

## Radiological Results of the Double-Balloon Inflation Technique during Kyphoplasty

Dae Ho Ha, M.D., Dae Moo Shim, M.D.\*, Tae Kyun Kim, M.D. \*, Sung Kyun Oh, M.D., Seung Min Kim, M.D.

J Korean Soc Spine Surg 2018 Jun;25(2):41-46.

Originally published online June 30, 2018;

<https://doi.org/10.4184/jkss.2018.25.2.41>

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/DOLx.php?id=10.4184/jkss.2018.25.2.41>

---

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.

# Radiological Results of the Double-Balloon Inflation Technique during Kyphoplasty

Dae Ho Ha, M.D., Dae Moo Shim, M.D.\*, Tae Kyun Kim, M.D. \*, Sung Kyun Oh, M.D., Seung Min Kim, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Wonkwang University Sanbon Hospital, GunPo, Korea*

*\*Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Wonkwang University, Iksan, Korea*

**Study Design:** Retrospective case-control study.

**Objectives:** We analyzed the radiological results of the double-balloon inflation technique in terms of its ability to reduce cement leakage, to increase bone cement bonding, and to promote anterior column height recovery.

**Summary of Literature Review:** Various methods, such as the egg-shell technique, have been proposed to prevent leakage of cement during kyphoplasty in cases of osteoporotic compression fracture.

**Materials and Methods:** This study analyzed 18 patients diagnosed with osteoporotic compression fracture of the lumbar spine who underwent the double-balloon inflation technique after April 2015, and 30 consecutive patients with the same diagnosis who were treated using the conventional method prior to April 2015. We analyzed the radiological results on immediate postoperative simple X-rays in the anteroposterior and lateral views, 6-week postoperative lateral X-rays, and 6-month postoperative lateral X-rays to detect changes in anterior vertebral height and the cement leakage rate.

**Results:** The average anterior vertebral height increased by 7.58 mm in the double-balloon inflation group, and by 5.8 mm in the conventional group on the immediate postoperative radiographs ( $p=0.044$ ). On average, a decrease of 3.08 mm was observed at 6 weeks postoperatively in the double-balloon inflation group, in contrast to a decrease of 4.68 mm in the conventional group ( $p=0.149$ ). At the 6-month postoperative follow-up, an average decrease of 1.45 mm was found in the double-balloon inflation technique group, while a decrease of 1.40 mm was found in the conventional group ( $p=0.9110$ ). The cement leakage rate was 22% in the double-balloon inflation group and 27% in the conventional group ( $p=0.730$ ).

**Conclusions:** Compared to the conventional method, the double-balloon inflation technique can be done more safely, and also promotes a greater recovery of anterior vertebral height.

**Key words:** Thoracolumbar spine, Osteoporosis, Kyphoplasty

## 서론

골다공증성 흉 요추 골절 후 대증적 치료에 실패하거나 호전이 없는 경우 척추 성형술이나 풍선 척추 성형술을 통해 성공적으로 통증을 경감시킬 수 있으며 후만 변형 역시 예방할 수 있으므로 최근 널리 시행되고 있다.<sup>1,2,3</sup> 다만 폐색전증이나 시멘트 누출로 인한 신경학적인 합병증 등이 보고 되고 있으며 이는 술기 중 시멘트 주입 시 순식간에 발생할 수 있어 항상 주의해야 되는 가장 위험한 합병증으로 알려져 있다. 또한 척추강내로 누출되어 신경학적인 합병증으로 발생시키는 경우가 대부분이나 드물게 척추체 주위로 시멘트가 누출되어 신경근을 자극하여 신경학적인 합병증을 일으킬 수도 있으므로 가급적 누출을 최소화시킬 수 있도록 해야 한다.<sup>4</sup> 또한 비교적 골절 발생 초기에 시행되는 추체 성형술의 경우 풍선 성형술보다 높은 압력으로 보다 낮은 점도의 골시멘트를 주입하기 때문에 추체

외로 골 시멘트 누출이 많게는 30~73%까지 보고 되고 있다.<sup>5,6</sup> 추체 성형술을 개선하여 골절 척추의 양측에서 풍선을 부풀려

**Received:** December 1, 2017

**Revised:** December 26, 2017

**Accepted:** April 2, 2018

**Published Online:** June 30, 2018

**Corresponding author:** Sung Kyun Oh, M.D.

**ORCID ID:** Sung Kyun Oh: <https://orcid.org/0000-0001-6003-6855>

Dae Ho Ha: <https://orcid.org/0000-0001-9917-8746>

Dae Moo Shim: <https://orcid.org/0000-0001-6116-3485>

Tae Kyun Kim: <https://orcid.org/0000-0001-9276-4419>

Seung Min Kim: <https://orcid.org/0000-0001-5074-4591>

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Wonkwang University Sanbon Hospital, 327, Sanboro, Gunpo city, Gyeonggi-do, 15865 Korea

**TEL:** +82-31-390-2992, **FAX:** +82-31-390-2244

**E-mail:** niceo@hanmail.net

\*This paper was supported by Wonkwang University in 2016.

압박된 척추를 정복하는 풍선 척추 성형술이 2001년부터 시행되고 있으며 국내에서는 3주 이후에 척추 성형술보다 늦게 시행되는 점과 추체 성형술시보다 낮은 압력으로 보다 높은 점도의 골시멘트를 주입하기 때문에 추체 외로의 골시멘트 누출이 평균 50% 그리고 적게는 4~8%까지 보고 되고 있다.<sup>6,7,8,9)</sup> 특히 척추종판이 파괴된 경우 이 골절 부위로 시멘트 누출이 진행될 가능성이 매우 높아 Greene 등<sup>8)</sup>은 술기 전이나 술기 중 종판 손상이 발견된 경우 이 부분에 미리 소량의 골시멘트를 주입하여 척추종판을 복구하여 굳힌 후 다시 풍선을 삽입하여 고식적 방법으로 시행하는 Egg shell 술기를 보고한바 있다. 이에 저자들은 이 Egg shell 술기를 응용하여 종판손상이 없는 경우에도 골다공증성 흉 요추 골절의 풍선 척추 성형술 시행 시 시멘트 주입 후 시멘트가 굳기 전 다시 캐놀라를 통해 풍선을 주입하고 부풀려 골과 시멘트의 접촉을 증가시키고 전방 추체의 정복을 도모하고 시멘트 누출을 감소시키고자 하였다. 저자들은 이중 풍선 부풀기 술기라 명명하고 이 술기를 이용하여 풍선 척추 성형술을 시행하고 이들의 방사선학적 결과를 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

본 연구는 본원 임상연구 윤리 위원회의 승인(IRB No.

WMCSB 201711-122)을 받아 진행되었다. 2015년 4월부터 흉요추부위의 골다공증성 압박 골절로 진단되어 압박 변형이 30% 이상 진행된 환자에 대하여 이중 풍선 부풀기 방법을 이용하여 시행한 18예와 4월 이전에 고식적 방법으로 시행한 연속적인 30예의 영상학적 결과에 대해 후향적으로 분석하였다. 이 환자들은 수술 직후 그리고 수술 후 6주, 수술 후 6개월에 기립 측면 방사선상에서 전방 추의 높이 변화를 측정하였고 수술 직후 전후면 및 측면 사진을 통해 시멘트의 추체 외로 시멘트 누출 유무를 평가하였다. 또한 외래 추시 영상 및 진료 기록을 조사하여 새로운 인접 척추의 골절 발생에 대해서도 후향적으로 조사하였다.

이중 풍선 부풀기 방법을 시행한 18명의 평균 연령은 81세, 남성 1명, 여성 17명이었으며 고식적 방법으로 시행한 30명의 평균 연령은 79세, 남성 1명, 여성 29명이었다(Table 1).

풍선 성형술은 모두 1명의 술자(SK, Oh)에 의해서 시행되었고, 국소 마취 후 엎드린 자세에서 투시 영상 하에 행해졌으며, 모두 골절 추체의 양측 척추경을 통한 접근으로 시행되었다. 고식적인 방법이나 이중 부풀기 방법 모두 골절 추체내로 삽입된 풍선이 팽창되면서 추체 종판을 들어올려 추체의 높이를 회복시키는 원리는 같다. 다만 고식적 방법과의 차이점은 두 번 시멘트가 주입될 수 있고, 시멘트 넣기 전 정복을 위해 1차 그리고 시멘트 주입 직후 2차로 두 번의 풍선의 부풀기가 시도된다는 점이다. 따라서 일차적으로 시멘트가 준비된 두 개의 도관을 따뜻한 손으로 잡아 수술 장갑에 눌러 붙지 않는 점도(dough state)로 만든 후 사용하고 나머지 묽은 시멘트들은 이차적으로 사용된다. 부풀어진 풍선 부피의 1/2에서 2/3 정도의 시멘트를 먼저 삽입한 후 다시 풍선을 삽입한 후 팽창시켜 내부의 시멘트에 압력을 가해 골과 시멘트의 접촉면적을 늘리고 인접 정상 골과의 결합(interdigitation)을 강화시키는 것이다(Fig. 1). 추가적으로 중심부에 추가적인 시멘트 주입이 이루어질 수도 있으며, 이후에는 고식적 방식대로 진행된다. 수술 후에는 모두 흉요추 보조기를 7~8주간 착용하고 보행을 허용하는 것을 원칙으로 하였다.

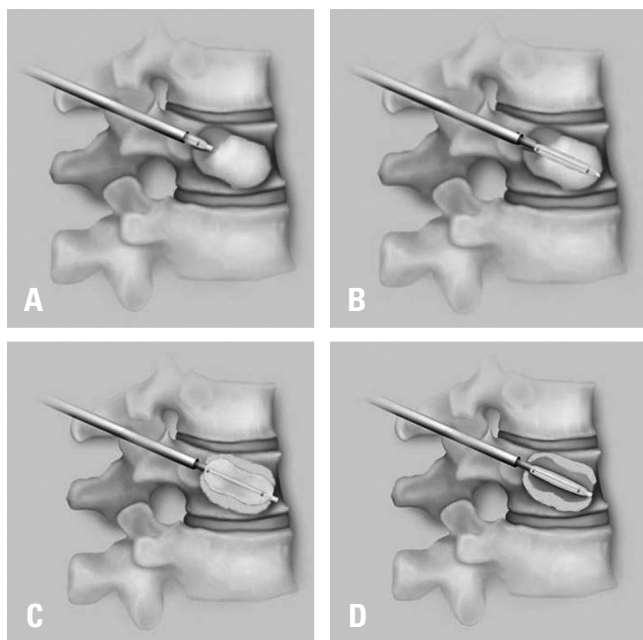
방사선상 전방 추체의 높이 변화 및 추체외로 시멘트 누출의 평가는 2명의 정형외과 전문의에 의해 디지털 영상 의료 전달 시스템을 이용하여 수행되었으며, 수치의 차이가 있는 경우 평균값으로 입력하였다.

통계는 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였으며 술 후 전방 추체의 높이 값들은 Shapiro-Wilk test를 통해 정규성 검정 후 정규 분포를 하지 않아 Wilcoxon Signed rank Test를 시행하였다. 수술 후 추체외로 시멘트 누출 비율은 카이제곱 검정하였으며, 통계학적 유의성은 p-value 0.05 미만인 경우로 하였다.

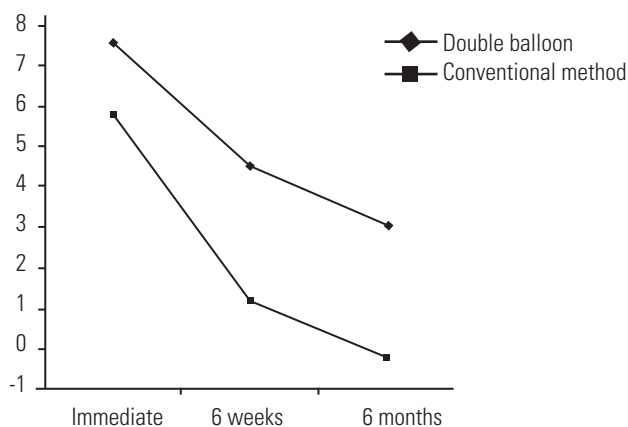
**Table 1.** Demographic data of both group

	Double ballon	Conventional method	p-value
Male / Female	1/17	1/29	>0.05
Mean age	81	79	>0.05
BMD			
Hip	-2.84	-2.42	0.078
Spine	-2.55	-2.38	0.606
Level			
T7	1	0	
T8	0	1	
T9	0	1	
T10	0	1	
T11	0	4	
T12	6	9	
L1	6	10	
L2	2	3	
L3	2	0	
L4	1	1	
Total	18	30	

BMD=bone mineral density.



**Fig. 1.** Double-balloon technique in kyphoplasty. (A, B) Balloon insertion into the dough state of the cement core. (C) Expansion to make an internal cast and to increase cement bone interdigitation. (D) Removal of the balloon, followed by reinsertion of the cement into the core.

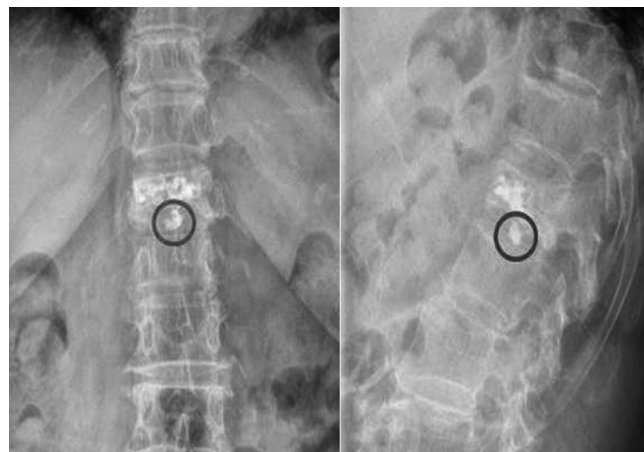


**Fig. 2.** Graph showing anterior vertebral height recovery.

## 결과

### 1. 전방 척추체의 회복(Fig. 2)

전방 척추체의 회복은 수술 후 전방 척추체 높이에서 수술 전 높이를 뺀 값으로 수술 직후 이중 풍선 부풀기를 시행한 군에서는 평균 7.58 mm였고, 고식적 방법으로 시행한 군에서는 평균 5.8 mm였다( $p=0.044$ ). 그러나 수술 후 6주에 측정된 전방척추체의 높이는 이중 풍선 부풀기를 시행한 군에서는 수술 직



**Fig. 3.** Cement leakage into the inferior endplate of a fractured vertebra.

후에 비해 평균 3.08 mm 감소, 고식적 방법을 시행한 군에서는 평균 4.68 mm 감소 하였고( $p=0.149$ ), 수술 후 6개월에 측정된 전방 척추체의 높이는 이중 풍선 부풀기 군에서는 평균 1.45 mm, 고식적 방법을 시행한 군에서는 평균 1.40 mm 감소하였다( $p=0.911$ ).

### 2. 시멘트 누출

수술 직후 촬영한 전후방 및 측면 단순 방사선 사진에서 전방 및 후방주 그리고 상하 종판을 기준으로 사각형을 그려 외부로 시멘트의 누출이 관찰되는 경우 추체의 시멘트 누출이 있다고 평가하였으며 후방 척추경의 도관을 따라 미세하게 관찰되는 잔존 시멘트는 유출로 평가하지 않았다. 추체외로 시멘트의 누출이 있는 경우 이중 풍선 부풀기를 시행한 군에서 하부 종판 및 추간판 공간으로 누출된 경우가 1예, 외측 벽을 넘어 혈관 모양으로 누출된 경우가 2예였고, 1예는 전방으로 누출되어 총 4예(22%)였다(Fig. 3). 고식적 방법의 경우 상하 종판으로 누출된 경우가 3예, 전방으로 누출된 경우가 1예, 외측 벽을 따라 혈관 모양으로 누출된 경우가 4례로 총 8예(27%)였다. 이중 풍선 부풀기 방법이 추체외로의 시멘트 누출 비율은 낮았으나 통계적으로 의미 있는 차이는 아니었다( $p=0.730$ ).

### 3. 인접 척추의 골절

수술 후 6개월간의 외래 추시 중 인접 척추의 골절이 관찰되는 경우는 이중 풍선 부풀기 군에서 2예에서 관찰되었고, 고식적 방법을 시행한 군에서는 1예 관찰되었다. 이중 부풀기 군에서 발생한 2예는 3개월, 5개월에 9번 흉추와 10번 흉추에서 발생하였고 고식적 방법을 시행한 군의 경우 술 후 6개월에 9번 흉추에서 인접 골절이 발생하였다.



## 고찰

고령의 골다공증성 척추체 압박 골절 환자에게 국소 마취 하에 시행되는 척추 성형술 혹은 척추 풍선 성형술은 비교적 안전하게 그리고 효과적으로 통증을 줄여 주는 시술로 널리 쓰이고 있다.<sup>1)</sup> 최근 무작위 대조군 연구에서도 이들의 장기간의 임상 결과 및 안정성에 대해서도 호의적인 결과를 보고하고 있으며, 통증, 기능 지수 모두 두 시술에서 유의한 호전을 보인다고 하였으며 시멘트 누출의 경우는 풍선 성형술이 훨씬 적고, 골절 정복 및 후만 변형에 장점을 보인다는 것 역시 여러 연구에서 보고한 바 있다.<sup>1,2,3,10)</sup>

다만 최근 풍선 성형술 후 발생하는 추체의 조기 재 압박이 재발성 통증의 원인으로 지목되고 있으며, 시멘트 누출에 의한 신경학적인 합병증들 역시 꾸준히 보고되고 있고, 특히 폐색전이나 척추관 내로의 누출은 치명적인 결과로 이어질 수 있어 이런 누출을 줄이기 위한 방법들이 소개되고 있다.<sup>7,11,12)</sup> 특히 Elnoamany<sup>7)</sup>는 시멘트와 용매를 각각 5등분하여 10분 간격으로 섞어 사용하는 새로운 연속적 시멘트 주입 법을 보고한 바 있으나, 이는 시멘트를 소량씩 주입해 안전성을 높일 수는 있으나 수술 시간이 지나치게 길어 지는 단점이 있다. 또한 Greene 등<sup>8)</sup>은 종판 손상이 있는 압박 골절 환자에서 종판 손상 부위에 미리 골시멘트를 주입해 미리 막는 Egg shell 술기를 소개한바 있다. 이에 저자는 이 두 가지 술식을 응용하여 시멘트를 연속적으로 주입하고 주입된 시멘트를 다시 한번 풍선을 부풀려 다져 주는 이중 풍선 술기를 도입하게 되었다.

다만 주입된 시멘트가 아직 굳지 않은 상태에서 다시 풍선 확장을 이용해 압력을 가하기 때문에 정상 골주사이로 굳지 않은 시멘트가 들어가 접촉 면적을 늘려 주는 효과로 인해 초기 정복의 유지에는 긍정적인 효과를 보였으나 두 번의 풍선 확장에 의한 압력에 의해 시멘트가 추체 내 정맥이나 손상 부위로 유입되어 추체외로 누출 비율을 높이지 않을까 추정해 볼 수 있었다. 저자들은 수술 도중 종판을 뚫고 추간판으로 혹은 추체벽 외측으로 시멘트 누출이 확인되는 경우 시멘트 주입을 바로 중지하였기 때문에 추체외로의 누출로 인한 임상적 합병증은 전례에서 없었다. 또한 저자들이 예상한 것과는 다르게 이중 풍선 부풀기 군에서 의미 있게 추체의 누출을 줄이지는 못했으나 이는 양군 모두 평균연령이 약 80세로 고령인점과 이들에게 급성기에 초기에 시행된 점들이 영향을 주었을 것으로 사료되었다. 따라서 추후 좀 더 많은 증례를 포함하고, 초기 증례를 제외한 후 재평가가 필요할 것으로 보인다.

추체의 정복의 유지 및 재 골절 방지를 위해 시멘트와 골과의 결합이 중요하다고 알려져 있으나 결합을 증가시키는 방법이나 술기에 대한 보고는 거의 없다.<sup>4,13,14)</sup> 다만 최근 고주파

(radiofrequency) 활성형 초고점도 시멘트를 이용한 풍선 성형술이 소개 되어 이전에 비해 50% 정도 추체외로의 시멘트 누출을 감소시켰다고 보고 하고 있으며, 이는 점도가 높은 시멘트의 사용 그리고 도관이 이전의 방법에 비하여 넓은 직경에 단축 척추경을 이용한 방법이므로 이런 결과를 얻을 수 있었다고 사료 된다.<sup>15)</sup> Lador 등<sup>14)</sup>은 추체외로의 시멘트 누출은 뼈의 형태와 골절의 형태, 시멘트의 점도, 그리고 주입 방법에 의해 결정된다고 하였으며 이론상으로도 골다공증이 아주 심하고 종판이 파괴되어 있는 경우에, 낮은 점도의 시멘트를 높은 압력으로 많은 양을 주입할 때 발생 가능할 것으로 보인다. 따라서 같은 골절 형태라고 가정한다면 높은 점도의 시멘트를 낮은 압력으로 주입하는 것이 가장 이상적이기는 하지만 점도가 높아지면 높은 압력이 필요하기 때문에 이상적인 점도와 이상적인 압력에 대해서는 좀 더 연구가 필요할 것으로 보이며 실제 임상에서는 추체 시멘트 주입 시 영상에서 시멘트가 구름처럼 퍼져 나가게 보이는 것을 추천하고 있다. 다만 유출을 줄이고자 지나치게 높은 점도로 시멘트를 주입하면 압력에 의해 기존 골 소주가 파괴되고 정상 골 부위와의 결합을 얻지 못하고 골조직과 시멘트가 이질적으로 따로 분리되거나 심지어는 통째로 이탈 되는 경우도 보고 되고 있다.<sup>4)</sup> 본 연구에서 이중 풍선 부풀기 방법으로 시행한 경우에서 전방주 정복 및 유지가 고식적 방법에 비해 좀 더 나은 결과를 보인것은 골과 시멘트의 결합이 고식적 방법에 비해 증가되었기 때문인것으로 저자들은 추정하였으며, 이를 정량적으로 관찰하기 위한 CT상 연구가 뒷받침되어야 할것으로 사료된다.

이중 풍선 부풀기 방법의 경우 시멘트 주입 양이 기존 방법보다 적게 들어가게 되는 데 이유는 초기에 정복을 일으키는 풍선의 부풀기 정도에 따라 시멘트 주입 양을 결정하기는 하나 일차적으로 주입되는 양이 풍선 부풀기 양의 1/2에서 2/3 정도로 적게 주입하기 때문이고 나머지는 두 번째 풍선 부풀기를 통해 압력을 가해 정상 골과 시멘트의 결합을 촉진하고 이후 형성된 공간을 필요에 따라 나머지 시멘트로 채워 주기 때문이다.

시멘트 주입 양이 고식적 방법보다 적기 때문에 시멘트로 충전된 추체의 stress shielding 효과가 감소 될 것으로 보여 장기적으로도 인접 추체의 골절 또한 낮을 것으로 예상할 수 있다. 최근 시멘트가 주입된 추체와 인접 추체의 강도 차이로 인한 인접 추체의 골절이 발생한다는 보고도 있어 본 연구에서도 이를 조사하였으나 증례 수가 적어 의미를 부여하기 어려웠다.<sup>16,17)</sup>

본 연구의 단점은 새로운 술기로 시행된 증례가 아직 많지 않고 추시 기간이 6개월로 짧은다는 점이다. 그러나 단기간의 방사선학적 결과에서 풍선 성형술의 장점인 전방 추체의 높이 회복 및 이에 따른 후만 교정이 통계적으로 의미 있게 밝혀 졌으므로 추후 임상 결과를 포함한 대규모 장기간의 결과 추시가 필요할 것으로 사료된다.

## 결론

기존의 방법에 비하여 이중 부풀기 풍선 척추 성형술의 경우 전방 추체 높이의 회복을 의미 있게 증가시킬 수 있었으며 시멘트 유출 비율도 낮았으나 통계적으로 의미 있는 차이는 아니었다.

## REFERENCES

1. Dohm M, Black CM, Dacre A, et al. A randomized trial comparing balloon kyphoplasty and vertebroplasty for vertebral compression fractures due to osteoporosis. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2014 Dec;35(12):2227-36. DOI:10.3174/ajnr.A4127.
2. Lee JK, Jeong HW, Joo IH, et al. Percutaneous balloon kyphoplasty for the treatment of very severe osteoporotic vertebral compression fractures: a case-control study. *Spine J*. 2018 Jun;18(6):962-9. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.10.006.
3. Lee SK, Lee SH, Yoon SP, et al. Quality of Life Comparison between Vertebroplasty and Kyphoplasty in Patients with Osteoporotic Vertebral Fractures. *Asian Spine J*. 2014 Dec;8(6):799-803. DOI: 10.4184/asj.2014.8.6.799.
4. Ha KY, Kim YH, Yoo SR, et al. Bone Cement Dislodgement: One of Complications Following Bone Cement Augmentation Procedures for Osteoporotic Spinal Fracture. *J Korean Neurosurg Soc*. 2015 May;57(5):367-70. DOI: 10.3340/jkns.2015.57.5.367.
5. Kita K, Takata Y, Higashino K, et al. Surgical Removal of Circumferentially Leaked Polymethyl Methacrylate in the Epidural Space of the Thoracic Spine after Percutaneous Vertebroplasty. *Surg J (N Y)*. 2017 Feb 10;3(1):E1-5. DOI: 10.1055/s-0037-1598030.
6. Wu CC, Lin MH, Yang SH, et al. Surgical removal of extravasated epidural and neuroforaminal polymethylmethacrylate after percutaneous vertebroplasty in the thoracic spine. *Eur Spine J*. 2007 Dec;16(3 Suppl):326-31. DOI: 10.1007/s00586-006-0237-2.
7. Elnoamany H. Percutaneous Vertebroplasty: A New Serial Injection Technique to Minimize Cement Leak. *Asian Spine J*. 2015 Dec;9(6):855-62. DOI: 10.4184/asj.2015.9.6.855.
8. Greene DL, Isaac R, Neuwirth M, et al. The eggshell technique for prevention of cement leakage during kyphoplasty. *J Spinal Disord Tech*. 2007 May;20(3):229-32. DOI: 10.1097/01.bsd.0000211276.76024.30.
9. Sabuncuoglu H, Dincer D, Guclu B, et al. Intradural cement leakage: a rare complication of percutaneous vertebroplasty. *Acta Neurochir (Wien)*. 2008 Aug;150(8):811-5. DOI: 10.1007/s00701-008-1503-3.
10. Lee JH, Lee DO, Lee JH, et al. Comparison of radiological and clinical results of balloon kyphoplasty according to anterior height loss in the osteoporotic vertebral fracture. *Spine J*. 2014 Oct 1;14(10):2281-9. DOI: 10.1016/j.spinee.2014.01.028.
11. Kim YY, Rhyu KW. Recompression of vertebral body after balloon kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fracture. *Eur Spine J*. 2010 Nov;19(11):1907-12. DOI: 10.1007/s00586-010-1479-6.
12. Li D, Wu Y, Huang Y, et al. Risk factors of recompression of cemented vertebrae after kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures. *Int Orthop*. 2016 Jun;40(6):1285-90. DOI: 10.1007/s00264-016-3203-6.
13. Kruger A, Oberkircher L, Kratz M, et al. Cement interdigitation and bone-cement interface after augmenting fractured vertebrae: A cadaveric study. *Int J Spine Surg*. 2012 Dec 1;6:115-23. DOI: 10.1016/j.ijsps.2012.02.005.
14. Lador R, Dreiangel N, Ben-Galim PJ, et al. A pictorial classification atlas of cement extravasation with vertebral augmentation. *Spine J*. 2010 Dec;10(12):1118-27. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.09.020.
15. Feng L, Shen JM, Feng C, et al. Comparison of radiofrequency kyphoplasty (RFK) and balloon kyphoplasty (BKP) in the treatment of vertebral compression fractures: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2017 Jun;96(25):E7150. DOI: 10.1097/MD.00000000000007150.
16. Li H, Yang DL, Ma L, et al. Risk Factors Associated with Adjacent Vertebral Compression Fracture Following Percutaneous Vertebroplasty After Menopause: A Retrospective Study. *Med Sci Monit*. 2017 Nov 5;23:5271-6. DOI: 10.12659/MSM.907364.
17. Zhang H, Xu C, Zhang T, et al. Does Percutaneous Vertebroplasty or Balloon Kyphoplasty for Osteoporotic Vertebral Compression Fractures Increase the Incidence of New Vertebral Fractures? A Meta-Analysis. *Pain Physician*. 2017 Jan-Feb;20(1):E13-28.

## 이중 풍선 부풀기 방법을 이용한 풍선 척추 성형술의 방사선학적 결과

하대호 · 심대무\* · 김태균\* · 오성균 · 김승민

원광대학교 의과대학 산본병원 정형외과, \*원광대학교 의과대학병원 정형외과

연구 계획: 후향적 대조군 연구

목적: 시멘트 유출을 줄이고 골과 시멘트 결합을 증가시키기 위해 두 번의 풍선 부풀기를 시행하여 이 술기의 방사선학적 결과 및 시멘트 유출 비율을 기존 고식적 방법과 비교 하고자 한다.

선행 연구문헌의 요약: 풍선 척추 성형술 도중 시멘트의 유출을 막기 위해 Egg shell 술기등 여러 방법들이 제시되었다.

대상 및 방법: 흉추 혹은 요추의 골다공증성 압박 골절로 진단된 환자들에 대해 2015년 4월 이후 이중 풍선 부풀기 방법을 이용해 풍선 척추 성형술을 시행한 총 18예와 4월 바로 이전에 고식적 방법으로 시행한 연속적인 30예의 술 전 과 술 후 척추 전방 추체 높이의 변화와 시멘트 유출 등 방사선학적 결과를 비교 분석하였다. 이중 풍선 부풀기 방법을 이용한 군의 평균 연령은 81세 였고 남성 1명 여성 17명이었으며 고식적 방법을 시행한 군의 평균연령은 79세였고 남성1명 여성 29명이었다. 이들에 대해서 수술 직후 그리고 수술 후 6주, 수술 후 6개월째 외래 추시 단순 방사선 검사상 측면상에서 전방 추체 높이의 변화를 측정하였고, 수술 직후 전후방 사진을 통해 시멘트 유출 유무를 평가하였다.

결과: 전방 추체의 회복은 수술 직후 이중 풍선 부풀기 군에서는 평균 7.58 mm였고, 고식적 방법 군에서는 평균 5.8 mm 증가 하였으나( $p=0.044$ ), 술 후 6주에 이중 풍선 부풀기 군에서 수술 직후에 비해 평균 3.08 mm 감소, 고식적 방법 군에서는 수술 직후에 비해 평균 4.68 mm 감소( $p=0.149$ )하였고, 수술 후 6개월 추시에서는 이중 풍선 부풀기 군에서 평균 1.45 mm, 고식적 방법 군에서 1.40 mm 감소하였다( $p=0.911$ ). 술 후 전방 및 측면 단순 방사선상 시멘트 유출은 이중 풍선 부풀기 군에서 22%, 고식적 군에서 27%가 관찰되었다( $p=0.730$ ).

결론: 고식적인 방법에 비해 이중 부풀기 풍선 척추 성형술의 경우 전방 추체 높이의 회복을 의미 있게 증가시킬 수 있었으며 시멘트 유출 비율도 고식적 군과 의미 있는 차이를 보이지 않았다.

색인 단어: 흉추, 요추, 골다공증, 풍선 척추 성형술

약칭 제목: 이중 풍선 부풀기 방법

접수일: 2017년 12월 1일

수정일: 2017년 12월 26일

게재확정일: 2018년 4월 2일

교신저자: 오성균

경기도 군포시 산본로 327 원광대학교 의과대학 산본병원 정형외과

TEL: 031-390-2992 FAX: 031-390-2244 E-mail: niceo@hanmail.net