

单节段骨质疏松性椎体压缩骨折经皮椎体后凸成形术后 再骨折的危险因素分析

姚敏刚¹, 马晓飞¹, 孔明祥²

(1. 杭州市余杭区第二人民医院, 浙江 杭州 311121;

2. 浙江省人民医院, 浙江 杭州 310014)

摘要 目的:分析单节段骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fractures, OVCF)经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)后再骨折的危险因素。**方法:**回顾性分析采用 PKP 治疗的单节段 OVCF 患者的病例资料,提取性别、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、骨密度 T 值、骨折节段、是否合并高血压、是否合并糖尿病、是否合并脊柱侧弯、术前 Cobb 角、骨水泥注射量、骨水泥渗漏情况、骨水泥分布情况(是否超过椎体中线)、术后是否抗骨质疏松治疗、椎体高度恢复率、术后 Cobb 角等信息。根据术后是否出现再骨折,将纳入研究的患者分为再骨折组和无骨折组。先对 2 组患者的相关信息进行单因素分析,再采用多因素 Logistic 回归分析单节段 OVCF 患者 PKP 后再骨折的危险因素。**结果:**共纳入患者 289 例,其中再骨折组 39 例、无骨折组 250 例。单因素分析结果显示,2 组患者性别、是否合并高血压、是否合并糖尿病、是否合并脊柱侧弯、骨水泥注射量、骨水泥渗漏情况、骨水泥分布情况、术后 Cobb 角比较,组间差异均无统计学意义。2 组患者年龄、BMI、骨密度 T 值、骨折节段、术前 Cobb 角、术后是否抗骨质疏松治疗、椎体高度恢复率比较,组间差异均有统计学意义。多因素 Logistic 回归分析结果显示,骨密度 T 值、术后是否抗骨质疏松治疗和椎体高度恢复率是 PKP 术后再骨折的影响因素($\beta = -0.407, P = 0.021, OR = 0.665$; $\beta = -0.900, P = 0.042, OR = 0.407$; $\beta = 0.054, P = 0.001, OR = 1.056$)。Hosmer-Lemeshow 检验结果显示,回归模型对数据拟合度较好($\chi^2 = 7.415, P = 0.493$)。采用软件制作骨密度 T 值和椎体高度恢复率的非限制性立方样条图,在上面寻找导致 PKP 术后再骨折风险增加的截点。确定的截点表明,骨密度 T 值 < -2.6 、椎体高度恢复率 $> 9.8\%$ 是 PKP 术后再骨折的危险因素。**结论:**骨密度 T 值 < -2.6 、术后未进行抗骨质疏松治疗和椎体高度恢复率 $> 9.8\%$ 是单节段 OVCF 患者 PKP 术后再骨折的危险因素。

关键词 骨质疏松性骨折; 脊柱骨折; 骨折, 压缩性; 后凸成型术; 危险因素

Risk factors for refracture after percutaneous kyphoplasty in patients with mono-segmental osteoporotic vertebral compression fractures

YAO Mingang¹, MA Xiaofei¹, KONG Mingxiang²

1. The Second People's Hospital of Yuhang District, Hangzhou 311121, Zhejiang, China

2. Zhejiang Provincial People's Hospital, Hangzhou 310014, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To analyze the risk factors for refracture after percutaneous kyphoplasty (PKP) in patients with mono-segmental osteoporotic vertebral compression fractures (OVCF). **Methods:** The medical records of patients who underwent PKP for mono-segmental OVCF were selected and retrospectively analyzed. The information of the included patients, including gender, age, body mass index (BMI), bone mineral density (BMD) T-score, fractured segment, whether combined with hypertension, diabetes mellitus, and spinal scoliosis, pre-operative Cobb's angle, consumption of bone cement, leakage of bone cement, distribution of bone cement (whether diffusing beyond the midline of the vertebral body), whether underwent anti-osteoporosis treatment after PKP, vertebral height restoration rate, postoperative Cobb's angle, was extracted from the Electronic Medical Record System (EMRS). The included patients were divided into refracture group and non-refracture group according to whether the refracture was found after PKP. A single-factor analysis was conducted on the extracted information of patients in the 2 groups to screen the factors with statistically significant differences between the 2 groups, followed by a multi-factor logistic regression analysis on the screened factors to identify the risk factors for refracture after PKP in mono-segmental OVCF patients. **Results:** Two hundred and eighty-nine patients were enrolled in the study, 39 ones in the refracture group and 250 ones in the non-refracture group. The single factor analysis showed that the differences were not statistically significant between the 2 groups in gender, whether

combined with hypertension, diabetes mellitus, and spinal scoliosis, consumption of bone cement, leakage of bone cement, distribution of bone cement, and postoperative Cobb's angle, while, were statistically significant in the rest factors. The multi-factor logistic regression analysis revealed that the BMD T-score, whether underwent anti-osteoporosis treatment after PKP, and vertebral height restoration rate were the influencing factors of refracture after PKP in mono-segmental OVCF patients ($\beta = -0.407, P = 0.021, OR = 0.665; \beta = -0.900, P = 0.042, OR = 0.407; \beta = 0.054, P = 0.001, OR = 1.056$). Furthermore, the goodness-of-fit (GOF) of the logistic regression model was assessed by using Hosmer-Lemeshow (HL) test, and the results showed the model had a good GOF ($\chi^2 = 7.415, P = 0.493$). In addition, the unrestricted cubic spline (UCS) curves were made based on BMD T-score and vertebral height restoration rate by using R4.22 software to determine the cut-off points that increased the risk of refracture after PKP, and the results indicated that a BMD T-score < -2.6 and a vertebral height restoration rate $> 9.8\%$ were the risk factors for refracture after PKP in mono-segmental OVCF patients. **Conclusion:** A BMD T-score < -2.6 , no postoperative anti-osteoporosis treatment, and a vertebral height restoration rate $> 9.8\%$ are the risk factors for refracture after PKP in mono-segmental OVCF patients.

Keywords osteoporotic fractures; spinal fractures; fractures, compression; kyphoplasty; risk factors

骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporotic vertebral compression fractures, OVCF) 可导致患者出现背部疼痛和脊柱畸形, 进而影响脊柱的活动能力和肺功能^[1]。经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 是治疗 OVCF 的常用方法, 可有效缓解疼痛、恢复椎体高度, 且具有创伤小、恢复快的优点^[2]。然而, PKP 术后容易出现再骨折, 这是该手术最严重的并发症之一, 可能会加剧局部疼痛, 给患者带来巨大的心理和经济负担^[3]。PKP 术后再骨折是指患者在 PKP 术后再次出现胸腰部疼痛, 且影像学检查显示原伤椎的相邻或远端椎体发生骨折。PKP 术后再骨折可能与多种因素有关, 主要包括患者因素 (如年龄、骨质疏松程度、椎体压缩程度) 和手术因素 (如骨水泥注射量、骨水泥分布情况、椎体高度恢复率)^[4-7]。以往的研究对于 PKP 术后再骨折的危险因素尚未形成统一看法, 且对于这些可能的危险因素何时进行干预, 也未给出具体建议^[8]。因此, 我们对接受 PKP 治疗的单节段 OVCF 患者的临床资料进行了分析, 旨在探讨 PKP 术后再骨折的危险因素, 以期减少术后再骨折提供参考。

1 临床资料

1.1 一般资料

选取 2018 年 1 月至 2020 年 12 月在浙江省人民医院住院治疗的 OVCF 患者的病例资料进行研究。试验方案经浙江省人民医院医学伦理委员会审查通过, 伦理批件号: QT2023051。

1.2 纳入标准

①符合骨质疏松症的诊断标准^[9]; ②单节段 OVCF, 且采用 PKP 治疗; ③PKP 术后低能量损伤 (弯

腰或跌倒) 引起的 OVCF; ④病例资料完整。

1.3 排除标准

①合并其他部位骨折者; ②合并脊髓神经受压症状者; ③病例资料存在常识或逻辑性错误者。

2 方法

2.1 数据提取方法

从病历系统中提取纳入研究患者的相关信息, 包括性别、年龄、体质量指数 (body mass index, BMI)、骨密度 T 值、骨折节段、是否合并高血压、是否合并糖尿病、是否合并脊柱侧弯、术前 Cobb 角、骨水泥注射量、骨水泥渗漏情况、骨水泥分布情况 (是否超过椎体中线)、术后是否抗骨质疏松治疗、椎体高度恢复率、术后 Cobb 角。抗骨质疏松的治疗方法包括: 口服钙剂和活性维生素 D, 以及采用唑来膦酸注射液静脉滴注或地舒单抗皮下注射。椎体高度恢复率的计算公式为: 椎体高度恢复率 = $[2 \times (\text{术后伤椎椎体前缘高度} - \text{术前伤椎椎体前缘高度}) / (\text{伤椎上位椎体前缘高度} + \text{伤椎下位椎体前缘高度})] \times 100\%$ 。

2.2 分组方法

根据 PKP 术后是否出现再骨折, 将纳入研究的患者分为再骨折组和无骨折组。

2.3 数据统计方法

采用 SPSS26.0 统计软件对所得数据进行统计分析。先对 2 组患者的相关信息进行单因素分析, 然后对其中组间差异有统计学意义的因素进行多因素 Logistic 回归分析。2 组患者年龄、BMI、骨密度 T 值的组间比较均采用两独立样本 *t* 检验; 性别、骨折节段、是否合并高血压、是否合并糖尿病、是否合并脊柱侧弯、骨水泥渗漏情况、骨水泥分布情况、术后是否抗

骨质疏松治疗的组间比较均采用 χ^2 检验;骨水泥注射量、椎体高度恢复率、术前和术后 Cobb 角均采用秩和检验。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

3 结果

3.1 分组结果

共纳入患者 289 例,其中再骨折组 39 例、无骨折组 250 例。

3.2 单因素分析结果

2 组患者性别、是否合并高血压、是否合并糖尿病、是否合并脊柱侧弯、骨水泥注射量、骨水泥渗漏情况、骨水泥分布情况、术后 Cobb 角比较,组间差异均无统计学意义。2 组患者年龄、BMI、骨密度 T 值、骨折节段、术前 Cobb 角、术后是否抗骨质疏松治疗、椎体高度恢复率比较,组间差异均有统计学意义。见表 1。

3.3 多因素 Logistic 回归分析结果

将单因素分析中组间差异有统计学意义的因素作为自变量,将术后是否出现再骨折作为因变量,进行多因素 Logistic 回归分析,相关因素赋值方案见表 2(骨折节段采用哑变量赋值)。Logistic 回归分析结果表明,骨密度 T 值、术后是否抗骨质疏松治疗和椎体高度恢复率是 PKP 术后再骨折的影响因素(表 3)。Hosmer-Lemeshow 检验结果显示,回归模型对数据拟合度较好($\chi^2 = 7.415, P = 0.493$)。采用 R4.22 软件制作骨密度 T 值和椎体高度恢复率的非限制性立方样条图(图 1、图 2),找到 OR 值 = 1 时对应的观察变量的值,即导致 PKP 术后再骨折风险增加的截点。找到的截点表明,骨密度 T 值 < -2.6 、椎体高度恢复率 $> 9.8\%$ 是 PKP 术后再骨折的危险因素。

表 1 骨质疏松性椎体压缩骨折经皮椎体后凸成形术后再骨折的单因素分析结果

组别	样本量/ 例	性别/例		年龄/ ($\bar{x} \pm s$, 岁)	体质量指数/ ($\bar{x} \pm s$, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)		骨密度 T 值($\bar{x} \pm s$)	
		男	女					
再骨折组	39	6	33	78.5 \pm 7.9	20.9 \pm 3.4	-3.1 \pm 1.3		
无骨折组	250	44	206	74.1 \pm 9.7	22.8 \pm 3.7	-2.5 \pm 1.3		
检验统计量		$\chi^2 = 0.116$		$t = 2.727$	$t = -2.997$	$t = -2.969$		
P 值		0.734		0.003	0.003	0.005		

组别	骨折节段/例			合并高血压/例		合并糖尿病/例	
	T ₅ ~ T ₉	T ₁₀ ~ L ₂	L ₃ ~ L ₅	是	否	是	否
再骨折组	9	27	3	15	24	6	33
无骨折组	16	182	52	138	112	44	206
检验统计量	$\chi^2 = 13.952$			$\chi^2 = 3.794$		$\chi^2 = 0.116$	
P 值	0.002			0.051		0.734	

组别	合并脊柱侧弯/例		术前 Cobb 角/ [(<i>M</i> , <i>Q</i>), °]	骨水泥注射量/ [(<i>M</i> , <i>Q</i>), mL]	骨水泥渗漏/例	
	是	否			是	否
再骨折组	17	22	18.0, 11.0	4.5, 2.0	14	25
无骨折组	87	163	11.0, 9.0	5.0, 2.0	60	190
检验统计量	$\chi^2 = 1.131$		$Z = -4.731$	$Z = -0.390$	$\chi^2 = 2.507$	
P 值	0.287		0.000	0.496	0.113	

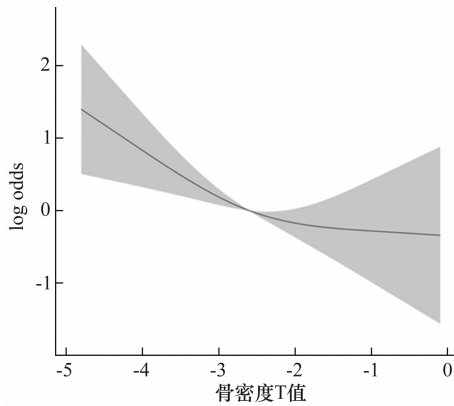
组别	骨水泥分布超过椎体中线/例		术后抗骨质疏松治疗/例		椎体高度恢复率/ [(<i>M</i> , <i>Q</i>), %]	术后 Cobb 角/ [(<i>M</i> , <i>Q</i>), °]
	是	否	是	否		
再骨折组	33	6	9	30	24.2, 11.9	10.0, 10.0
无骨折组	226	24	116	134	8.0, 16.7	8.0, 8.0
检验统计量	$\chi^2 = 0.671$		$\chi^2 = 7.477$		$Z = 2.091.500$	$Z = -2.010$
P 值	0.413		0.006		0.000	0.050

表 2 骨质疏松性椎体压缩骨折经皮椎体后凸成形术后再骨折的多因素 Logistic 回归分析变量赋值方案

因素	赋值	
骨折节段		
$T_5 \sim T_9$	0	0
$T_{10} \sim L_2$	1	0
$L_3 \sim L_5$	0	1
术后是否抗骨质疏松治疗	否 = 0, 是 = 1	

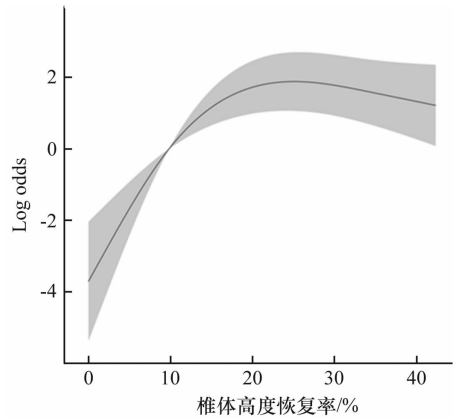
表 3 骨质疏松性椎体压缩骨折经皮椎体后凸成形术后再骨折的多因素 Logistic 回归分析结果

自变量	β 值	S. E.	Wald 值	P 值	OR 值	95% CI	
						下限	上限
年龄	0.040	0.024	2.728	0.099	1.041	0.993	1.092
体质量指数	-0.090	0.058	2.373	0.123	0.914	0.816	1.025
骨密度 T 值	-0.407	0.176	5.330	0.021	0.665	0.471	0.940
骨折节段							
$T_5 \sim T_9$			3.967	0.138			
$T_{10} \sim L_2$	-0.785	0.526	2.232	0.135	0.456	0.163	1.278
$L_3 \sim L_5$	-1.510	0.785	3.705	0.054	0.221	0.047	1.028
术前 Cobb 角	0.006	0.029	0.038	0.845	1.006	0.950	1.065
术后是否抗骨质疏松治疗	-0.900	0.443	4.128	0.042	0.407	0.171	0.969
椎体高度恢复率	0.054	0.014	14.743	0.001	1.056	1.027	1.085



log odds = 0 (即 OR 值 = 1), 此时骨密度 T 值 = -2.6。

图 1 骨密度 T 值与经皮椎体后凸成形术后再骨折关系的非限制性立方样条图



log odds = 0 (即 OR 值 = 1), 此时椎体高度恢复率 = 9.8%。

图 2 椎体高度恢复率与经皮椎体后凸成形术后再骨折关系的非限制性立方样条图

4 讨 论

PKP 由于其创伤小、能快速缓解疼痛并恢复部分椎体高度,被广泛用于治疗 OVCF^[10-12]。然而,部分患者在接受 PKP 手术后会发生再骨折^[13]。本研究发现,OVCF 患者 PKP 术后发生再骨折的因素较多,主

要包括骨密度、术后是否抗骨质疏松治疗和椎体高度恢复程度。

骨质疏松症是一种因骨量减少导致骨组织的微观结构破坏和骨骼脆性增加的全身性骨病^[14]。随着骨质疏松程度的加重,患者在接受 PKP 手术后发生再骨折的风险也会相应增加^[15]。本研究结果显示,当骨密度 T 值 < -2.6 时,PKP 术后再骨折的风险会增加。这可能与骨质疏松症患者的骨骼强度和韧性下降有关。有研究^[16]发现,低骨密度患者的骨折区域存在更多的骨坏死组织,并且骨转化标志物水平较低,这表明低骨密度患者的骨折愈合能力较差。需要注意的是,根据骨质疏松症相关指南^[9]的要求,对于骨密度 T 值 < -2.5 的患者,应采取相应的预防措施。

研究^[17]表明,接受抗骨质疏松治疗能够减缓骨质疏松症的进展,并降低 PKP 术后再骨折的风险。双膦酸盐类药物和地舒单抗是目前治疗骨质疏松症的一线用药,两者均能有效增加骨密度^[9,18]。双膦酸盐类药物能够持续增加骨密度,有效降低椎体骨折的风险,其治疗效果通常在用药 3 ~ 4 年后达到稳定状态。地舒单抗能够显著增加骨密度,且这种效果可持续 10 年之久^[19]。有研究^[20]发现,使用地舒单抗能降低 68% 的椎体骨折风险。需要注意的是,在末次注射地舒单抗 18 个月后,骨密度可能会恢复到治疗前的基线水平,因此建议采用双膦酸盐类药物进行后续的序贯治疗^[21]。

椎体高度恢复率对 PKP 术后再骨折的影响已引起了相关学者的广泛关注^[22-24]。本研究结果显示,当椎体高度恢复率超过 9.8% 时,PKP 术后再骨折的风险会增加。椎体高度的过度恢复可能会增加椎旁软组织的张力,进而导致伤椎负荷增加和骨坏死的情

况发生^[24-25]。此外,椎体高度恢复越多,需要填充的骨水泥量越大,这会增加伤椎的刚度和强度,同时造成关节突关节应力增大,影响脊柱的稳定性,从而增加邻近椎体骨折的风险^[26-27]。

我们认为,针对 OVCF 患者 PKP 术后再骨折的防治措施主要包括以下几点:①对于骨密度 T 值 < -2.5 的患者,应接受规范化的抗骨质疏松治疗,以延缓骨质疏松症的进展并降低 PKP 术后再骨折的风险^[28-29]。②鼓励患者在术后继续进行抗骨质疏松治疗,并加强健康宣教,以提高患者的治疗依从性。治疗方案中可以选择钙剂和维生素 D 作为基础药物,并考虑联合使用唑来膦酸或地舒单抗等药物^[30]。③在 PKP 手术过程中应避免过度恢复椎体高度。对于 OVCF 患者而言,PKP 治疗的主要目的是减轻胸腰部疼痛,而非单纯恢复椎体的原始高度。因此,建议 PKP 术中对伤椎进行适度的扩张,应避免过度操作。

本研究结果表明,骨密度 T 值 < -2.6、术后未进行抗骨质疏松治疗和椎体高度恢复率 > 9.8% 是 PKP 术后再骨折的危险因素。然而,本研究存在一定的局限性,例如样本量有限、观察的变量不够全面。未来研究应扩大样本量,并将骨代谢指标、是否应用骨吸收抑制剂及骨形成促进剂等变量纳入分析。此外,本研究主要基于现有临床数据分析,未来仍需通过多中心的随机对照试验进一步探讨 PKP 术后再骨折的潜在危险因素。

参考文献

- [1] SCHLAICH C, MINNE H W, BRUCKNER T, et al. Reduced pulmonary function in patients with spinal osteoporotic fractures[J]. *Osteoporos Int*, 1998, 8(3): 261-267.
- [2] FEHLINGS M G. The safety of percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty[J]. *J Neurosurg Spine*, 2009, 11(5): 605-606.
- [3] LI Y X, GUO D Q, ZHANG S C, et al. Risk factor analysis for re-collapse of cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty (PVP) or percutaneous kyphoplasty (PKP)[J]. *Int Orthop*, 2018, 42(9): 2131-2139.
- [4] GAO W, CHEN Y, WANG X, et al. Establishment and verification of a predictive nomogram for new vertebral compression fracture occurring after bone cement injection in middle-aged and elderly patients with vertebral compression fracture[J]. *Orthop Surg*, 2023, 15(4): 961-972.
- [5] DAI C, LIANG G, ZHANG Y, et al. Risk factors of vertebral re-fracture after PVP or PKP for osteoporotic vertebral compression fractures, especially in Eastern Asia: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Orthop Surg Res*, 2022, 17(1): 161.
- [6] CHEN Z, SONG C, LIN H, et al. Does prophylactic vertebral augmentation reduce the refracture rate in osteoporotic vertebral fracture patients; a meta-analysis[J]. *Eur Spine J*, 2021, 30(9): 2691-2697.
- [7] 李耀, 吴爱悯, 林焱, 等. 骨质疏松性胸腰椎压缩骨折椎体成形术后残余背痛影响因素的研究进展[J]. *中华创伤杂志*, 2021, 37(10): 955-960.
- [8] FENG L, FENG C, CHEN J, et al. The risk factors of vertebral refracture after kyphoplasty in patients with osteoporotic vertebral compression fractures: a study protocol for a prospective cohort study[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2018, 19(1): 195.
- [9] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊疗指南(2022)[J]. *中国全科医学*, 2023, 26(14): 1671-1691.
- [10] GRIFFONI C, LUKASSEN J N M, BABBI L, et al. Percutaneous vertebroplasty and balloon kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral fractures: a prospective randomized comparison[J]. *Eur Spine J*, 2020, 29(7): 1614-1620.
- [11] HINDE K, MAINGARD J, HIRSCH J A, et al. Mortality outcomes of vertebral augmentation (vertebroplasty and/or balloon kyphoplasty) for osteoporotic vertebral compression fractures: a systematic review and meta-analysis[J]. *Radiology*, 2020, 295(1): 96-103.
- [12] 詹子浩, 李然, 傅栋铭, 等. 单节段胸腰椎骨质疏松性骨折经皮椎体后凸成形术后其他椎体新发骨折的影响因素分析[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2022, 32(12): 1095-1101.
- [13] 李庆达, 柴鑫, 贺宝荣. 骨质疏松性胸腰椎骨折椎体强化术后伤椎再骨折的危险因素及对策探讨[J]. *中华创伤杂志*, 2022, 38(12): 1071-1076.
- [14] 安忠诚, 陈晨, 董黎强, 等. 经皮椎体后凸成形术后邻近节段再骨折的危险因素分析[J]. *中华全科医学*, 2022, 20(4): 591-593.
- [15] YANG S, LIU Y, YANG H, et al. Risk factors and correlation of secondary adjacent vertebral compression fracture in percutaneous kyphoplasty[J]. *Int J Surg*, 2016, 36(Pt A): 138-142.
- [16] QI H, QI J, GAO J, et al. The impact of bone mineral density on bone metabolism and the fracture healing process in elderly chinese patients with osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *J Clin Densitom*, 2021, 24(1): 135-145.
- [17] 李杨, 杜怡斌, 刘艺明, 等. 椎体后凸成形注射自固化磷酸钙骨水泥后高龄及应力改变为再发骨折的危险因素[J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26(28): 4507-4513.
- [18] LI Q, LONG X, WANG Y, et al. Development and validation of a nomogram for predicting the probability of new vertebral

- compression fractures after vertebral augmentation of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 957.
- [19] REID I R, BILLINGTON E O. Drug therapy for osteoporosis in older adults[J]. Lancet, 2022, 399(10329): 1080 – 1092.
- [20] COSMAN F. Anabolic therapy and optimal treatment sequences for patients with osteoporosis at high risk for fracture[J]. Endocr Pract, 2020, 26(7): 777 – 786.
- [21] CUMMINGS S R, SAN MARTIN J, MCCLUNG M R, et al. Denosumab for prevention of fractures in postmenopausal women with osteoporosis[J]. N Engl J Med, 2009, 361(8): 756 – 765.
- [22] BONE H G, BOLOGNESE M A, YUEN C K, et al. Effects of denosumab treatment and discontinuation on bone mineral density and bone turnover markers in postmenopausal women with low bone mass[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2011, 96(4): 972 – 980.
- [23] YU W, XU W, JIANG X, et al. Risk factors for recollapse of the augmented vertebrae after percutaneous vertebral augmentation: a systematic review and meta-analysis[J]. World Neurosurg, 2018, 111: 119 – 129.
- [24] ZHU S, SU Q, ZHANG Y, et al. Risk factors of cemented vertebral refracture after percutaneous vertebral augmentation: a systematic review and meta-analysis[J]. Neuroradiology, 2020, 62(11): 1353 – 1360.
- [25] HEO D H, CHIN D K, YOON Y S, et al. Recollapse of previous vertebral compression fracture after percutaneous vertebroplasty[J]. Osteoporos Int, 2009, 20(3): 473 – 480.
- [26] 吴俊涛, 张春旺, 卢绪章. 经皮椎体成形术中伤椎高度矫正情况与术后复发邻椎骨折的相关性分析[J]. 颈腰痛杂志, 2020, 41(5): 617 – 619.
- [27] MILLS E S, HAH R J, FRESQUEZ Z, et al. Secondary fracture rate after vertebral osteoporotic compression fracture is decreased by anti-osteoporotic medication but not increased by cement augmentation[J]. J Bone Joint Surg Am, 2022, 104(24): 2178 – 2185.
- [28] BARTON D W, BEHREND C J, CARMOUCHE J J. Rates of osteoporosis screening and treatment following vertebral fracture[J]. Spine J, 2019, 19(3): 411 – 417.
- [29] 贺园, 张小卫, 李新友, 等. 急性症状性胸腰椎骨质疏松性压缩骨折椎体强化术后伤椎再骨折的危险因素分析[J]. 中华创伤杂志, 2022, 38(6): 538 – 544.
- [30] ANAM A K, INSOGNA K. Update on osteoporosis screening and management[J]. Med Clin North Am, 2021, 105(6): 1117 – 1134.
- (收稿日期: 2024-04-21 本文编辑: 郭毅曼)
- (上接第 13 页)
- [15] LI Q D, YANG J S, HE B R, et al. Risk factors for proximal junctional kyphosis after posterior long-segment internal fixation for chronic symptomatic osteoporotic thoracolumbar fractures with kyphosis[J]. BMC Surg, 2022, 22(1): 189.
- [16] HU C, ZHONG W, CHEN Z, et al. Comparison of the outcomes between AO type B2 thoracolumbar fracture with and without disc injury after posterior surgery[J]. Orthop Surg, 2022, 14(9): 2119 – 2131.
- [17] KOOSHA M, NAYEB AGHAEI H, KHAYAT KASHANI H R, et al. Effect of shoulder abduction on the fixation of humeral greater tuberosity fractures: a biomechanical study for three types of fixation constructs[J]. Bull Emerg Trauma, 2020, 8(2): 89 – 97.
- [18] 安忠诚, 朱宇尘, 王国强, 等. AO 胸腰椎损伤分类系统和胸腰椎骨折损伤分类和严重程度评分系统在指导胸腰椎骨折手术中的差异[J]. 中华创伤骨科杂志, 2020, 22(7): 598 – 603.
- [19] 王丙超, 徐韬, 甫拉提·买买提, 等. 新型胸腰椎骨折损伤 AO 分型系统的可信度和可重复性研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(7): 602 – 608.
- [20] COLLINET A, CHARLES Y P, NTILIKINA Y, et al. Analysis of intervertebral discs adjacent to thoracolumbar A3 fractures treated by percutaneous instrumentation and kyphoplasty[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2020, 106(6): 1221 – 1226.
- [21] 王子昇, 宋文慧, 刘昌文. 胸腰椎爆裂骨折短节段固定: 方法改良及减少失败的策略[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(24): 3902 – 3907.
- [22] 孙祥耀, 鲁世保, 张庆明, 等. 经伤椎短节段内固定治疗单节段胸腰椎爆裂骨折术后复发后凸畸形的危险因素分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2018, 28(8): 690 – 697.
- [23] 梁刚, 曹德军. 后路短节段内固定联合椎体成形术治疗老年胸腰椎骨折的疗效观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35(7): 703 – 705.
- [24] 张青元, 赵建红, 宋占强. 胸腰段单椎体骨折患者内固定术后后凸畸形发生的危险因素分析[J]. 中国药物与临床, 2021, 21(4): 620 – 622.
- [25] CHENG Q, ZHANG H, SHANG Y, et al. Clinical features and risk factors analysis of bronchitis obliterans due to refractory Mycoplasma pneumoniae pneumonia in children: a nomogram prediction model[J]. BMC Infect Dis, 2021, 21(1): 1085.
- [26] 何克, 孙官军, 银毅, 等. 高龄膝骨关节炎患者跌倒的危险因素分析及风险预测模型建立[J]. 中医正骨, 2024, 36(3): 23 – 30.
- (收稿日期: 2024-06-18 本文编辑: 杨雅)