 최종 추시 시 19.56 mm로 최종 추시 시 증가율은 0.41% ($p=0.839$), 제2군에서 술 전 17.86 mm, 수술 직후 21.04 mm 및 최종 추시 시 17.29 mm로 최종 추시 시 증가율은 -3.19% ($p=0.128$), 제3군에서 술 전 16.61 mm, 수술 직후 19.74 mm 및 최종 추시 시 16.23 mm로 최종 추시 시 증가율은 -2.28 ($p=0.269$)로 모든 군에서 수술 전과 유의한 차이가 없었으며, 각 군 간에도 유의한 차이가 없었다 ($p>0.05$) (Table 1). 중간 추체 높이는 제1군에서 술 전 19.08 mm, 수술 직후 20.36 mm 및 최종 추시 시 19.14 mm로 최종 추시 시 증가율은 0.31% ($p=0.794$), 제2군에서 술 전 16.74 mm, 수술 직후 19.27 mm 및 최종 추시 시 16.76 mm로 최종 추시 시 증가율은 0.11% ($p=0.811$), 제3군에서 술 전 15.24 mm, 수술 직후 17.94 mm 및 최종 추시 시 15.95 mm로 최종 추시 시 증가율은 4.72 ($p=0.578$)로 모든 군에서 수술 전과 유의한 차이가 없었으며, 각 군 간에도 유의한 차이가 없었다 ($p>0.05$) (Table 2). 후방추체 높이는 제1군에서 술 전 23.53 mm, 수술 직후 23.64 mm 및 최종 추시 시 23.57 mm로 최종 추시 시 증가율은 0.16% ($p=0.847$), 제2군에서 술 전 21.48 mm, 수술 직후 22.09 mm 및 최종 추시 시 20.83 mm로 최종 추시 시 증가율은 -3.02% ($p=0.342$), 제3군에서 술 전 19.65 mm, 수술 직후 19.69 mm 및 최종 추시 시 19.45 mm로 최종 추시 시 증가율은 -1.01 ($p=0.129$)이었고, 모든 군에서 수술 전과 유의한 차이가 없었으며, 각 군 간에도 유의한 차이가 없었다 ($p>0.05$) (Table 3). 추체 췌기각은 제1군에서 술 전 12.91도, 수술 직후 12.09도 및 최종 추시 시 12.72도로 최종 추시 시 회복률은 1.47% ($p=0.239$), 제2군에서 술 전 11.39도, 수술 직후 9.39도 및 최종 추시 시 11.53도로 최종 추시 시 회

Table 1. Changes over time in anterior vertebral body height (mm), Increase rate (%)

| | Pre-op | | Post-op | | Last F/U | | |
|-----------|--------|-------|------------|---------|----------|------------|---------|
| | mm | mm | % increase | p-value | mm | % increase | p-value |
| Group I | 19.48 | 21.03 | 7.95 | 0.032 | 19.56 | 0.41 | 0.839 |
| Group II | 17.86 | 21.04 | 17.8 | 0.003 | 17.29 | -3.19 | 0.128 |
| Group III | 16.61 | 19.74 | 17.21 | 0.003 | 16.23 | -2.28 | 0.269 |

Table 2. Changes over time in middle vertebral body height (mm), increase rate (%)

| | Pre-op | | Post-op | | Last F/U | | |
|-----------|--------|-------|------------|---------|----------|------------|---------|
| | mm | mm | % increase | p-value | mm | % increase | p-value |
| Group I | 19.08 | 20.36 | 6.70 | 0.029 | 19.14 | 0.31 | 0.794 |
| Group II | 16.74 | 19.27 | 15.11 | 0.004 | 16.76 | 0.11 | 0.811 |
| Group III | 15.24 | 17.94 | 17.71 | 0.003 | 15.95 | 4.72 | 0.578 |

Table 3. Changes over time in posterior vertebral body height (mm), increase rate (%)

| | Pre-op | Post-op | | | Last F/U | | |
|-----------|--------|---------|------------|---------|----------|------------|---------|
| | mm | mm | % increase | p-value | mm | % increase | p-value |
| Group I | 23.53 | 23.64 | 0.46 | 0.712 | 23.57 | 0.16 | 0.847 |
| Group II | 21.48 | 22.09 | 2.83 | 0.614 | 20.83 | -3.02 | 0.342 |
| Group III | 19.65 | 19.69 | 0.20 | 0.824 | 19.45 | -1.01 | 0.129 |

Table 4. Changes over time in local kyphotic angle, restoration rate (%)

| | Pre-op | Post-op | | | Last F/U | | |
|-----------|--------|---------|---------------|---------|----------|---------------|---------|
| | ° | ° | % restoration | p-value | ° | % restoration | p-value |
| Group I | 12.91 | 12.09 | 6.32 | 0.021 | 12.72 | 1.47 | 0.239 |
| Group II | 11.39 | 9.39 | 17.51 | 0.007 | 11.53 | -1.23 | 0.312 |
| Group III | 8.27 | 6.72 | 18.72 | 0.009 | 8.47 | -2.41 | 0.437 |

Table 5. Changes over time in wedge angle, restoration rate (%)

| | Pre-op | Post-op | | | Last F/U | | |
|-----------|--------|---------|---------------|---------|----------|---------------|---------|
| | ° | ° | % restoration | p-value | ° | % restoration | p-value |
| Group I | 11.49 | 11.46 | 0.26 | 0.823 | 11.89 | -3.48 | 0.351 |
| Group II | 11.44 | 10.04 | 12.23 | 0.025 | 11.97 | -4.63 | 0.248 |
| Group III | 14.10 | 12.04 | 14.60 | 0.021 | 15.95 | -13.12 | 0.012 |

복률은 -1.23% ($p=0.312$), 제3군에서 술 전 8.27도, 수술 직후 6.72도 및 최종 추시 시 8.47도로 최종 추시 시 회복률은 -2.41 ($p=0.437$)로 모든 군에서 수술 전과 유의한 차이가 없었으며, 각 군 간에도 유의한 차이가 없었다 ($p>0.05$) (Table 4). 국소 후만각은 제1군에서 술 전 11.49도, 수술 직후 11.46도 및 최종 추시 시 11.89도로 최종 추시 시 회복률은 -3.48% ($p=0.351$), 제2군에서 술 전 11.44도, 수술 직후 10.04도 및 최종 추시 시 11.97도로 최종 추시 시 회복률은 -4.63% ($p=0.248$), 제3군에서 술 전 14.10도, 수술 직후 12.04도 및 최종 추시 시 15.95도로 최종 추시 시 회복률은 -13.12 ($p=0.012$)로 제1군과 제2군은 수술 전과 유의한 차이가 없었으나 ($p>0.05$), 제3군에서는 오히려 수술 직후 얻었던 회복률이 오히려 유의하게 소실되었으며, 각 군 간에도 제3군은 제1군과 제2군 각각에서 유의한 차이가 있었다 ($p<0.05$) (Table 5, Fig. 1~3). 각 측정자 간 및 측정자 내에서의 측정치 각각에 대한 신뢰도에서 측정자 간의 비교는 최소치가 $p=0.749$, 최대치가 $p=1.000$ 이었으며, 측정자 내에서의 비교는 최소치가 $p=0.810$, 최대치가 $p=0.997$ 로 유의확률이 모두 0.7 이상으로 유의한 신뢰성을 보였다.

고 찰

Diamond 등¹⁰⁾은 골다공증성 추체 골절의 치료로 보존적인 치료와 경피적 추체성형술의 임상적 추시 결과 상 유의한 차이가 없다고 보고하였다. 그러나 보존적인 치료의 장기 추시 시 빈번히 발생하는 추체 높이의 감소와 후만변형의 증가는 인접분절에 영향을 준다고 꾸준히 제기되고 있고, 이것의 해결 방안으로 골시멘트 주입을 통한 경피적 추체 성형술과 추가적으로 풍선을 이용한 추체 성형술이 최근 널리 시행되고 있다^{7,20)}. 술 전에 비해 추체 높이의 복원과 후만 변형의 감소에서 Hiwatashi 등¹⁵⁾은 전방, 중간 및 후방추체 높이 모두에서 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 그러한 이유로 경피적 추체 성형술은 풍선 성형술과 같이 물리적인 추체 높이의 복원 작업을 하지는 않지만 2주 전의 급성 골절로 골절의 상태가 유연하여 수술 시행 시 복와위의 자세로 인한 정복과 일정한 압력하에 높은 점도의 골시멘트의 주입이 원인이었다고 설명하고 있다.

술 전과 비교한 회복률의 비교분석에서 Na 등²⁰⁾은 경피적 추체 성형술 시 수술 직후 전방 및 중간 추체높이의 증가율은 각각 27.62%, 30.26%였으며, 최종 추시 시 소실률

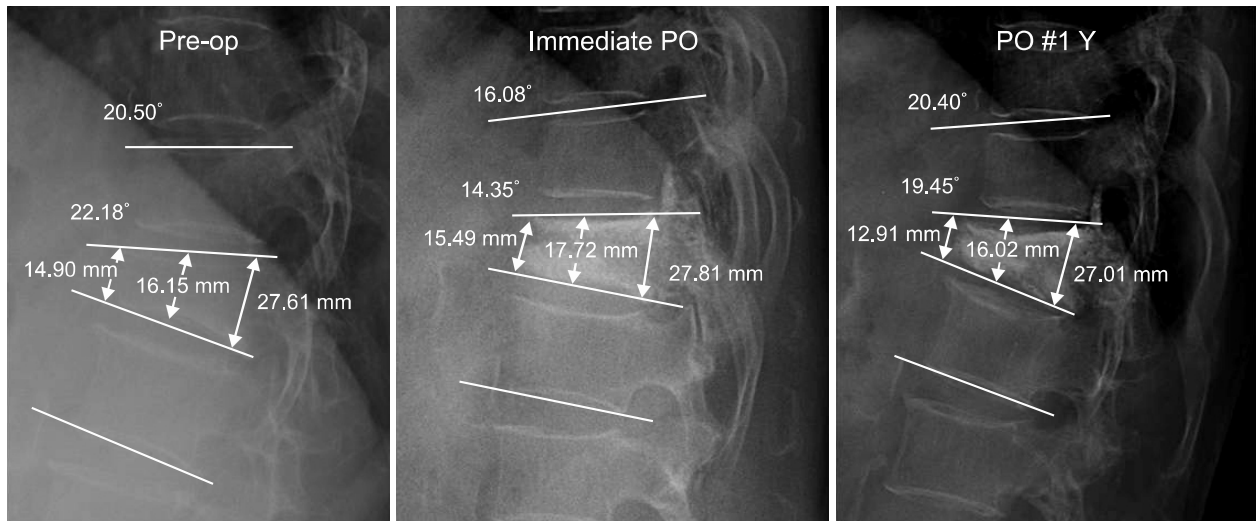


Fig. 2. A 76-year-old woman with compression fracture T12 (Group I). There is no significant difference between all measuring factors.

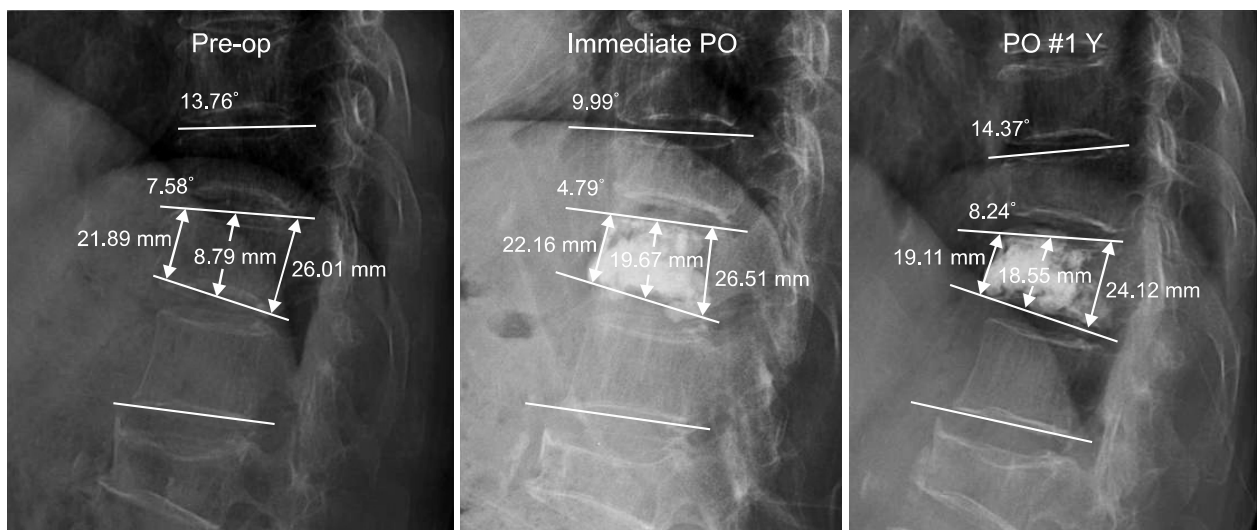


Fig. 3. A 74-year-old woman with compression fracture T12 (Group II). There is no significant difference between all measuring factors.

은 각각 1.19%, 0.9%였고, 풍선추체 성형술 시 수술 직후 전방 및 중간 추체높이의 증가율은 각각 35.52%, 53.43%였으며, 최종 추시 시 소실률은 각각 0.5%, 0.47%로 중간 추체 높이의 증가율은 풍선 추체 성형술을 시행한 군에서 유의하게 높았으나 전방 추체 높이는 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. Garfin 등¹⁴⁾의 보고에 따르면 풍선 추체 성형술 후 전방, 중간 및 후방 추체 높이의 증가율은 각각 16%, 16%, 14%라고 하였으며, Teng 등²²⁾은 경피적 추체 성형술 후 높이의 증가율이 각각 17%, 15%, 7%라고 하였

다. 이러한 결과의 차이는 적응대상의 차이라고 저자들은 생각한다. 이외에도 Kim 등¹⁸⁾은 경피적 추체 성형술 직후에는 매우 우수한 동통 경감을 보였지만 1년 이상의 추시 결과는 우수하지 않으며, 특히 흉요추 이행부의 수술 시에는 재골절이나 인접추체의 골절 발생 가능성에 유의해야 한다고 하였다. 저자들의 결과에서 전방 및 중간 추체 높이와 췌기각은 수술 직후에는 유의한 차이가 있었으나 최종 추시 시 유의한 차이가 없었는데 이것은 일시적으로 회복된 추체의 높이는 골시멘트의 주입이 덩어리가 아닌 골

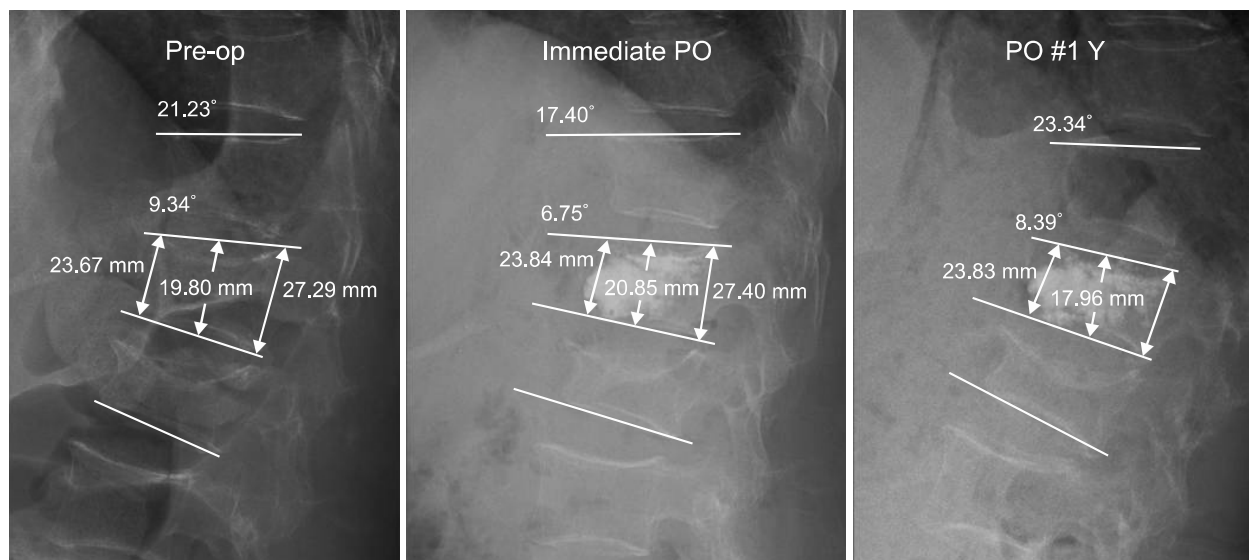


Fig. 4. A 69-year-old woman with compression fracture L1(Group III). There is no significant difference between all measuring factors except local kyphotic angle.

절 사이를 확산되어 주입되었으며, 종판의 높이가 증가할 때 대칭적으로 올라가지 않아 시멘트 자체의 미세골절과 골자체의 붕괴가 원인인 것으로 생각되며, 각 군 간의 유의한 차이가 없는 이유는 골과 추간판의 역학적 성향, 추간판의 퇴행정도 등 주변 연부조직 등에 의해 보상된 것으로 추정되지만 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다. 후방추체 높이는 골절이 대부분 전방추체의 붕괴에 의해 발생함으로 술 전후 및 각 군 간에 유의한 차이가 없는 것으로 분석되고, 국소 후만각의 결과에서 수술 직후 얻었던 회복률이 최종 추시 시 제3군에서만 인접하부추체의 추가적인 골절이 없이 유의하게 감소, 즉 오히려 국소 후만각이 유의하게 증가한 이유로는 인접하부추체는 제1요추 또는 제2요추로 비교적 주변 연부조직에 의해 영향을 더욱 받을 수 있는 부위이고, 인접상부추체는 제11흉추 또는 제12흉추로 늑골에 의해 고정되어 있어 상대적으로 인접하부추체에 비해 주변 연부조직에 의해 영향을 받지 않았을 것으로 생각되며, 또한 상부인접추체의 모양보다는 하부인접추체의 모양이 생역학적으로 인접한 추체에 축성압박을 더 가할 수 있는 것으로 추정된다. 이러한 결과는 임상적으로 흉요추부의 압박골절의 수술적 치료 시 진구성 췌기형 변화가 인접하부추체에 있는 경우는 다른 경우에 비하여 풍선을 이용한 추체성형술로 좀더 분명한 추체의 술 전 붕괴의 회복이 필요할 수도 있을 것으로 생각되지만 이에 대한 추가적인 분석이 필요할 것으로 생각된다. 또한 후만각의 회복률이 췌기각에 비해 적었던 이유로는 후만각은 추체의 췌기각 정도에 의해서도 영향을 받

지만 이외에 인접 추간판 및 인대 등 연부조직에 의해서도 영향을 받기 때문인 것으로 생각된다. Hiwatashi 등¹⁵⁾은 풍선 추체 성형술 시 풍선으로 확보되는 단일 공간에 시멘트를 주입하는 것보다 골절 사이에 확산되어 주입되는 것이 골절부위를 안정화시키는 데 효과적이고, 인접부위의 운동성을 유지하는 데 효과적이라고 주장하였다. 따라서 흉요추 이행부에 발생된 압박골절의 치료에 있어 인접부위에 진구성 췌기형 변화를 가진 추체가 있는 경우에는 풍선을 이용한 추체 성형술이 국소 시상면의 장기 추시결과에 미치는 영향 등의 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

결론

흉요추부 압박골절에서 시행된 경피적 추체 성형술에 대해서 인접된 진구성 췌기형 변화를 가진 추체는 국소 시상면에 유의한 영향을 미치지 않는다. 그러나 하부 인접부에 진구성 췌기형 변화를 가진 추체는 국소 후만각에 유의한 영향을 주는 것으로 확인되어 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

참고문헌

- 1) Alvarez L, Pérez-Higueras A, Quíñones D, Calvo E, Rossi RE: Vertebroplasty in the treatment of vertebral tumors: postprocedural outcome and quality of life. *Eur Spine J*, 12: 356-360, 2003.

- 2) **Baráth K, Martin JB, Fasel HJ, et al:** Percutaneous vertebroplasty: method indications, results. *Orv Hetil*, **143**: 2469-2477, 2002.
- 3) **Baroud G, Heini P, Nemes J, Bohner M, Ferguson S, Steffen T:** Biomechanical explanation of adjacent fractures following vertebroplasty. *Radiology*, **229**: 606-607, 2003.
- 4) **Baroud G, Nemes J, Heini P, Steffen T:** Load shift of the intervertebral disc after a vertebroplasty: a finite-element study. *Eur Spine J*, **12**: 421-426, 2003.
- 5) **Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, McCann RM:** Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine*, **25**: 923-928, 2000.
- 6) **Berlemann U, Ferguson SJ, Nolte LP, Heini PF:** Adjacent vertebral failure after vertebroplasty. A biomechanical investigation. *J Bone Joint Surg Br*, **84**: 748-752, 2002.
- 7) **Cho YS, Cho SD, Kim BS, Park TW, Lew SU, Cho SH:** Percutaneous vertebroplasty on osteoporotic compressive fracture. *J Korean Orthop Assoc*, **37**: 13-18, 2002.
- 8) **Cotten A, Dewatre F, Cortet 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*, **200**: 525-530, 1996.
- 9) **Deramond H, Depriester C, Galibert P, Le Gars D:** Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. Technique, indications, and results. *Radiol Clin North Am*, **36**: 533-546, 1998.
- 10) **Diamond TH, Champion B, Clark WA:** Management of acute osteoporotic vertebral fractures: a nonrandomized trial comparing percutaneous vertebroplasty with conservative therapy. *Am J Med*, **114**: 257-265, 2003.
- 11) **Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D:** Note préliminaire sur le traitement des angiomes vertébraux par vertébroplastie acrylique percutanée. *Neurochirurgie*, **33**: 166-168, 1987.
- 12) **Galibert P, Déramond H:** Percutaneous acrylic vertebroplasty as a treatment of vertebral angioma as well as painful and debilitating diseases. *Chirurgie*, **116**: 326-334, 1990.
- 13) **Gangi A, Guth S, Imbert JP, Marin H, Dietmann JL:** Percutaneous vertebroplasty: indications, technique, and results. *Radiographics*, **23**: e10, 2003.
- 14) **Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA:** New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*, **26**: 1511-1515, 2001.
- 15) **Hiwatashi A, Moritani T, Numaguchi Y, Westesson PL:** Increase in vertebral body height after vertebroplasty. *AJNR Am J Neuroradiol*, **23**: 185-189, 2003.
- 16) **Kaplan FS, Scherl JD, Wisneski R, Cheattle M, Haddad JG:** The cluster phenomenon in patients who have multiple vertebral compression fractures. *Clin Orthop*, **297**: 161-167, 1993.
- 17) **Kim MH, Min SH, Jeon SH:** Risk factors of new compression fractures in adjacent vertebra after percutaneous vertebroplasty. *J Korean Fracture Soc*, **20**: 260-265, 2007.
- 18) **Kim WJ, Yeom JS, Kang JW, et al:** Percutaneous vertebroplasty: short-term results of 38 cases. *J Korean Orthop Assoc*, **37**: 471-477, 2002.
- 19) **Kim YW:** Percutaneous vertebral augmentation for osteoporotic vertebral compression fractures. *J Korean Fracture Soc*, **22**: 218-223, 2009.
- 20) **Na HY, Cho HW, Kim SK, Lee SY:** Comparison of outcome between percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty for osteoporotic painful vertebral compression fracture. *J Korean Soc Spine Surg*, **10**: 127-136, 2003.
- 21) **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.
- 22) **Teng MM, Wei CJ, Wei LC:** Kyphosis correction and height restoration effects of percutaneous vertebroplasty. *AJNR Am J Neuroradiol*, **24**: 1893-1900, 2003.