

• 临床论著 •

骨折严重程度与经皮椎体成形术后伤椎压缩的相关性研究

李大刚^{1△} 郑景陆¹ 洪嘉祥¹ 郑嘉辉¹

[摘要] 目的:观察骨折严重程度对骨质疏松性椎体压缩性骨折(OVCF)经皮椎体成形术(PVP)后伤椎压缩的影响。方法:回顾性筛选 2013 年 10 月至 2023 年 7 月行经皮椎体成形术治疗的骨质疏松性椎体压缩性骨折患者资料,随访时间为 6 个月至 5 年。根据术后伤椎压缩情况,分为 A 组(伤椎前缘压缩率 $<15\%$)及 B 组(伤椎前缘压缩率 $\geq 15\%$)。统计患者一般临床特征、影像学特点、手术因素及术后抗骨质疏松情况,先对这些项目进行单因素分析,再对有统计意义的项目进行 Logistic 回归分析。结果:共 159 例患者纳入研究,单因素分析结果显示,骨折严重程度及是否抗骨质疏松治疗与经皮椎体成形术后伤椎压缩存在相关性($P<0.05$)。Logistic 回归分析结果显示骨折严重程度与术后伤椎压缩显著相关($P<0.05$),而是否抗骨质疏松治疗与术后伤椎压缩不相关($P>0.05$)。结论:骨折严重程度与经皮椎体成形术后伤椎压缩显著相关,椎体骨折越严重,后期伤椎压缩率越高。

[关键词] 骨质疏松;脊柱骨折;经皮椎体成形术;再压缩

[中图分类号] R683.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2025)02-0055-06

DOI: 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.250211

Correlation between Fracture Severity and Injured Vertebral Compression after Percutaneous Vertebroplasty

LI Dagang^{1△} ZHENG Jinglu¹ HONG Jiaxiang¹ ZHENG Jiahui¹

¹ Zhongshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Zhongshan 528400, Guangdong China.

Abstract Objective: To observe the effect of fracture severity on the compression of injured vertebrae after percutaneous vertebroplasty (PVP) for osteoporotic vertebral compression fractures (OVCF). **Methods:** The data of patients with OVCF who underwent PVP from October 2013 to July 2023 were retrospectively screened, and the follow-up time was 6 months to 5 years. According to the postoperative compression of the injured vertebrae, the patients were divided into group A (recompression rate of the anterior edge of the injured vertebrae $<15\%$) and group B (recompression rate of the anterior edge of the injured vertebrae $\geq 15\%$). The general clinical characteristics, imaging characteristics, surgical factors and postoperative anti-osteoporosis status of the patients were analyzed. Univariate analysis was performed on these items, and then Logistic regression analysis was performed on statistically significant items. **Results:** A total of 159 patients were included in the study. The results of univariate analysis showed that the severity of fracture and anti-osteoporosis treatment were related to the compression of injured vertebrae after PVP ($P<0.05$). Logistic regression analysis showed that fracture severity was significantly correlated with postoperative vertebral compression ($P<0.05$), while anti-osteoporosis treatment was not significantly correlated with postoperative vertebral compression ($P>0.05$). **Conclusion:** The fracture severity is significantly correlated with the compression of the injured vertebra after PVP. The more severe the vertebral fracture, the higher the compression rate of the injured vertebra.

Keywords: osteoporosis; spinal fractures; percutaneous vertebroplasty; recompression

基金项目:广东省医学科学技术研究基金项目(B2020193)

中山市社会公益与基础研究项目(2023B1071)

¹ 中山市中医院(广东 中山, 528400)

[△]通信作者 E-mail: zsorto@163.com

随着我国人口老龄化程度的加剧,骨质疏松性椎体压缩性骨折(Osteoporotic Vertebral Compression Fracture, OVCF)的发生越来越常见。经皮椎体成形术(Percutaneous Vertebroplasty, PVP)是治疗骨质疏

松性椎体压缩性骨折的重要方法,通过将骨水泥注入骨折椎体来稳定病椎,可以迅速缓解疼痛,提高生活质量。但是,近年来陆续有报道指出经皮椎体成形术后伤椎压缩^[1-3],主要发生在术后3个月内,表现为疼痛反复,甚至出现脊柱后凸畸形及脊髓神经压迫症状,需要翻修手术,严重威胁老年人的身体健康。既往研究^[1-5]发现经皮椎体成形术后伤椎压缩与骨密度、术前椎体内裂隙、胸腰段骨折、骨水泥分布类型等多因素相关,但缺乏骨折严重程度的研究。为研究骨折严重程度与经皮椎体成形术后伤椎压缩的相关性,回顾性分析了2013年10月至2023年7月,在本科行经皮椎体成形术治疗并持续随访半年以上的骨质疏松性椎体压缩性骨折患者159例,结果显示经皮椎体成形术后伤椎压缩与骨折严重程度密切相关,现报告如下。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

回顾性筛选2013年10月至2023年7月于本院就诊的骨质疏松性椎体压缩性骨折行经皮椎体成形术治疗患者资料,随访时间为6个月至5年,根据术后伤椎压缩情况分为A组(伤椎前缘压缩率 $<15\%$)和B组(伤椎前缘压缩率 $\geq 15\%$)。

1.2 诊断标准

参照《骨质疏松性骨折诊疗指南》^[6],在本指南发布之前的病例也需符合本指南诊断标准才能纳入研究。

1.3 纳入标准

1)符合以上诊断标准;2)疼痛或局部压痛与影像学检查结果一致;3)MRI结果确认的新鲜椎体压缩性骨折;4)经皮椎体成形术治疗的患者。

1.4 排除标准

1)继发于其他因素的椎体压缩性骨折,如转移性肿瘤或血管瘤等引起的病理性骨折;2)持续随访时间不足6个月;3)缺乏随访影像学检查结果,无法评价经皮椎体成形术后伤椎压缩情况。

1.5 方法

入院后完善血常规、生化、凝血、骨密度及磁共振等检查后,局麻下行经皮椎体成形术, T_{10} 椎体以上行单侧穿刺, T_{10} 椎体及以下单椎体骨折行双侧穿刺,多椎体骨折行单侧穿刺;骨水泥注射量视术中骨水泥弥散情况,以骨水泥弥散均匀、避免渗漏及充分填充伤椎为原则;术后当天卧床休息,第2天复查CT片后起床活动,活动时间及次数视具体情况而定,术后3d出院,持续随访半年以上。

1.6 检测项目统计

1)一般临床特征,包括年龄、性别、身高、体重及骨折节段等;2)影像学特征,包括腰椎骨密度、骨折严重程度及伤椎前缘压缩率;3)手术因素,包括经皮椎体成形术穿刺方法、骨水泥注射量及骨水泥矢状位分布情况;4)术后是否应用双膦酸盐类药物抗骨质疏松治疗。

1.7 统计学方法

采用SPSS 23.0统计学软件进行统计分析。先进行单因素分析,计量数据先进行正态分布和方差齐性检验,符合正态分布的数据行独立样本 t 检验,不符合正态分布的数据行Mann-Whitney U 非参数检验;分类数据进行 χ^2 检验。将术后椎体压缩率作为因变量,单因素分析有统计意义的项目作为协变量,采用向后似然比法行二分类Logistic回归分析,进一步确定风险因素。 $P<0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料及单因素相关分析

共159例患者纳入本研究,男25例,女134例;年龄为56~93岁。单因素分析结果显示,骨折严重程度(具体分型见图1-图6)及是否抗骨质疏松治疗与经皮椎体成形术后伤椎压缩存在相关性($P<0.05$)。性别、年龄、身高、体重、腰椎骨密度、骨水泥注射量、是否胸腰段骨折、经皮椎体成形术单双侧穿刺及骨水泥是否接触上下终板与经皮椎体成形术后伤椎压缩无相关性($P>0.05$),见表1。



(a) 磁共振检查显示 L_4 椎体水肿, $L_{3/4}$ 椎体陈旧性压缩, $L_{2/3/4}$ 椎体许莫氏结节;(b) L_2 经皮椎体成形术后X线片;(c) 7个月后再发腰痛,磁共振检查显示 L_4 椎体新鲜骨折,但 L_2 椎体水肿消失、椎体高度无明显压缩;(d) L_2 经皮椎体成形术后X线片, L_2 椎体较7个月前无明显压缩

图1 患者1(I型),女,73岁,无明显外伤,腰椎骨密度为-3.6

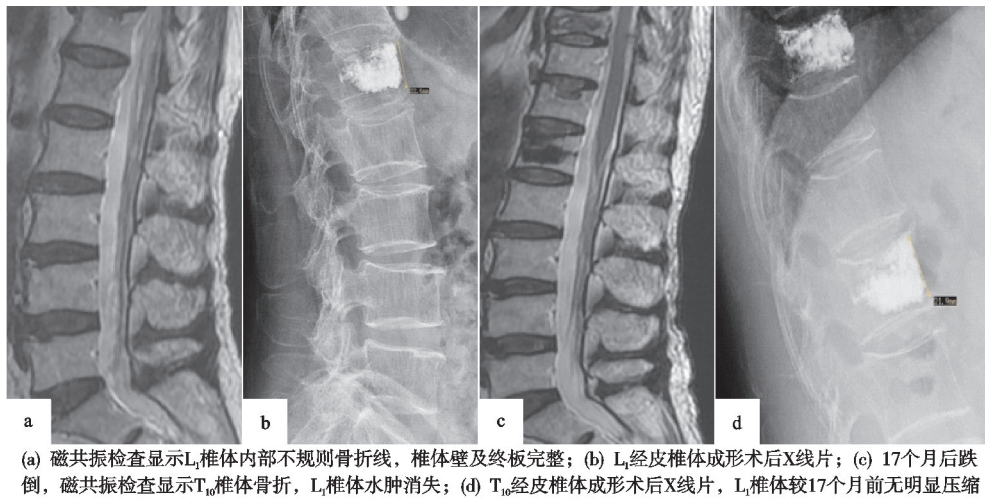


图 2 患者 2(Ⅱ型),女,79 岁,坐车颠簸,腰椎骨密度为 -4.4

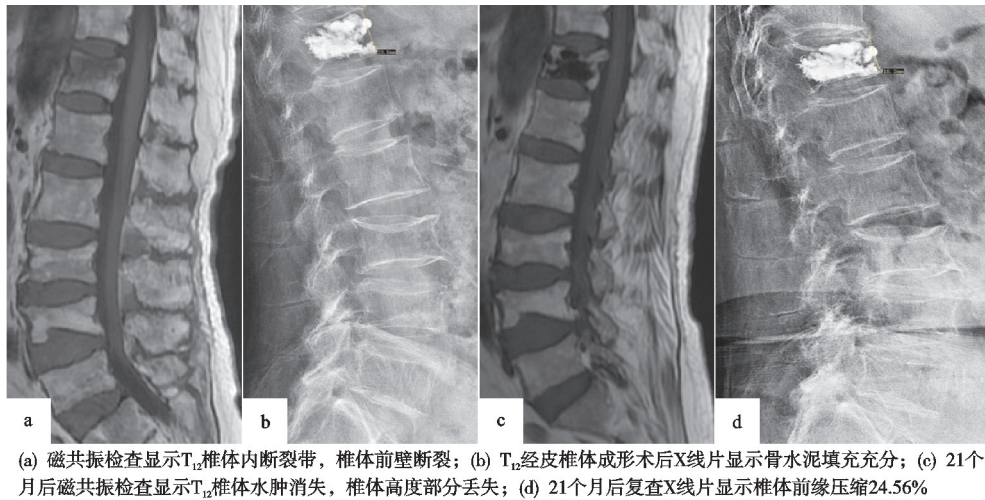


图 3 患者 3(Ⅲ型),女,72 岁,跌倒,腰椎骨密度为 -3.8

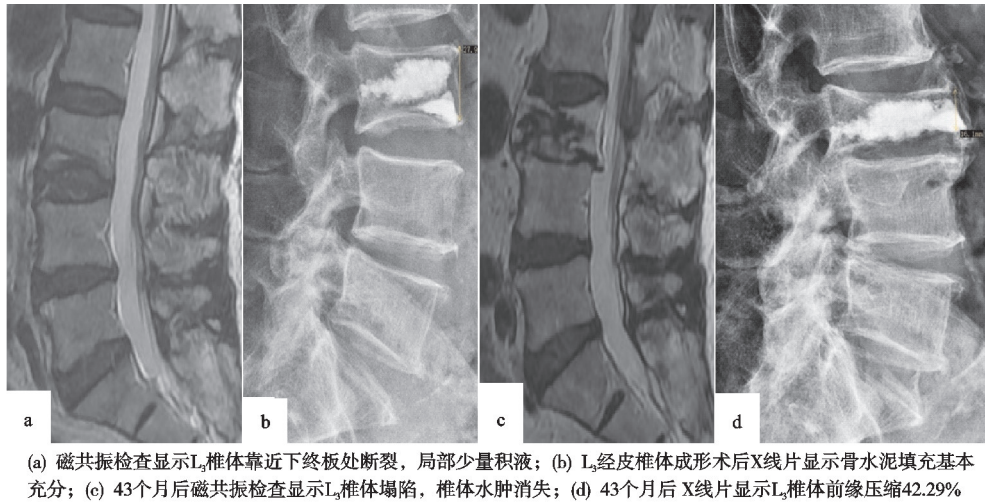


图 4 患者 4(Ⅳ型),男,80 岁,无明显外伤,腰椎骨密度为 -2.5

2.2 二分类 Logistic 回归分析

二分类 Logistic 回归分析结果显示骨折严重程度分型与术后伤椎压缩显著相关($P<0.05$),而是否抗骨质疏松治疗与术后伤椎压缩不显著相关($P>0.05$),见表 2。

3 讨论

经皮椎体成形术总体疗效满意,但是近年来陆续有报道经皮椎体成形术后伤椎压缩现象^[1-5],目前尚缺乏统一的命名,各文献报道常命名为“手术椎体再压缩”“手术椎体再骨折”“手术椎体再塌陷”及“手术椎体

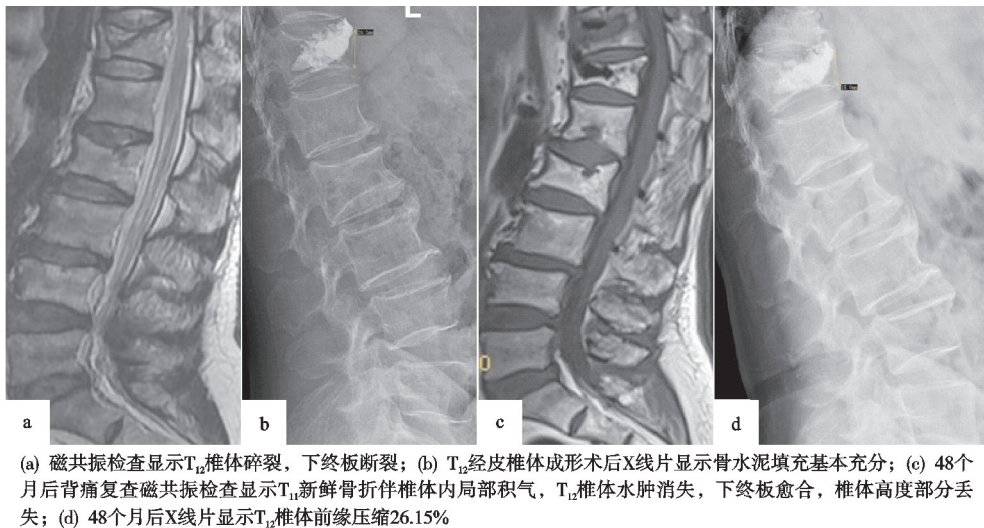


图 5 患者 5(V 型),女,78 岁,跌倒,腰椎骨密度为-3.5

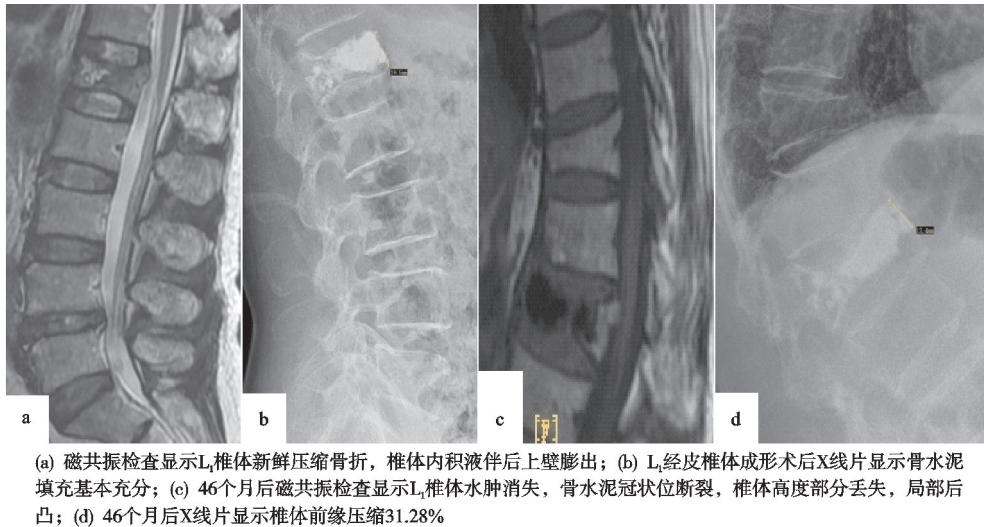


图 6 患者 6(VI 型),女,76 岁,无明显外伤,腰椎骨密度为-4.2

表 1 经皮椎体成形术后伤椎压缩的单因素分析

	项目	A 组(97 例)	B 组(62 例)	统计检验值	P
性别	男/例	13(13.4%)	12(19.4%)	$\chi^2=1.011$	0.315
	女/例	84(86.6%)	50(80.6%)		
年龄/岁		74.97±7.23	75.89±8.64	$t=0.723$	0.471
身高/m		1.52±0.06	1.53±0.08	$t=1.163$	0.247
体重/kg		53.12±9.42	52.03±8.33	$t=0.745$	0.457
腰椎骨密度(SD)		-4.05±1.39	-3.76±1.53	$t=1.206$	0.230
骨水泥量/mL		3.41±1.20	3.26±1.23	$t=0.732$	0.466
骨折节段	胸腰段/例	52(53.6%)	40(64.5%)	$\chi^2=1.846$	0.174
	非胸腰段/例	45(46.4%)	22(35.5%)		
	椎体水肿(I 型)/例	29(30.9%)	7(11.5%)		
	椎体骨折线(II 型)/例	34(36.2%)	18(29.5%)		
骨折严重程度分型	椎体骨折区(III 型)/例	16(17.0%)	13(21.3%)	$\chi^2=17.655$	0.002
	椎体内裂隙(IV 型)/例	7(7.4%)	14(23.0%)		
	椎体粉碎(V 型)/例	4(4.3%)	1(1.6%)		
	椎体骨折伴后壁膨出(VI 型)/例	4(4.3%)	8(13.1%)		
经皮椎体成形术穿刺方法	单侧穿刺/例	55(56.7%)	34(54.8%)	$\chi^2=0.053$	0.818
	双侧穿刺/例	42(43.3%)	28(45.2%)		
骨水泥矢状位分布	骨水泥未接触终板/例	36(37.1%)	23(37.1%)	$\chi^2=0.000$	0.998
	骨水泥接触上下终板/例	61(62.9%)	39(62.9%)		
是否抗骨质疏松治疗	否/例	66(68.0%)	52(83.9%)	$\chi^2=4.953$	0.026
	是/例	31(32.0%)	10(16.1%)		

表 2 经皮椎体成形术后伤椎压缩的 Logistic 回归分析

变量	B	SE	Wald χ^2	P 值	OR	95% CI
骨折严重程度分型	0.398	0.121	10.872	0.001	1.489	1.175~1.886
是否抗骨质疏松治疗	-0.792	0.419	3.574	0.059	0.453	0.199~1.030
常量	-0.924	0.283	10.653	0.001	0.397	

高度丢失”等^[1-5]，目前也缺乏统一的诊断标准。Kobayashi 等^[7]以术后椎体高度压缩大于 5 mm 为诊断标准，发现术后 3 个月椎体压缩率为 35.9%，术后 6 个月椎体压缩率为 38.5%；An 等^[8]以术后椎体高度压缩率超过 15%或椎体后凸成角增加 10%为判断标准，发现有 31.9%的患者出现术后椎体压缩。根据诊断标准的不同，经皮椎体成形术后伤椎压缩率具有较大的差异。本研究选择较常用的椎体前缘压缩率≥15%作为诊断标准，发现 38.99%的患者出现术后椎体压缩。

从力学角度分析，经皮椎体成形术后伤椎压缩是不可避免的，骨水泥注入骨折椎体只能初步稳定伤椎，在伤椎骨性愈合之前，随着患者的活动，在自身体重影响下，伤椎难以避免发生压缩，这种椎体压缩在椎弓根螺钉内固定的病例中也会发生^[9]。引起经皮椎体成形术后伤椎压缩的原因是多方面的，涉及患者基础情况、骨折椎体情况、手术因素及术后康复过程^[1-5,7-8,10]。关于骨折椎体情况的既往研究主要集中在伤椎是否存在裂隙及骨坏死^[4,8]，缺乏适用于指导经皮椎体成形术的骨折严重程度分型研究。关于骨质疏松性椎体压缩性骨折的分型，Eastell 根据骨折椎体形态分为楔形变、双凹变形及压缩变形^[11]，该分型从椎体形状区分了骨质疏松性椎体压缩性骨折，但指导治疗的作用较弱。Genant 根据椎体压缩程度进行分级，称为 Genant 半定量法分型^[12]，该分型可以用于评估骨折椎体压缩程度，但无法预测经皮椎体成形术后伤椎压缩。欧洲骨质疏松脊柱研究组提出了 EVOSG 分型^[13]，根据骨折椎体的形态分为楔形变、双凹型及塌陷型，该分型与 Eastell 分型类似，临床指导意义较弱。Heini 根据胸腰段骨质疏松性椎体压缩性骨折的临床表现及影像学表现分为Ⅰ~Ⅳ型^[14]，该分型提出了具体的手术治疗方案，虽然有一定的指导意义，但也无法预测经皮椎体成形术后伤椎压缩。郝定均等提出了骨质疏松性椎体压缩性骨折的严重程度分型系统（TLOFSAS）^[15]，从骨折椎体形态改变、MRI 改变、骨密度和疼痛情况等方面进行评分，根据评分选择治疗方式，具有积极的指导意义，但也无法预测经皮椎体成形术后伤椎压缩。Blattert 等^[16]提出了“OF 分型”，该分型以骨折形态改变和生物力学稳定性为基础，具有较强的指导意义，但仍然无法预测经皮椎体成形术后伤椎压缩。

本研究主要基于磁共振图像，将可以经皮椎体成形术治疗的骨质疏松性椎体压缩性骨折初步分为椎体水肿（Ⅰ型）、椎体骨折线（Ⅱ型）、椎体骨折区（Ⅲ型）、椎体内裂隙（Ⅳ型）、椎体粉碎（Ⅴ型）及椎体骨折伴后壁膨出（Ⅵ型），共 6 个类型。Ⅰ型磁共振图像表现为骨髓水肿，无法观察到确切骨折线，椎体高度正常或均匀压缩，椎体壁完整；Ⅱ型磁共振图像表现为椎体内骨折线，伴有骨折线周围骨髓水肿，椎体前后壁及上下终板均完整；Ⅲ型磁共振图像表现为椎体内断裂带，椎体前和（或）后壁断裂，椎体上下终板完整；Ⅳ型磁共振图像表现为椎体内积液或积气，椎体后壁及上下终板完整；Ⅴ型磁共振图像表现为椎体完全碎裂，椎体前后壁均断裂，可伴有上和（或）下终板断裂，但无椎管占位；Ⅵ型磁共振图像表现为椎体断裂区、椎体内裂隙或椎体粉碎，同时伴有椎管后壁膨出，但神经压迫不明显，无神经损伤症状。Ⅰ型和Ⅱ型多见于无明显外伤的骨质疏松性椎体压缩性骨折，伤椎骨折程度较轻，经皮椎体成形术后伤椎压缩率极低；Ⅲ型多见于急性外伤导致的骨质疏松性椎体压缩性骨折，骨折程度较Ⅰ型和Ⅱ型严重，经皮椎体成形术后伤椎压缩率也相应升高；Ⅳ型多见于椎体骨折不愈合，也可见于急性骨质疏松性椎体压缩性骨折后压缩椎体复位形成裂隙，经皮椎体成形术后伤椎压缩率也较高；Ⅴ型椎体完全碎裂，经皮椎体成形术后伤椎压缩率进一步升高；Ⅵ型影响到脊柱的中柱，骨折程度较重，经皮椎体成形术后伤椎压缩率较高。本研究单因素分析及 Logistic 回归分析均显示椎体压缩率与骨折椎体严重程度分型显著相关。

既往研究^[1,3,8,10]发现经皮椎体成形术后伤椎压缩与骨质疏松相关，特别是叠加椎体矢状位上骨水泥分布不佳^[7-8]的情况下，容易出现术后伤椎压缩；之所以本研究未发现骨密度与术后伤椎压缩的相关性，估计与笔者的手术操作有关，笔者在经皮椎体成形术手术过程中注重骨水泥的填充，以骨水泥尽量弥散均匀并充分填充伤椎为原则，所以未观察到骨密度与伤椎压缩的相关性。本研究的单因素分析显示术后是否抗骨质疏松治疗与椎体压缩显著相关，但 Logistic 回归分析却无相关性；从临床分析，经皮椎体成形术后伤椎压缩主要发生在术后 3 个月内，而抗骨质疏松治疗的效果短期难以显现，所以 Logistic 回归分析结果相对可靠。

术后康复过程也是经皮椎体成形术后伤椎压缩的原因之一^[10]，经皮椎体成形术仅是初步稳定伤椎，椎

体的骨性愈合需要一定的时间,在这一期间的康复活动无疑对骨折愈合存在一定程度的影响,但由于术后康复过程混杂因素太多,且本研究为回顾性分析,故未分析术后康复对椎体压缩的影响。

综上所述,骨折严重程度与经皮椎体成形术后伤椎压缩显著相关,椎体骨折越严重,后期伤椎压缩率越高。本研究对伤椎骨折严重程度的分型,适用于可以经皮椎体成形术治疗的骨质疏松性椎体压缩性骨折,不适用于伴有神经损伤、明显椎管占位、骨折明显不稳定及后柱损伤等需要内固定的骨质疏松性椎体压缩性骨折,对于各骨折分型经皮椎体成形术后伤椎压缩的确切概率,尚需进一步的研究。

参考文献

- [1] S H, PARK K Y, CHOY W S, et al. Correlation of sagittal imbalance and recollapse after percutaneous vertebroplasty for thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fracture; a multivariate study of risk factors[J]. *Asian Spine J*, 2022, 16(2): 231-240.
- [2] 白杰, 陈荣彬, 李勇. 骨水泥弥散类型与胸腰段椎体成形术后早期术椎塌陷的相关性研究[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2020, 28(6): 26-31.
- [3] LIN S, CAI X, CHENG Q, et al. Association between bone turnover markers, BMD and height loss of cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *J Orthop Surg Res*, 2022, 17(1): 202.
- [4] MA Y H, TIAN Z S, LIU H C, et al. Predictive risk factors for recollapse of cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: a meta-analysis[J]. *World J Clin Cases*, 2021, 9(12): 2778-2790.
- [5] PAN Z, ZHOU Q, YANG M, et al. Effects of distribution of bone cement on clinical efficacy and secondary fracture after percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Front Surg*, 2023, 9: 1054995.
- [6] 中华医学会骨科学分会. 骨质疏松性骨折诊疗指南(2022年版)[J]. *中华骨科杂志*, 2022, 42(22): 1473-1491.
- [7] KOBAYASHI M, TORIBATAKE Y, OKAMOTO S, et al. Insufficient augmentation of bone cement causes re-compression of augmented vertebra after balloon kyphoplasty[J]. *Spine Surg Relat Res*, 2021, 5(6): 375-380.
- [8] AN Z, CHEN C, WANG J, et al. Logistic regression analysis on risk factors of augmented vertebra recompression after percutaneous vertebral augmentation [J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 374.
- [9] SHI Z, ZHANG C, WANG B, et al. Analysis of influencing factors of vertebral height loss after pedicle screw fixation of thoracolumbar fracture [J]. *Clin Spine Surg*, 2023, 36(8): E362-E368.
- [10] 吴钊, 黄朝靖, 邱伟, 等. 骨质疏松椎体压缩性骨折椎体成形术后伤椎再塌陷的研究进展[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2023, 31(8): 78-81.
- [11] EASTELL R, CEDEL S L, WAHNER H W, et al. Classification of vertebral fractures [J]. *J Bone Miner Res*, 1991, 6(3): 207-215.
- [12] GENANT H K, WU C Y, VAN KUIJK C, et al. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique [J]. *J Bone Miner Res*, 1993, 8(9): 1137-1148.
- [13] ISMAIL A A, COOPER C, FELSENBURG D, et al. Number and type of vertebral deformities: epidemiological characteristics and relation to back pain and height loss [J]. *Osteoporos Int*, 1999, 9(3): 206-213.
- [14] HEINI P F, ORLER R. Kyphoplasty for treatment of osteoporotic vertebral fractures [J]. *Eur Spine J*, 2004, 13(3): 184-192.
- [15] 郝定均, 张嘉男, 杨俊松, 等. 急性症状性骨质疏松性胸腰椎骨折分型及其可信度检验和临床应用效果评价[J]. *中华创伤杂志*, 2021, 37(3): 250-260.
- [16] BLATTER T R, SCHNAKE K J, GONSCHOREK O, et al. Nonsurgical and surgical management of osteoporotic vertebral body fractures; recommendations of the Spine Section of the German Society for Orthopaedics and Trauma (DGOU) [J]. *Global Spine J*, 2018, 8(2 Suppl): 50S-55S.

(收稿日期: 2024-08-06)