



Survival Rate and Risk Factor Analysis in Patients Who Experience a New Fracture after Kyphoplasty

Jung-Hoon Kim, M.D., Dong-Hyok Kim, M.D.

J Korean Soc Spine Surg 2018 Sep;25(3):99-107.

Originally published online September 30, 2018;

<https://doi.org/10.4184/jkss.2018.25.3.99>

Korean Society of Spine Surgery

Asan Medical Center 88, Olympic-ro 43 Gil, Songpa-gu, Seoul, 05505, Korea

Tel: +82-2-483-3413 Fax: +82-2-483-3414

©Copyright 2017 Korean Society of Spine Surgery

pISSN 2093-4378 eISSN 2093-4386

The online version of this article, along with updated information and services, is located on the World Wide Web at:

<http://www.krspine.org/DOIx.php?id=10.4184/jkss.2018.25.3.99>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Survival Rate and Risk Factor Analysis in Patients Who Experience a New Fracture after Kyphoplasty

Jung-Hoon Kim, M.D., Dong-Hyok Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Ilsan Paik Hospital, Goyang, Korea

Study Design: Retrospective study.

Objectives: To evaluate the factors related to the incidence of a new fracture in an adjacent vertebra after kyphoplasty for single vertebral body fracture due to osteoporosis and to assess the impact of such factors on patients' survival rate.

Summary of Literature Review: It is controversial whether fracture of an adjacent vertebra after kyphoplasty is due to the natural course of osteoporosis or as a complication of kyphoplasty.

Materials and Methods: From December 2006 to December 2016, among 490 cases of kyphoplasty for single vertebral body fracture due to osteoporosis, 153 cases were analyzed retrospectively. The survival rate was analyzed based on age, gender, body mass index (BMI), fracture level, leakage of cement, amount of cement, compression rate, recovery rate, bone density, osteoporotic medication rate and compliance, existence of a compression fracture, hypertension, diabetes, and smoking habit. The average follow-up duration was 15.1 months (range, 1 month to 8 years and 8 months) and the mean age was 74.4 years (range, 54-93 years).

Results: A new fracture in an adjacent vertebral body occurred in 27 cases (17.3%). The 1-year survival rate was 82.6%, the 2-year survival rate was 72.5%, and the 6-year survival rate was 53.7%. The survival rate was significantly higher in patients younger than 75 years ($p=0.0495$). The survival rate was also significantly higher in patients with a preoperative vertebral bone density greater than -3.7 and hip bone density greater than -2.2 ($p<0.0001$, $p=0.0114$). The survival rate was significantly higher in patients with a BMI greater than 18.1 kg/m² at the time of surgery ($p=0.0014$). Furthermore, the survival rate was significantly higher in patients with a postoperative recovery of vertebral height of 14% or less ($p=0.0031$). In addition, the survival rate was higher in patients without a compression fracture before surgery ($p=0.0297$). In multiple factor analysis, vertebral bone density ($p=0.0049$) and age ($p=0.0408$) were identified as statistically significant factors.

Conclusions: The survival rate was significantly lower at 1, 2, and 6 years in patients with an adjacent vertebral fracture. The most crucial factors affecting the survival rate were age and vertebral bone density.

Key Words: Osteoporosis, Vertebral compression fracture, Kyphoplasty, Survival rate analysis

서론

고령화 사회로의 진입으로 골다공증성 추체 압박골절이 증가함에 따라¹⁾ 이에 대한 보존적 치료로 침상 안정, 약물에 의한 통증 조절, 보조기 착용 등을 시행 하지만 골량 감소 및 보조기 착용의 어려움 등의 단점^{2,3)}이 발생할 수 있다. Tosteson 등⁴⁾의 연구에서는 척추 압박 골절 후 삶의 질이 1년 뒤에는 20%, 2년 뒤는 15% 감소한다고 보고하고 있고, Melton 등⁵⁾의 연구에서도 추체 압박 골절 환자에서 30%의 사망률 증가를 보고하고 있어 이에 대한 적극적인 치료로 근래에는 추체 성형술이 개발되어 시행되어 지고 있는데 추체 성형술 후에는 골절부 안정성 증가, 동통의 감소 및 조기 거동에 있어 괄목할 만한 치료 효과가 보고 되고 있어 시술의 빈도 또한 증가하고 있는 추세이다.^{6,7)}

하지만 경피적 추체 성형술은 통증의 호전 및 추체의 안정성

이라는 점에서 효과적인 치료 방법으로 고려되고 있으나 골절의 정복이나 추체 높이의 회복의 효과는 미약하다는 단점도 가지고 있다. 또한 시술 빈도가 증가함에 따라 추체 성형술의 합병증도 발생하는데 이는 골 시멘트의 강제적 주입에 의한 추체

Received: February 15, 2018

Revised: April 19, 2018

Accepted: July 10, 2018

Published Online: September 30, 2018

Corresponding author: Jung-Hoon Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, #170, Juhwaro, Ilsanseo-gu, Goyang, Gyeonggi-do, Korea

ORCID ID: Jung-Hoon Kim: <https://orcid.org/0000-0002-9997-0263>

Dong-Hyok Kim: <https://orcid.org/0000-0002-6181-808X>

TEL: +82-31-910-7968, **FAX:** +82-31-910-7967

E-mail: jhkim@paik.ac.kr

외, 척수강 내 및 혈관 내로의 시멘트 유출, 이로 인한 신경 마비, 폐 색전 및 감염, 출혈 및 기흉 등이 발생할 수 있다.^{8,9)}

이런 추체 성형술의 단점 및 시멘트 유출로 인한 합병증을 피하기 위해서 풍선 추체 성형술이 개발되었으며 이는 추체 내 공동을 형성하여 골절 정복을 시도할 수 있고 척추 후만증을 교정하고 추체 높이를 회복하는 효과가 있으며 추체 성형술 보다 상대적으로 낮은 압력으로 시멘트를 주입하므로 추체 외로의 시멘트 유출 가능성도 추체 성형술 보다 낮출 수 있다는 보고들이 있어 몇몇 술자들에서는 선호되어 시행되어지고 있다.^{10,11)}

하지만 Liebschner 등¹²⁾의 연구 및 여러 다른 연구에서는 추체 회복율이 높을수록 인접 추체 골절을 발생 시킬 수 있다는 것을 보여주고 있으며 이는 추체 성형술과 비교하여 추체 높이를 더 회복시킬 수 있는 풍선 추체 성형술이 시술 자체로 인접 추체 골절의 위험 요인이 될 수 있다는 것을 의미한다. 이에 저자들은 단일 척추체에 골다공증성 압박골절로 경피적 풍선 추체 성형술을 시행한 후 인접 척추체에 발생된 새로운 골절에 따른 생존율을 분석하고 그에 관여하는 요인을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2006년 12월부터 2016년 12월까지 본 교실에서 골다공증으로 인한 단일 척추체 압박골절에 대해 경피적 척추체 풍선 성형술을 시행 받은 총 490예 중 추적 가능했던 153예를 대상으로 후향적으로 분석하여 인접 척추체에 새로운 골절 발생에 대한 생존분석을 시행하였다. 경미한 충격이나 반복적인 일상 생활 등에서 골절이 발생하는 골다공증으로 인한 압박 골절 환자에서 골주사 검사나 자기공명영상 검사를 통해 급성 압박 골절 환자 중에서 단일 압박 골절 환자를 대상으로 하였으며 감염이나 종양등의 이차성 질환이 있는 환자들은 제외하였다. 시술시 나이, 성별, 체질량 지수, 추간판 내로의 시멘트 유출, 시술 시 주입된 시멘트 양, 시술 전 압박율, 시술 후 추체 높이 회복율, 술 전 골밀도, 술 후 골다공증 약물 복용 여부 및 순응도, 고혈압, 당뇨 및 흡연 여부 등에 따른 단일 인자 및 다중 인자 생존 분석을 시행하였다.

추시 기간(생존 기간)은 평균 15.1개월(1개월~8년 8개월)로 마지막 방문했을 시까지의 기간, 또는 인접 분절에 새로운 골절이 발생할 때까지의 기간으로 하였으며 1년 이상 추시는 118예, 2년 이상 29예, 5년 이상은 6예였다. 시술 시 평균나이는 74.4세(54~93세)였으며 남자는 35명이었고 여자는 118명이었고 풍선 추체 성형술을 시행하였던 부위는 제 1요추가 51명(33.3%), 제 12흉추가 40명(26.1%), 제 2요추가 17명(11.1%),

제 11흉추가 11명(7.2%), 제 3요추가 11명(7.2%), 제 8흉추가 7명(4.6%), 제 9흉추가 3명(2.0%), 제 4요추가 4명(2.6%), 기타부위가 9명(5.9%)으로 제 1요추와 제 12흉추의 흉요추부 전체의 59.5%였다. 환자들의 평균 체질량 지수는 22.6(13.6~33.3)이었고 평균 척추 골밀도 수치는 -2.1(+0.7~-4.9)이었으며 평균 고관절 골밀도 수치는 -2.7(+0.5~-5.1)이었다. 흡연자는 13명, 비흡연자는 140명이었고 당뇨가 있었던 환자는 28명, 없었던 환자는 125명이었으며 고혈압이 있었던 환자는 89명, 없었던 환자는 64명이었다(Table 1).

2. 연구 방법

수술 당시 나이, 수술 당시 체질량 지수, 술 전 척추 골밀도, 술 전 고관절 골밀도, 술 전 전방 추체 압박률 및 술 후 추체 높이 회복율은 ROC (receive operating characteristic) 곡선을 근거하여 기준을 정하여 분석하였다. 수술 당시 나이는 75세를 기준으로 하였고(75세 초과 70명, 75세 이하 83명) 수술 당시 체질량 지수는 18.1을 기준으로 하였으며(18.1 초과 46명, 18.1 이하 107명) 술 전 척추 골밀도는 -3.7을 기준으로 하였고(-3.7 초과 136명, -3.7 이하 17명) 술 전 고관절 골밀도는 -2.2를 기준으로 하였으며(-2.2 초과 46명, -2.2 이하 107명) 시술 시 주입된 시멘트 양은 4cc를 기준으로 하였고(4cc 초과 70명, 4cc 이하 83명) 술 전 전방 추체 압박율은 22.9% (22.9% 초과 117명, 22.9% 이하 36명)를 기준으로 하였다. 또한, 술 후 추체 높이 회복율은 수술 전 단순 방사선 사진에서 측정된 추체 전방 높이와 수술 후 단순 방사선 사진에서 측정된 추체 전방 높이의 차이를 백분율로 나타냈으며 14%(14% 초과 30명, 14% 이하

Table 1. Demographic and clinical data obtained in patients

Parameter	Value
No. patient	153
Gender (M:F)	35:118
Mean age	74.4(54~93)
Mean BMI	22.6(13.6~33.3)
Mean BMD	Spine -2.1(-4.9~0.7) Hip -2.7(-5.1~-0.5)
HTN	89
DM	28
Smoking	13
Follow up period(months)	15.2

M: Male, F: Female, BMI: Body mass index, BMD: Bone mineral density, HTN: Hypertension, DM: Diabete.

Table 2. ROC (receive operating characteristic) curves

Parameter	Criterion	Sensitivity	Specificity
Age	>75	56.0	57.5
Hip BMD	≤2.2	92.6	34.9
Spine BMD	≤-3.7	29.6	94.4
BMI	≤18.0802	33.3	95.2
Cement amount	>4	59.3	57.1
Compression rate	≤22.9071	37.0	78.6
Reductino rate	>14	37.0	84.1

123명)를 기준으로 구분하였고 시술 부위는 제 12흉추 와 제 1 요추의 흉요추 부위와 이외의 부위를 나누어 구분하여 분석하였다(Table 2).

골다공증 약물 복용율과 순응도(compliance)를 알아보았는데, 약물 복용율은 MPR (medication possession rate)을 아래와 같이 계산하여 50% 미만인 경우 복용하지 않은 것으로, 50% 이상인 경우는 복용한 것으로 정의하였다.

$$\text{MPR (Medication possession rate)} = \frac{1\text{년 중 처방 받은 약의 일수} \times 100}{365}$$

그리고 순응도(compliance)는 MPR 80%를 기준으로 80% 미만인 경우에는 나쁜 순응도(poor compliance)를, 80% 이상인 경우 좋은 순응도(good compliance)를 가진 것으로 판단하여 분석하였다.

통계적 처리는 MedCalc version 14.8.1 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgium)를 이용하여 생존율은 Kaplan-Meier법으로 분석하였고, 새롭게 발생한 척추 골절에 대한 위험 인자를 찾기 위해 앞에서 언급한 여러 인자들로 단일인자 및 다중인자 분석을 시행하였으며 단일 인자 분석은 Log-rank법을 이용하였고, 다중인자분석은 Cox proportional hazard regression법을 이용하였다. P값이 0.05보다 작은 경우에 유의한 것으로 판단하였다.

IRB FILE No: 2018-03-008.

결과

연구대상 총 156예 중 풍선 추체 성형술 시행 후 인접 분절에 새로운 골절이 발생한 예는 27예(17.3%) 였으며 그 중 근위부 인접 분절에 골절이 발생한 경우는 14예(52%)였고, 원위부 인접 분절에 골절이 발생하였던 경우는 13예(48%)였고(Table 3) 인접 분절에 새로운 골절 발생 시까지 평균 기간은 11개월(1~

Table 3. New fracture at adjacent vertebra

Kyphoplasty level	Number of new fracture	Proximal djacent new fracture	Distal adjacent new fracture
T8	2	1	1
T9	1	1	
T10			
T11	3	1	2
T12	8	2	6
L1	7	4	3
L2	2	2	
L3	4	3	1
Total	27/156 (17.3%)	14 (52%)	13 (48%)

Table 4. Result

Parameter	Value
Postop. Adjacent fx. rate	27
	Proximal 14
	Distal 13
Preop. Compression fx.	46
Cement leakage	Proximal 40
	Distal 11
	Proximal&distal 2
Average amount of cement(cc)	4.4
Average preop. compression rate(%)	35.3
Average postop. reduction rate(%)	9.0

71개월)이었다. 기존에 골다공증성 압박 골절이 있었던 경우는 46예였고 인접 추간판으로 시멘트 유출이 있었던 경우는 총 49예였으며 이 중에서 근위부 추간판으로 유출은 40예, 원위부 추간판으로 유출은 11예였고 근위부와 원위부의 추간판으로 동시에 유출된 경우는 2예가 있었다(Table 3). 시술 시 주입된 평균 시멘트 양은 4.4(2.0~9.0)cc 이었고 술 전 평균 전방 추체 압박율은 35.3% (0.5~87%)였으며 술 후 평균 추체 높이 회복율은 9.0% (0.1~67.9%)였다(Table 4). 골다공증성 척추체 압박 골절 환자에서 경피적 척추체 풍선 성형술을 시행하고 인접 척추체에 새로운 골절 발생이 없었던 1년 생존율은 82.6%였으며 2년 생존율은 72.5% 였고, 6년 생존율은 53.7% 였다(Fig. 1). 수술 당시 나이 75세를 기준으로 나누어 분석한 결과 75세 이하의 생존율이 유의하게 높게 분석되었고(p=0.0495, Hazard ratio=0.4953, CI=0.2279~1.0763) (Fig. 2A) 술 전 척추 골밀도

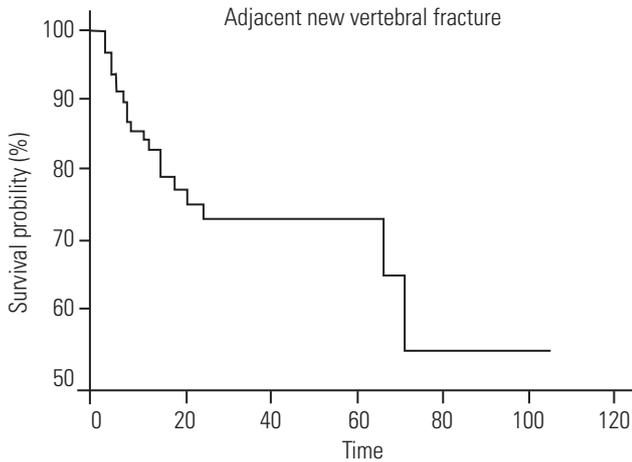


Fig. 1. Graph of the survival rate.

-3.7을 기준으로 나누어 분석한 결과 -3.7 초과에서 생존율이 유의하게 높게 분석 되었으며($p < 0.0001$, Hazard ratio=0.1660, CI=0.03606~0.7639) (Fig. 2B) 술 전 고관절 골밀도 -2.2를 기준으로 나누어 분석한 결과 -2.2 초과에서 생존율이 유의하게 높게 분석 되었다($p = 0.0114$, Hazard ratio=0.1932, CI=0.08434~0.4426) (Fig. 2C) (Table 5). 또한, 수술 당시 체질량 지수 18.1을 기준으로 18.1 초과인 환자에서 생존율이 유의하게 높게 분석되었고($p = 0.0014$, Hazard ratio=0.2873, CI=0.08519~0.9690) 술 후 추체 높이 회복율 14%를 기준으로 나누어 분석한 결과 14% 이하일 경우 생존율이 유의하게 높게 분석 되었으며($p = 0.0031$, Hazard ratio=0.3239, CI=0.1090~0.9625) (Fig. 2D) 이전 압박골절의 존재 유무에 따른 차이는 이전 압박 골절이 없었던 경우에 생존율이 유의하게 높게 분석되었다($p = 0.0297$, Hazard ratio=0.4462, CI=0.1994~0.9987) (Fig. 2E) (Table 5). 성별에 따른 차이($p = 0.3777$), 흡연 여부에 따른 차이($p = 0.5772$), 당뇨병 유무에 따른 차이($p = 0.8551$), 고혈압 유무에 따른 차이($p = 0.3244$), 술 전 압박골절에 따른 차이($p = 0.5078$), 인접 추간판 내로 시멘트 유출 유무에 따른 차이($p = 0.1230$), 시술 시 주입된 시멘트 양에 따른 차이($p = 0.0968$), 시술 부위에 따른 차이($p = 0.5803$), 골다공증 약물 복용도에 따른 차이($p = 0.1815$), 골다공증 약물 순응도에 따른 차이($p = 0.0573$), 인접 척추체에 새로운 골절 발생 생존율에 유의한 차이를 보이지 않았다. 이를 바탕으로 한 다중 인자 분석에서는 수술 당시 나이($p = 0.0408$, Hazard ratio=0.4535, CI=0.1985~1.0364)와 술 전 척추 골밀도($p = 0.0049$, Hazard ratio=0.2454, CI=0.0923~0.6523)에서 통계적으로 의미 있는 요인으로 분석되었다(Table 6). 그러나, 수술 당시 체질량 지수($p = 0.3962$, Hazard ratio=0.6707, CI=0.2666~1.6875), 술 전 고관절 골 밀도($p = 0.0742$, Hazard ratio=0.2582, CI=0.0584~1.1414),

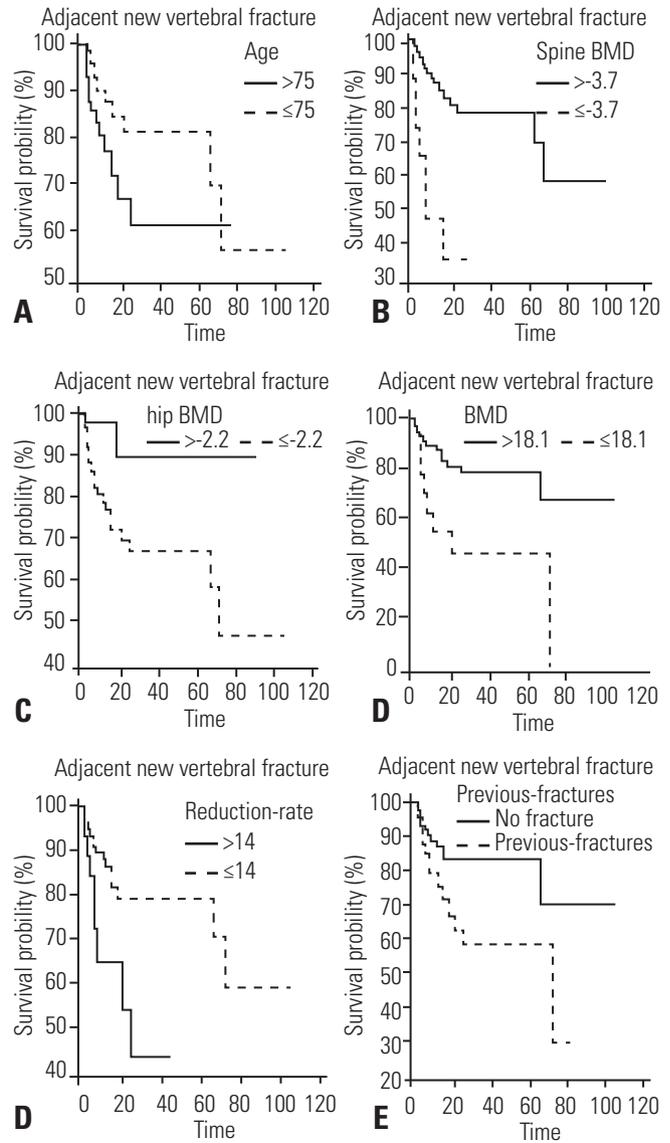


Fig. 2. Univariate analysis: (A) age, (B) preoperative spine bone mineral density, (C) preoperative hip bone mineral density, (D) body mass index, (E) reduction rate, (F) previous fractures.

술 후 추체 높이 회복율($p = 0.2846$, Hazard ratio=1.6526, CI=0.6586~4.1470) 및 이전 압박골절의 존재 유무에 따른 차이($p = 0.3373$, Hazard ratio=1.4924, CI=0.6587~3.3813)는 p 값이 0.05 이상으로 유의한 의미를 가지지 못했다.

고찰

골다공증성 척추 골절로 인한 즉각적인 통증의 완화와 척추의 안정성 유지를 위해 경피적 추체 성형술이 널리 시행되고 있다. 이런 추체 성형술은 골절의 정복 및 추체 높이의 회복이라

Table 5. Risk factors (Univariate analysis)

Risk factors	p	Hazard ratio	CI
Age: ≤75 vs >75	0.0495	0.4953	0.2279~1.0763
Preop spine BMD: ≤-3.7 vs >-3.7	<0.0001	0.1660	0.03606~0.7639
Preop hip BMD: ≤-2.2 vs >-2.2	0.0114	0.1932	0.08434~0.4426
Preop BMI: ≤18.1 vs >18.1	0.0014	0.2873	0.08519~0.9690
Postop reduction: ≤14 vs >14	0.0031	0.3239	0.1090~0.9625
No preop compression fx.	0.0297	0.4462	0.1994~0.9987

BMD: Bone mineral density, CI: Confidence interval, BMI: Body mass index.

Table 6. Risk factors (Multivariate analysis)

Variables	Hazard ratio	CI	p
Age			
≤75	0.4535	0.1985~1.0364	0.0408
>75	1.00		
Preop spine BMD			
>-3.7	0.2454	0.0923~0.6523	0.0049
≤-3.7	1.00		

BMD: Bone mineral density, CI: Confidence interval.

는 점에서 한계점을 가지고 있으며 시멘트의 유출이라는 합병증 및 이로 인해 유발되는 폐 색전증, 신경학적 손상, 감염, 출혈 및 기흉 등의 추가적인 합병증도 보고되고 있다.^{8,9)} 이러한 추체 성형술의 한계점을 극복하고 시멘트 유출 및 다른 합병증의 발생률을 낮추고자 풍선 추체 성형술이 개발되었는데 이는 추체 내 공동을 형성해 추체 성형술 보다 상대적으로 시멘트 주입 압력을 낮게 하여 시멘트 주입을 원활하게 함으로써 추체 후만 및 높이의 회복, 시멘트 유출의 낮은 발생률을 기대할 수 있게 한다.

하지만 풍선 추체 성형술 후 새롭게 발생하는 추체의 골절에 대한 연구가 보고되고 있는데 특히, 인접 추체 골절 발생률은 많은 문헌에서 6.5~25%로 보고 되고 있으며¹³⁻¹⁶⁾ Pflugmacher 등¹⁷⁾은 풍선 추체 성형술 후 18.3%에서 3주~22개월 사이에 인접 추체 골절이 발생한다고 보고하고 있다. 본 연구에서도 풍선 추체 성형술 후 추가 골절 발생률은 17.3%로 비슷한 연구 결과를 보이고 있음을 알 수 있다.

많은 연구에서 생역학적으로 추체 회복율의 증가가 인접 추체의 새로운 골절의 위험 인자가 될 수 있다고 보고하고 있는데 Baroud 등¹⁸⁾은 시멘트 주입으로 인하여 인접 추간판으로의 압력이 증가하고 이것이 다시 인접 추체의 추체판(endplate)으로 전달되어 추체판의 팽윤(bulging)을 초래하고 인접부위 골

절 위험을 증가시키는 지지효과(pillar effect)를 설명하였다. Berleman 등¹⁹⁾은 시멘트 주입으로 인한 추체의 stiffness의 증가로 인해 인접 추체로의 부하 장애를 증가시켜 골절을 유발 시킬 수 있다고 보고하고 있다. 이를 종합해 보았을 때 추체 높이 회복율이 높을수록 인접 추체 골절 발생율이 증가하는 것으로 볼 수 있으며 본 연구에서도 술 후 회복율 14% 기준으로 기준 이하일 때 생존율이 유의하게 높은 것으로 분석되었다.

여러 연구 및 결과들을 종합하였을 때 술 후 추체 높이 회복에 유리한 풍선 추체 성형술에서 인접 추체 골절 가능성이 높은 것으로 예상되나 Jensen 등과 Gardos 등^{20,21)}의 다른 여러 연구들에서 추체 성형술 후 다른 인접 추체 골절 가능성은 12~58%로 보고하며 이는 풍선 추체 성형술 후 인접 추체 골절 발생률과 비교했을 때 두 시술 사이에 큰 차이가 없음을 알 수 있고 김 등²²⁾의 연구에서도 풍선 추체 성형술과 추체 성형술 간의 생존율에 유의한 차이를 보이지 않으며 시술 방법과 상관 없이 3% 초과 회복율을 보인 군에서 골절 발생률이 높은 결과를 보고하였다. 이러한 결과로 보았을 때 시술방법에 따라 인접 추체 골절 발생의 위험도가 결정되는 것이 아니라 술 후 추체 높이의 회복율 그 자체가 새로운 골절의 위험인자가 될 수 있다고 생각할 수 있다.

본 연구에서는 경피적 풍선 추체 성형술을 시행하고 인접 척추체에 새로운 골절 발생이 없었던 1년 생존율은 83%이며 실제 새로운 골절 발생 시까지 평균 기간은 11개월(1~71개월)로 다른 년 수에 비하여 생존율 감소가 큰 것을 알 수 있었으며 술 후 2년, 6년째에도 역시 생존율 감소가 크게 나타나 전반적으로 생존율은 점점 감소하는 양상을 보였다. 본 연구에서 사용된 생존 분석은 기본적으로 모든 환자가 동일한 날 동일 시점에 수술을 받았다는 전제 하에 시간에 따른 생존율의 변화를 보여줌으로써 장기 추시의 결과를 시간적 추이에 따라 살펴보는 데에 의의가 있다. 추시 중 지속적인 추적 관찰이 불가능한 경우나 추가 골절이 있었으나 본원에서 치료 받지 않은 경우 또한 있을 수 있어 생존율 감소나 추가골절 발생 빈도는 더 높을 것이라

추정된다.

단순한 시멘트 주입뿐만 아니라 주입한 시멘트의 양에 따라 서로 인접 추체의 골절을 유발할 수 있다는 연구 결과도 보고되고 있다. 특히, Liebschner 등은 골 시멘트의 과다한 주입은 인접 운동 분절의 정상적 물리 역학의 변화를 초래하여 이 경우 과부하가 발생하여 추체 성형술 이후 압박 골절의 발생은 인접된 추체에 밀집되어서 나타나는 경향이 있다고 하였다.¹²⁾ 그러나, 본 연구에서는 평균 시멘트 주입량이 4.4 cc로 이는 다른 연구 결과들과 비교하였을 때 평균적인 시멘트 양이었으며²³⁾ 주입된 시멘트 양에 따른 생존율에는 차이가 없었다.

Uppin 등¹⁰⁾은 골다공증이 심할수록 골절의 가능성은 증가한다 하였으며 Shaofeng Yang 등¹¹⁾은 골밀도가 높을수록 인접 추체의 골절 가능성은 낮다고 보고하고 있다. Zang 등²⁴⁾의 연구에서도 인접 추체 골절의 발생은 낮은 골밀도로 인한 것이라는 메타 연구 또한 보고 되고 있다. 본 연구에서도 단변량 분석에서 술 전 척추 골밀도가 -3.7 초과일 때, 고관절 골밀도가 -2.2 초과일 때 높은 생존율 값을 또한, 다변량 분석에서도 술 전 척추 골밀도가 -3.7 초과일 때 높은 생존율을 보였다.

Siris 등²⁵⁾은 골다공증 약물 복용력과 골절율의 연관관계를 연구한 논문들을 비교 분석하여 대체적으로 MPR 80% 이상의 순응도에서 골절율이 유의하게 감소한 양상을 보인 연구 결과를 보고 하였다. 본 연구에서는 이를 기반으로 골다공증 약물의 복용 여부와 순응도에 대해 복용 여부는 MPR 50% 이상일 때, 순응도가 좋은 경우는 MPR 80% 이상일 때를 기준으로 분석을 시행하였지만 통계적으로 유의한 값을 갖지 못했다. 이는 복용 여부와 순응도를 단순히 처방 받은 약의 일수를 이용한 통계적인 수치로 변환하였기 때문에 임상과 통계적 수치에 대한 차이로 인한 결과일 가능성이 있으며 이미 골다공증성 골절이 발생한 환자 군에 있어 시술 후 골다공증의 약물 투여가 환자의 골다공증의 호전에 크게 기여하지 못했을 것이라는 점에서 이런 연구 결과가 나온 것으로 사료된다.

본 연구에서는 낮은 BMI가 인접 추체 골절의 위험인자로 분석되었는데 낮은 BMI를 가지고 있는 환자 군은 골다공증이 더 쉽게 발병할 수 있고 추체 골절이 유발될 가능성이 높은 군에 비해서 높은 것으로 알려져 있다.²⁶⁾ 또한 Lin 등²⁷⁾의 연구에서는 BMI가 22 미만의 군에서 인접 추체 골절 발생의 위험인자가 될 수 있다고 보고 하고 있는데 BMI는 에스트로겐과 양의 상관관계에 있어, 낮은 BMI는 지방 양과 에스트로겐의 감소를 의미하며 이는 에스트로겐에 의해 방지되는 골 소실 및 추체 골절 발생이 유발되는 것을 의미한다.

또한, 본 연구에서는 술 전 압박 골절이 있던 군에서 생존율이 낮은 결과를 보였는데 이는 이전의 압박 골절로 인한 후만각의 변형 및 추체의 생역학적인 변화로 인해 거동이 불편해지고

이로 인한 낙상의 위험도가 높아질 수 있으며 다른 추체에 많은 하중이 걸려 인접 추체 골절을 유발할 수 있을 것으로 사료된다.²⁸⁾ Evans AJ 등²⁹⁾의 연구에 따르면 이전 추체 성형술을 받은 경우 술 후 환자의 동통 감소와 활동 범위의 증가로 인해 추가 골절의 발생율이 높을 수 있다는 연구 결과 또한 보고되고 있다.

본 연구의 단일 인자 분석에서 성별, 흡연, 당뇨병, 술 전 추체 압박율, 인접 추간판 내로 시멘트 유출, 시술 부위는 인접 척추체에 새로운 골절 발생 생존율에 유의한 차이를 보이지 않았으나 나이, 술 후 추체 높이 회복율, 이전 압박골절의 존재 유무 및 술 전 골밀도에 대한 결과가 의미를 가지는 것으로 나타났다. 또한, 이를 바탕으로 다중 인자 분석을 시행한 결과 나이와 술 전 척추 골밀도가 의미를 가지는 것으로 분석되었다. 위의 결과를 토대로 보았을 때 경피적 풍선 추체 성형술을 시행한 경우 나이가 75세 초과인 경우, 술 전 척추 골밀도가 -3.7 이하일 경우, 술 후 1년, 2년, 6년 때에 인접 분절에 재 골절이 발생할 가능성이 높을 것이라 사료된다.

또한, 본 연구에서는 추체 성형술 후 인접 분절의 척추체에 골절 발생에 관여하리라 생각되는 여러 인자들에 대한 분석이 자료가 충실히 갖추어 시행 하지 못한 한계가 있으며 특히 추체 성형술 부위와 인접 상하 추체 간의 생역학적 측면을 고려하지 않았고 임상적 평가 및 장기적인 골다공증 약물 치료 및 약물 제제에 따른 차이에 대한 평가가 첨가 되지 못한 제한이 있어 향후 이에 대한 연구가 필요하리라 사료된다.

결론

골다공증성 압박 골절로 추체 성형술 후 인접 분절 추체에 새로운 골절 발생에 대한 생존율은 1년, 2년, 6년째에 의미 있는 감소가 있었고 생존 분석 결과 가장 중요한 인자는 나이와 술 전 척추 골밀도임을 알 수 있었다.

REFERENCES

1. Charles H. Osteoporosis, an Underdiagnosed disease. JAMA. 2001;286(22):2865-6. DOI:10.1001/jama.286.22.2865.
2. Hall SE, Criddel rA, Comito TL, et al. A case-control study of quality of life and functional impairment in women with long-standing vertebral osteoporotic fracture. Osteoporosis Int. 1999;9(6):508-15. DOI: 10.1007/s0019800501.
3. Pradhan BB, Bae HW, Patel VV, et al. Kyphoplasty reduction of osteoporotic vertebra compression fractures: Cor-

- rection of local kyphosis versus overall sagittal alignment. *Spine(Phila Pa 1976)*. 2006 Feb 15;31(4):435–41. DOI: 10.1097/01.brs.0000200036.08679.1e.
4. Tosteson AN, Gabrel SE, Grove MR, et al. Impact of hip and vertebral fractures on quality-adjusted life years. *Osteoporosis Int*. 2001 Dec;12(12):1042–9. DOI: 10.1007/s001980170015.
 5. Melton LJ. Adverse outcomes of osteoporotic fractures in the general population. *J Bone Miner Res*. 2003 Jun;18(6):1139–41. DOI: 10.1359/jbmr.2003.18.6.1139.
 6. Kallmes DF, Comstock BA, Heagerty PJ, et al. A randomized trial of vertebroplasty for osteoporotic spinal fractures. *N Engl J Med*. 2009 Aug 6;361(6):569–79. DOI: 10.1056/NEJMoa0900563.
 7. Buchbinder R, Osborne RH, Ebeling PR, et al. A randomized trial of vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral fractures. *N Engl J Med*. 2009 Aug 6;361(6):557–68. DOI: 10.1056/NEJMoa0900429.
 8. Ahn Y, Lee JH, Lee HY, et al. Predictive factors for subsequent vertebral fracture after percutaneous vertebroplasty. *J Neurosurg Spine*. 2008 Aug;9(2):129–36. DOI: 10.3171/SPI/2008/9/8/129.
 9. Kim YC, Chang HG, Lee KB. The effect of adjacent vertebral body on vertebroplasty for compression fracture. *J Korean Fracture Soc*. 2010 Jan;23(1):97–103. DOI: 10.12671/jkfs.2010.23.1.97.
 10. Uppin AA, Hirsch JA, Centenera LV, et al. Occurrence of new vertebral body fracture after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporosis. *Radiology*. 2003 Jan;226(1):119–24. DOI: 10.1148/radiol.2261011911.
 11. Yang S, Liu Y, Yang H, et al. Risk factors and correlation of secondary adjacent vertebral compression fracture in percutaneous kyphoplasty. *Int J Surg*. 2016 Dec;36(Pt A):138–42. DOI: 10.1016/j.ijsu.2016.10.030.
 12. Liebschner MA, Rosenberg WS, Keaveny TM. Effects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001 Jul 15;26(14):1547–54. DOI:10.1097/00007632-200107150-00009.
 13. Fribourg D, Tang C, Sra P, et al. Incidence of subsequent vertebral fracture after kyphoplasty. *Spine(Phila Pa 1976)*. 2004 Oct 15;29(20):2270–6. DOI: 10.1097/01.brs.0000142469.41565.2a.
 14. Movrin I, Vengust R, Komadina R. Adjacent vertebral fractures after percutaneous vertebral augmentation of osteoporotic vertebral compression fracture: a comparison of balloon kyphoplasty and vertebroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010 Sep;130(9):1157–66. DOI: 10.1007/s00402-010-1106-3.
 15. Wardlaw D, Cummings SR, Van Meirhaeghe J, et al. Efficacy and safety of balloon kyphoplasty compared with non-surgical care for vertebral compression fracture(FREE): a randomised controlled trial. *Lancet*. 2009 Mar 21;373(9668):1016–24. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60010-6.
 16. Frankel BM, Monroe T, Wang C. Percutaneous vertebral augmentation: an elevation in adjacent-level fracture risk in kyphoplasty as compared with vertebroplasty. *Spine J*. 2007 Sep–Oct;7(5):575–82. DOI: 10.1016/j.spinee.2006.10.020.
 17. Pflugmacher R, Schroeder RJ, Klostermann CK. Incidence of adjacent vertebral fractures in patients treated with balloon kyphoplasty: two years' prospective follow-up. *Acta Radiol*. 2006 Oct;47(8):830–40. DOI: 10.1080/02841850600854928.
 18. Baroud G, Nemes J, Ferguson SJ, et al. Material changes in osteoporotic human cancellous bone following infiltration with acrylic bone cement for a vertebral cement augmentation. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*. 2003 Apr;6(2):133–9. DOI: 10.1080/1025584031000095746.
 19. Berlemann U, Ferguson SJ, Nolte LP, et al. Adjacent vertebral failure after vertebroplasty. A biomechanical investigation. *J Bone Joint Surg Br*. 2002 Jul;84(5):748–52. DOI: 10.1302/0301-620X.84B5.11841.
 20. Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM, et al. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1997 Nov–Dec;18(10):1897–904. DOI: doi.org/10.1016/s1051-0443(99)71060-2.
 21. Gardos F, Hardy N, Cayrille G, et al. Long-term observations of vertebral osteoporotic fractures treated by percutaneous vertebroplasty. *Rheumatology (Oxford)*. 2000 Dec;39(12):1410–4. DOI: 10.1093/rheumatology/39.12.1410.
 22. Kim SS, Kim DH, Kim JH. Survival analysis based on the incidence of a new fracture in an adjacent vertebra after

- vertebroplasty or kyphoplasty. *J Korean Soc Spine Surg.* 2017 Jun;24(2):80–6. DOI: 10.4184/jkss.2017.24.2.80.
23. Xiang GH, Ton MJ, Lou C, et al. The Role of Unilateral Balloon Kyphoplasty for the Treatment of Patients with OVCFS: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Physician.* 2018 May;21(3):209–18.
24. Zang Z, Fan J, Ding Q, et al. Risk factors for new osteoporotic vertebral compression fractures after vertebroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Spinal Disord Tech.* 2013 Jun;26(4):E150–7. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31827412a5.
25. Siris ES, Selby PL, Saag KG, et al. Impact of osteoporosis treatment adherence on fracture rates in North America and Europe. *Am J Med.* 2009 Feb;122(2 Suppl):3–13. DOI: 10.1016/j.amjmed.2008.12.002.
26. Ooms ME, Lips P, Van Lingen A, et al. Determinants of bone mineral density and risk factors for osteoporosis in healthy elderly women. *J Bone Miner Res.* 1993 Jun;8(6):669–75. DOI: 10.1002/jbmr.5650080604.
27. Lin WC, Cheng TT, Lee Yc, et al. New vertebral osteoporotic compression fractures after percutaneous vertebroplasty: Retrospective Analysis of risk factors. *J Vasc Interv Radiol.* 2008 Feb;19(2 Pt 1):225–31. DOI: 10.1016/j.jvir.2007.09.008.
28. Schlaich C, Minne HW, Bruckner T, et al. Reduced pulmonary function in patients with spinal osteoporotic fractures. *Osteoporos Int.* 1998;8(3):261–7. DOI: 10.1007/s001980050063.
29. Evans AJ, Jensen ME, Kep KE, et al. Vertebral compression fractures: pain reduction and improvement in functional mobility after percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty retrospective report of 245 cases. *Radiology.* 2003 Feb;226(2):366–72. DOI: 10.1148/radiol.2262010906.

풍선 추체 성형술 후 새로운 골절 발생에 대한 생존율 및 위험 인자 분석

김정훈 · 김동혁

인제대학교 일산백병원 정형외과학교실

연구 계획: 후향적 연구

목적: 골다공증으로 인한 단일 추체 압박 골절에서 풍선 추체 성형술 후 인접 추체 골절 발생에 대한 생존율을 분석하고 그에 관여하는 요인을 알아보고자 하였다.

선행 연구문헌의 요약: 풍선 추체 성형술 후 인접 추체에 새로운 골절 발생이 수술에 의한 것인지 골다공증의 자연 경과인지에 대해 논란이 많다.

대상 및 방법: 2006년 12월부터 2016년 12월까지 본 교실에서 골다공증으로 인한 단일 추체 압박골절에 대해 풍선 추체 성형술을 시행 받은 총 490예 중 추적 가능했던 153예를 대상으로 후향적으로 인접 추체에 새로운 골절 발생에 대한 생존분석을 시행하였다. 시술 시 나이, 성별, 체질량 지수, 골절 부위, 추간판 내로의 시멘트 유출, 시멘트 양, 시술 전 압박율, 시술 후 추체 높이 회복율, 술 전 골밀도, 술 후 골다공증 약물 복용 여부 및 순응도, 술 전 압박골절 유무, 고혈압, 당뇨 및 흡연 여부 등에 따른 생존 분석을 시행하였다. 평균 추시 기간은 15.1개월(1개월~8년 8개월), 시술 시 평균 나이는 74.4세(54~93세)였다.

결과: 총 153예 중 인접 추체에 새로운 골절이 발생한 경우는 27예(17.3%)였으며 추체 압박골절 환자에서 풍선 추체 성형술 후 인접 추체에 새로운 골절 발생이 없었던 1년 생존율은 82.6%, 2년 생존율은 72.5%, 6년 생존율은 53.7%였다. 수술 당시 나이 75세를 기준으로 75세 이하의 생존율이 유의하게 높게 분석되었으며($p=0.0495$) 술 전 척추 골밀도 -3.7 를 기준으로 -3.7 초과, 술 전 고관절 골밀도 -2.2 를 기준으로 -2.2 초과인 환자에서 생존율이 유의하게 높게 분석되었다($p<0.0001$, $p=0.0114$). 또한, 수술 당시 체질량 지수 18.1을 기준으로 18.1 초과인 환자에서 생존율이 유의하게 높게 분석되었고($p=0.0014$) 술 후 추체 높이 회복율 14%를 기준으로 14% 이하일 경우 생존율이 유의하게 높게 분석되었으며($p=0.0031$). 술 전 압박 골절이 없는 경우에도 생존율이 유의하게 높게 분석되었다($p=0.297$). 다중인자 분석에서는 수술 당시 나이($p=0.0408$)와 술 전 척추 골밀도($p=0.0049$)가 통계적으로 의미 있는 요인으로 분석되었다.

결론: 골다공증성 압박 골절로 풍선 추체 성형술 후 인접 추체에 새로운 골절 발생에 대한 생존율은 1년, 2년, 6년째에 의미 있는 감소가 있었고 생존 분석 결과 가장 중요한 인자는 나이와 술 전 척추 골밀도로 볼 수 있다.

색인 단어: 골다공증, 척추압박골절, 풍선 추체 성형술, 생존분석

약칭 제목: 풍선 성형술 후 인접 추체 골절 생존율

접수일: 2018년 2월 15일

수정일: 2018년 4월 19일

게재확정일: 2018년 7월 10일

교신저자: 김정훈

경기도 고양시 일산서구 주화로 170 인제대학교 일산백병원 정형외과학교실

TEL: 031-910-7968

FAX: 031-910-7967

E-mail: jhkim@paik.ac.kr