

论 著

延伸至终板的骨折线对PVP术后同一椎体再发骨折的预测价值

广东省广州市红十字会医院(暨南大学医学院第四附属医院)放射科
(广东 广州 510220)

区嘉慧 曾旭文 熊玉超
梁治平 彭丽君

【摘要】目的 探讨经皮椎体成形术(PVP)手术且存在骨水泥-终板未接触(NPEC)的患者延伸至终板骨折线在预测PVP术后同一椎体再发骨折的价值。**方法** 回顾性分析收治的OVCF并进行PVP手术的患者123例,其中男性40例,女性83例,年龄68~90岁,平均年龄79.92岁,根据同一椎体是否再发骨折进行分组,即分为复发组(再发椎体骨折)和非复发组(非再发椎体骨折)。并将患者性别、年龄、骨折水平、延伸至终板的骨折线、椎体楔形角度、骨水泥外渗、骨水泥体积作为自变量,采用单因素及多因素回归分析再发骨折的危险因素。**结果** 复发组40例,其中男性24例,女性16例,年龄70~89岁,平均年龄78.67岁;非复发组83例,其中男性40例,女性43例,年龄68~90岁,平均年龄76.92岁。Logistic单因素分析显示存在骨水泥-终板未接触时,延伸至终板的骨折线与再发骨折相关($\chi^2=9.799$, $P=0.002$);多因素Logistic回归分析显示存在骨水泥-终板未接触时,延伸至终板的骨折线为再发骨折的独立危险因素($OR=3.461$, $P=0.009$)。**结论** 存在骨水泥-终板未接触时,延伸至终板的骨折线出现预示着PVP术后再发骨折的风险增高。

【关键词】 延伸至终板的骨折线;骨质疏松症;椎体压缩骨折;经皮椎体成形术;

【中图分类号】 R683;

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.07.047

通讯作者:曾旭文

Predictive Value of Endplate Cortical Disrupture for Recurrent Fracture of the Same Vertebral Body after PVP

OU Jia-hui, ZENG Xu-wen, XIONG Yu-chao, et al., Department of Radiology, Guangzhou Red Cross Hospital, the Fourth Affiliate Hospital of Jinan University Medical College, Guangzhou 510220, Guangdong Province, China

[Abstract] Objective To explore the value of endplate cortical disruption in patients with osteoporotic vertebral compression fractures(OVCF) and non-PMMA-endplate-contact (NPEC) in predicting the same vertebral fracture after PVP. **Methods** A retrospective analysis of patients who underwent OVCF from January 2014 to May 2018 and underwent PVP surgery was performed to select eligible patients, including 40 patients with recurrent vertebral fractures and 83 patients with non-recurrent vertebral fractures. Gender, age, fracture level, endplate cortical disruption, vertebral wedge angle, bone cement extravasation, and bone cement volume were used as independent variables. Single factor and multivariate regression analysis were used to analyze the risk factors of recurrent fracture. **Results** There were 40 patients in the recurrence group, including 24 males and 16 females, aged 70~89 years, with an average age of 78.67 years; 83 patients in the non-recurrent group, including 40 males and 43 females, aged 68~90 years, with an average age of 76.92 years. Logistic univariate analysis showed that endplate cortical disruption ($\chi^2=9.799$, $P=0.002$) was associated with recurrent fracture in the absence of NPEC; multivariate logistic regression analysis showed the presence of NPEC, endplate cortical disruption ($OR=3.461$, $P=0.009$) was an independent risk factor for recurrent fracture. **Conclusion** In the presence of NPEC, the fracture line extending to the endplate indicates an increased risk of re-fracture after PVP.

[Key words] Endplate Cortical Disruption; Osteoporosis; Compression Fractures; Percutaneous Vertebroplasty

骨质疏松性椎体压缩性骨折(osteoporotic vertebral compression fractures, OVCF)是引起老年人下腰痛的常见原因之一^[1-2]。经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)是治疗由OVCF引起的腰背痛的安全有效的治疗方法^[3-4],但是PVP术后并发症的出现会影响PVP治疗效果,如术后椎体再发骨折出现可能会导致脊髓损害。研究认为骨水泥-终板未接触(non-PMMA-endplate-contact, NPEC)时,再发骨折的风险增加^[5-7],但当同时存在延伸至终板骨折线时,再发骨折的风险是否会进一步增加,国内报道较少见。因此,笔者回顾性分析OVCF行PVP手术并存在骨水泥-终板未接触的患者,延伸至终板的骨折线是否会增加再发骨折的发生,从而探讨延伸至终板骨折线在预测PVP术后同一椎体再发骨折的价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选择2014年1月至2019年5月在广州市红十字会医院经MRI检查发现急性OVCF并行PVP患者123例,其中男性40例,女性83例,年龄68~90,平均年龄(79.92±3.94)。伤椎123个,其中胸椎35个,腰椎88个。纳入标准:①OVCF并进行单节段PVP手术治疗的;②骨水泥-终板未接触;③手术前后均行X射线和MRI检查;④手术时间至最后一次X射线检查至少随访1年以上。

排除标准：①伴有良恶性骨肿瘤的患者；②胸腰椎骨折伴有椎管内占位或者神经压迫症状患者；③骨折椎体内存在裂隙患者；④对骨水泥有过敏反应和心脏毒性患者。

1.2 方法

1.2.1 手术方法：术中患者取俯卧位，胸腰段椎体处于过伸状态，常规消毒铺巾。在C臂机透视确定伤椎，用克氏针定位手术穿刺点。用1%Lidocain 10ml局麻穿刺点，透视下从伤椎单侧/双侧出用穿刺针进针，经椎弓根达椎体后缘时正位像穿刺针不超过椎弓根影内缘，穿入椎体2mm后换置针芯，再放置扩张器和工作套管，手锤击入至椎体后缘。拔出扩张器，沿工作套管置入直径4mm精细骨钻在椎体内开路，直达距离椎体前缘3mm，拔出骨钻后放入导针探查椎体内情况，确认位置无误且正位像针尖达到椎体中线。置入球囊扩张器，侧位透视见球囊标记位于椎体前3/4，连续透视监视下注入造影剂缓慢扩张球囊，加压至50psi时取出内芯，继续加压扩张球囊，控制压力不超过200psi，透视见球囊到达椎体上下终板，椎体高度恢复满意，停止加压，抽出造影剂并撤出球囊。调配PMMA(丙烯酸树脂)骨水泥至团块期，连续透视下低

压注入椎体内，当骨水泥充填满意时即停止注射。于骨水泥凝固前旋转注射导管数圈，使之与骨水泥分离，然后拔出注射装置。术毕。

1.2.2 椎体再发骨折的判定：根据术后同一椎体是否再发骨折将患者分为复发组和非复发组。复发组：①术后首次与最后一次椎体压缩率的差值 $\geq 15\%$ ^[8]。②临床表现为PVP术后椎体疼痛加重或者重新出现疼痛。符合上述2个标准为判定为复发。非复发组：①术后首次与最后一次椎体压缩率的差值 $< 15\%$ 。②临床表现未出现术后椎体疼痛。符合上述2个标准为非复发组。

椎体压缩率(%)=1-椎体最大压缩点的高度 $\times 2/(\text{邻近上椎体同部位高度} + \text{邻近下椎体同部位高度})$ 。见图1。

1.2.3 影像学因素评估：对患者术后进行MRI检查。采用德国Siemens Avanto1.5T超导MRI扫描仪及脊柱8通道相控阵线圈。扫描序列如下：矢状T₁加权成像(T₁ weighted imaging, T₁WI)，重复时间(repetition time, TR)535ms，回波时间(time echo, TE)11ms，层厚4.0mm；矢状T₂加权成像(T₂ weighted imaging, T₂WI)，TR3500ms，TE90ms，层厚4.0mm；精确频率反

转恢(spectral presaturation attenuated inversion recovery, SPAIR)T₂压脂序列，TR3500ms，TE90ms，层厚4.0mm。

对采集图像采取完全随机阅读方式，由2名具有5年以上骨肌影像诊断经验的医师进行独立阅片，意见不一致时协商达成一致。影响OVCF患者PVP术后再发骨折因素有，延伸至终板的骨折线：X射线或者MRI上椎体上/下终板骨皮质不连，见骨折线^[9]，反之则认为无骨折线；骨水泥无渗透：正、侧位X线片和MRI图像上，骨水泥均未超出手术椎体范围，反之则认为有渗透^[10]；椎体楔形角度：上终板与下终板之间的夹角；骨折水平：分为交界[胸腰段椎体(T₁₀~L₂)]与非交界[非胸腰段椎体(T₆~T₉和L₃~L₅)]^[11]。

1.3 统计学方法 采用SPSS 22.0进行数据统计分析。计数资料采用 χ^2 检验，计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示。计量资料先进行正态性检验(K-S法)，符合正态分布者组间比较采用t检验，方差不齐者采用Satterthwaite近似法；将单因素分析中的有统计学意义的自变量纳入回归模型，进行多因素Logistic回归(Forward LR法)，检验水准 $\alpha = 0.05$ 。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

表1 影响OVCF患者PVP术后再次骨折的单因素Logistics回归分析

项目	复发组	非复发组	t/ χ^2	P
性别(男/女)	24/16	40/43	1.072	0.301
年龄(岁)	78.67 $\pm$ 4.65	76.92 $\pm$ 5.18	1.252	0.263
骨水泥体积(mL)	3.18 $\pm$ 0.85	3.5 $\pm$ 1.00	0.012	0.914
骨水泥外渗[例(有/无)]	6/34	15/67	0.205	0.651
骨折水平[例(交界/非交界)]	29/11	63/20	0.166	0.684
椎体楔形角度	10.13 $\pm$ 1.54	9.67 $\pm$ 1.70	0.217	0.642
延伸至终板的骨折线[例(有/无)]	21/19	20/63	9.799	0.002

表2 影响OVCF患者PVP术后再次骨折的多因素Logistics回归分析

变量	β	S.E.	Wald	P	OR	95%CI
延伸至终板的骨折线	1.247	0.408	9.368	0.009	3.461	1.362~8.790

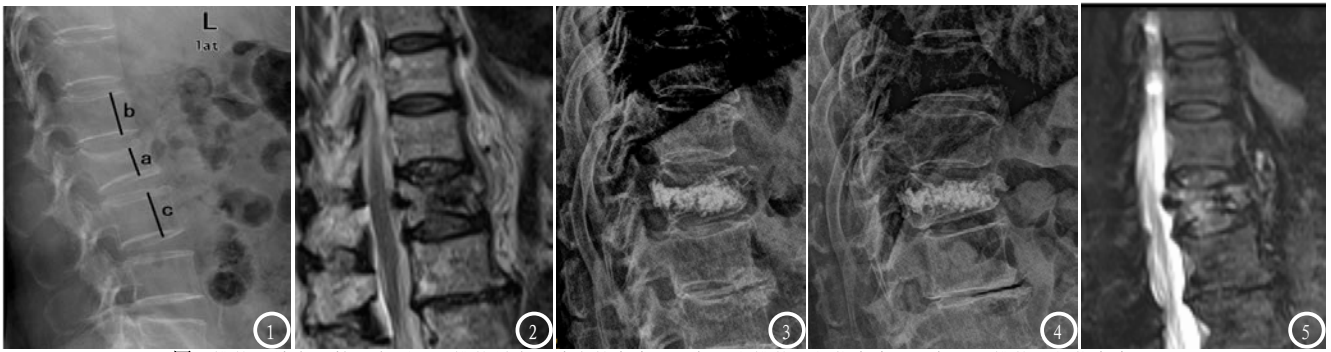


图1 椎体压缩率计算示意图。a 椎体最大压缩点的高度；b 邻近上椎体同部位高度；c 邻近下椎体同部位高度。

图2-5 1例PVP术后椎体再发骨折MRI图像

2 结 果

2.1 分组情况 根据复发组与非复发组的入组标准，分为复发组40例(椎体数40个)，非复发组83例(椎体数83个)。复发组40例，其中男性24例，女性16例，年龄70~89岁，平均年龄78.67岁；非复发组83例，其中男性40例，女性43例，年龄68~90岁，平均年龄76.92岁。

2.2 影响再发骨折的因素分析 以是否再发骨折为因变量，以性别、年龄、骨水泥体积、骨水泥外渗、骨折水平、椎体楔形角度、延伸至终板的骨折线为自变量进行Logistic回归分析。单因素分析结果表明，存在骨水泥-终板未接触时，延伸至终板的骨折线与再发骨折相关($\chi^2=9.799$, $P=0.002$)，年龄、性别、骨折水平、椎体楔形角度、骨水泥体积、骨水泥外渗与再发骨折的发生不相关($P>0.05$)。见表1。

对单因素分析有统计学意义的相关因素进行进一步多因素Logistic回归分析，存在骨水泥-终板未接触时，发现延伸至终板的骨折线为再发骨折的危险因素(表2)(OR=3.461, 95%CI=1.362~8.790, $P=0.009$)。

2.3 典型病例 1例T₁₂椎体急性压缩骨折患者，椎体下终板存在延伸至终板的骨折线(图2)。PVP手术骨水泥注入后骨水

泥-终板未接触(图3)。6个月后，椎体再发骨折，椎体压缩率增加18%(图4)。MRI证实椎体再发骨折，骨髓水肿存在(图5)。见图2-5。

3 讨 论

PVP术后椎体再发骨折可能的危险因素大致可分为四个方面^[12]，即患者临床特点(高龄、缺乏骨质疏松药物治疗、低体质量指数)、压缩的椎体因素(骨折水平、骨折椎体压缩程度、延伸至终板的骨折线、椎体内存在裂隙)、手术操作因素(骨水泥未接触上/下终板、骨水泥注入量过多、骨水泥的分布模式、骨水泥渗透入椎间盘、椎体前缘高度恢复过多)和骨水泥因素(骨水泥黏稠度、骨水泥热损伤)^[13]。探讨PVP术后椎体再发骨折的危险因素可以帮助研究人员认识术后椎体再骨折的发生机制，指导临床治疗，提高患者的生活质量。

Zhang L等^[14]分析172例单节段胸腰椎椎体急性压缩骨折并进行PVP治疗的患者，随访一年后有22例发现椎体再发骨折，认为骨水泥-终板未接触是PVP术后椎体再发骨折的危险因素。田伟^[12]和Kim YY^[5]研究也认为骨水泥同时接触上、下终板可以避免手术椎体发生再骨折。以上研究均表明骨水泥-终板未接触是PVP术后椎体

再发骨折的危险因素，但当骨水泥-终板未接触时，存在延伸至终板的骨折线是否会进一步提高再发骨折的发生，未见报道。

笔者研究发现当骨水泥-终板未接触时，存在延伸至终板的骨折线再发骨折发生率为32.5%(40/123)，明显高于Kim YY^[5]和HEO DH^[7]报道的再发骨折发生率，分别为12.5%和3.21%。Logistic回归分析发现，骨水泥-终板未接触时，延伸至终板的骨折线是PVP术后椎体再发骨折的危险因素。Baroud G等^[15]研究发现，L5椎体骨水泥的注入使得L4/5椎间压力增加约19%，通过传导使得L5椎体上终板和L4椎体下终板中心凹陷增加了约17%，即骨水泥的注入使得应力相对集中，压迫椎间盘并将应力传导至椎体终板，从而发生PVP术后椎体再发骨折。Kim YY等^[5]研究发现骨水泥-终板未接触时，PVP术后椎体未填充骨水泥部分的再发骨折率明显增高。Berlemann U等^[16]通过对功能脊柱单位(functional spine units, FSUs)生物力学研究发现，注入骨水泥的FSUs更容易受到载荷压力的破坏。笔者认为椎体骨水泥的注入使得相应椎体未填充骨水泥的部分应力增加，当PVP术后椎体存在骨水泥-终板未接触时，而且终板骨折在恢复过程中断端不能够完全的对位对线愈合，因此椎体抗轴向压

力作用明显减低,容易发生PVP术后椎体再骨折。

笔者研究的局限性是仅做了回顾性研究,且纳入病例中再发骨折椎体数较少,可能会导致统计分析结果的误差。今后将考虑纳入更多样本开展前瞻性研究。

综上所述,骨水泥-终板未接触时,延伸至终板的骨折线是OVCF患者PVP术后同一椎体再发骨折的危险因素。术后椎体再发骨折可能导致患者遭受不同程度的功能障碍和疼痛,因此在手术过程中应确保骨水泥到达上、下终板,以防止术后椎体临床过程恶化。

参考文献

- [1] 于凌佳,张华伟.椎体成形术后相邻椎体再骨折[J].中国骨质疏松杂志,2008,(11):823-826.
- [2] 杨朝林,刘日新,袁国奇,等.骨质疏松压缩骨折经皮椎体成形术伤椎高度变化的MSCT与临床疗效的评价[J].中国CT和MRI杂志,2015,13(04):107-110.
- [3] Y. Hou, Q. Yao, G. Zhang, et al. Polymethylmethacrylate distribution is associated with recompression after vertebroplasty or kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: A retrospective study[J]. PLoS One, 2018, 13(6): e0198407.
- [4] 陈文静,燕桂新,孙亮,等.128排螺旋CT及MRI对诊断骨质疏松性椎体压缩的诊断价值比较[J].中国CT和MRI杂志,2012,10(06):97-99.
- [5] Y. Y. Kim, K. W. Rhyu. Recompensation of vertebral body after balloon kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fracture[J]. Eur Spine J, 2010, 19(11): 1907-12.
- [6] D. He, C. Lou, W. Yu, et al. Cement Distribution Patterns Are Associated with Recompensation in Cemented Vertebrae After Percutaneous Vertebroplasty: A Retrospective Study[J]. World Neurosurg, 2018, 120: e1-e7.
- [7] D. H. Heo, D. K. Chin, Y. S. Yoon, et al. Recollapse of previous vertebral compression fracture after percutaneous vertebroplasty[J]. Osteoporos Int, 2009, 20(3): 473-80.
- [8] W. B. Yu, X. B. Jiang, D. Liang, et al. Risk factors and score for recollapse of the augmented vertebrae after percutaneous vertebroplasty in osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Osteoporos Int, 2019, 30(2): 423-430.
- [9] S. J. Hong, S. Lee, J. S. Yoon, et al. Analysis of intradiscal cement leakage during percutaneous vertebroplasty: multivariate study of risk factors emphasizing preoperative MR findings[J]. J Neuroradiol, 2014, 41(3): 195-201.
- [10] M. J. Nieuwenhuijse, A. R. Van Erkel, P. D. Dijkstra. Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: identification of risk factors[J]. Spine J, 2011, 11(9): 839-48.
- [11] W. C. Lin, C. H. Lu, H. L. Chen, et al. The impact of preoperative magnetic resonance images on outcome of cemented vertebrae[J]. Eur Spine J, 2010, 19(11): 1899-906.
- [12] 田伟,韩晓,刘波,等.经皮椎体后凸成形术后骨水泥分布与手术椎体再骨折的关系[J].中华创伤骨科杂志,2012,14(3):211-215.
- [13] J. Urrutia, C. M. Bono, P. Mery, et al. Early histologic changes following polymethylmethacrylate injection (vertebroplasty) in rabbit lumbar vertebrae[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(8): 877-82.
- [14] L. Zhang, Q. Wang, L. Wang, et al. Bone cement distribution in the vertebral body affects chances of recompression after percutaneous vertebroplasty treatment in elderly patients with osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Clin Interv Aging, 2017, 12: 431-436.
- [15] G. Baroud, J. Nemes, P. Heini, et al. Load shift of the intervertebral disc after a vertebroplasty: a finite-element study[J]. Eur Spine J, 2003, 12(4): 421-6.
- [16] U. Berlemann, S. J. Ferguson, L. P. Nolte, et al. Adjacent vertebral failure after vertebroplasty. A biomechanical investigation[J]. J Bone Joint Surg Br, 2002, 84(5): 748-52.

(本文编辑:汪兵)

【收稿日期】2019-12-25