

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.24.002
文章编号: 1005-8982 (2024) 24-0008-08

骨折专题·论著

胸腰椎骨折经皮椎体后凸成形术后骨水泥渗漏的影响因素及与早期预后的关系*

王宇铖¹, 俞鹏飞¹, 梅俊², 褚金杰², 陈卫东², 冯欢欢²

[1. 苏州市中医医院 骨伤科, 江苏 苏州 215007; 2. 南京中医药大学太仓附属医院 (太仓市中医医院) 骨伤科, 江苏 苏州 215400]

摘要: **目的** 探讨胸腰椎骨折经皮椎体后凸成形(PKP)术后骨水泥渗漏的影响因素及与早期预后的关系。**方法** 选取2020年5月—2023年8月在苏州市中医医院和太仓市中医医院行PKP术治疗的94例胸腰椎骨折患者。采用X射线片、MRI、CT检查统计患者术后骨水泥渗漏发生情况,依据骨水泥渗漏是否发生分为发生组和未发生组,对比两组患者基础资料,以及影响胸腰椎骨折患者PKP术后发生骨水泥渗漏的因素。结合患者术后3个月预后状况将其分为预后良好组和预后不良组,分析两组患者基础资料及影响胸腰椎骨折患者PKP术后预后状况的因素。**结果** 94例胸腰椎骨折患者,PKP术后骨水泥渗漏25例,渗漏率26.60%;PKP术后早期预后不良有20例,不良率为21.28%。发生组与未发生组患者性别构成、年龄、高血压、糖尿病、受伤原因、AO分型、伤椎位置、体质量指数(BMI)、病程时间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。发生组骨水泥量 ≥ 6 mL、椎体周壁破坏、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 和椎基静脉孔相通均高于未发生组($P<0.05$)。多因素逐步Logistic回归分析结果显示:骨水泥量 ≥ 6 mL [$\hat{OR}=3.333(95\% CI:1.282,8.664)$]、有椎体周壁破坏 [$\hat{OR}=3.893(95\% CI:1.489,10.177)$]、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ [$\hat{OR}=3.606(95\% CI:1.387,9.373)$]、椎基静脉孔相通 [$\hat{OR}=3.900(95\% CI:1.477,0.298)$]是胸腰椎骨折患者PKP术后发生骨水泥渗漏的危险因素($P<0.05$)。ROC曲线分析结果显示,骨水泥量 ≥ 6 mL、有椎体周壁破坏、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 、椎基静脉孔相通、联合预测胸腰椎骨折患者PKP术后发生骨水泥渗漏的敏感性分别为64.0%(95% CI:0.530,0.750)、56.0%(95% CI:0.449,0.671)、56.00%(95% CI:0.450,0.670)、52.0%(95% CI:0.410,0.630)、80.00%(95% CI:0.723,0.877);特异性分别为65.2%(95% CI:0.543,0.763)、75.4%(95% CI:0.644,0.874)、73.90%(95% CI:0.629,0.849)、78.3%(95% CI:0.673,0.893)、97.1%(95% CI:0.821,1.000),联合预测的曲线下面积为0.886,有较高的预测价值。预后不良组与预后良好组患者性别构成、高血压、糖尿病、受伤原因、AO分型、伤椎位置、BMI、椎体周壁破坏、椎基静脉孔相通、病程时间比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。不良组年龄、骨水泥量 ≥ 6 mL、骨水泥渗漏、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 均高于良好组($P<0.05$)。多因素逐步Logistic回归分析结果显示:骨水泥量 ≥ 6 mL [$\hat{OR}=3.333(95\% CI:1.282,8.664)$]、年龄较高 [$\hat{OR}=1.323(95\% CI:1.105,1.584)$]、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ [$\hat{OR}=3.893(95\% CI:1.489,10.177)$]、有骨水泥渗漏 [$\hat{OR}=7.125(95\% CI:2.585,19.637)$]是胸腰椎骨折患者PKP术后预后不良的影响因素($P<0.05$)。ROC曲线分析结果显示,骨水泥量 ≥ 6 mL、年龄较大、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 、有骨水泥渗漏、联合预测胸腰椎骨折患者PKP术后预后不良的敏感性分别为66.2%(95% CI:0.562,0.762)、73.0%(95% CI:0.620,0.840)、75.7%(95% CI:0.647,0.867)、82.4%(95% CI:0.714,0.934)、89.2%(95% CI:0.728,0.971);特异性分别为75.0%(95% CI:0.650,0.850)、70.0%(95% CI:0.590,0.811)、65.0%(95% CI:0.581,0.729)、70.0%(95% CI:0.627,0.774)、90.0%(95% CI:0.829,0.971)。且联合预测的曲线下面积为0.905,有较高的预测价值。**结论** 骨水泥量 ≥ 6 mL、有椎体周壁破坏、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 、椎基静脉孔相通是胸腰椎骨折患者PKP术后发生骨水泥渗漏的影响因素,且骨水泥量 ≥ 6 mL、年龄较大、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 、有骨水泥渗漏是胸腰椎骨折患者PKP术后预后不良的影响因素,早期识别和纠正可逆因素有助于改善PKP术胸腰椎骨折患者骨水泥渗漏和预后状况。

关键词: 胸腰椎骨折; PKP术; 骨水泥渗漏; 早期预后

中图分类号: R683.1

文献标识码: A

收稿日期: 2024-08-07

* 基金项目: 2023年度江苏省中医药科技发展计划项目(No: ZD202326)

[通信作者] 梅俊, E-mail: 120736671@qq.com; Tel: 13913660104

Factors influencing bone cement leakage after percutaneous kyphoplasty for thoracolumbar vertebral fractures and its association with early prognosis*

Wang Yu-cheng¹, Yu Peng-fei¹, Mei Jun², Chu Jin-jie², Chen Wei-dong², Feng Huan-huan²

[1. Department of Orthopedics and Traumatology, Suzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Suzhou, Jiangsu 215007, China; 2. Department of Orthopedics and Traumatology, Taicang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Nanjing University of Chinese Medicine, Suzhou, Jiangsu 215400, China]

Abstract: Objective To analyze the influencing factors of bone cement leakage after percutaneous kyphoplasty (PKP) for thoracolumbar vertebral fractures and its relationship with early prognosis. **Methods** Ninety-four patients with thoracolumbar vertebral fractures who underwent PKP treatment in Suzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine and Taicang Hospital of Traditional Chinese Medicine from May 2020 to August 2023 were selected. X-ray, MRI and CT scans were used to analyze the incidence of postoperative bone cement leakage, and patients were divided into the occurrence group and the non-occurrence group based on whether bone cement leakage occurred. The general characteristics of the two groups were compared, and the factors affecting bone cement leakage after PKP in patients with thoracolumbar vertebral fractures were analyzed. The patients were further divided into the good prognosis group and the poor prognosis group based on their outcomes three months after surgery. The general characteristics of the two subgroups were compared, and factors influencing postoperative prognosis after PKP in patients with thoracolumbar vertebral fractures were analyzed. **Results** In 94 patients with thoracolumbar vertebral fractures, there were 25 cases of bone cement leakage after PKP, with a leakage rate of 26.60%. There were 20 patients with a poor prognosis after PKP, with a poor prognosis rate of 21.28%. There were no statistically significant differences between the occurrence group and the non-occurrence group in terms of sex composition, age, history of hypertension and diabetes, cause of injury, AO classification, location of fractures, BMI, and disease duration ($P > 0.05$). The proportion of bone cement volume ≥ 6 mL, the rate of vertebral wall destruction, the proportion of the vertebral compression degree $\geq 50\%$, and the rate of connections between the basivertebral foramen and the intravertebral cleft were all higher in the occurrence group than those in the non-occurrence group. Multivariable Logistic regression analysis revealed that bone cement volume ≥ 6 mL [$\hat{OR} = 3.333$ (95% CI: 1.282, 8.664)], vertebral wall destruction [$\hat{OR} = 3.893$ (95% CI: 1.489, 10.177)], vertebral compression degree $\geq 50\%$ [$\hat{OR} = 3.606$ (95% CI: 1.387, 9.373)], and connections between the basivertebral foramen and the intravertebral cleft [$\hat{OR} = 3.900$ (95% CI: 1.477, 0.298)] were risk factors for bone cement leakage after PKP in patients with thoracolumbar vertebral fractures ($P < 0.05$). According to the ROC curve analysis, the sensitivities of bone cement volume ≥ 6 mL, vertebral wall destruction, vertebral compression degree $\geq 50\%$, connections between the basivertebral foramen and the intravertebral cleft, and their combination for predicting bone cement leakage after PKP in patients with thoracolumbar vertebral fractures were 64.0% (95% CI: 0.530, 0.750) and 56.0% (95% CI: 0.449, 0.671), 56.0% (95% CI: 0.450, 0.670), 52.0% (95% CI: 0.410, 0.630), and 80.0% (95% CI: 0.723, 0.877), with the specificities being 65.2% (95% CI: 0.543, 0.763), 75.4% (95% CI: 0.644, 0.874), 73.9% (95% CI: 0.629, 0.849), 78.3% (95% CI: 0.673, 0.893), and 97.1% (95% CI: 0.821, 1.000). The area under the curve (AUC) of the combined detection was 0.886, demonstrating a high predictive value. There were no statistically significant differences between the poor prognosis group and the good prognosis group in terms of sex composition, history of hypertension and diabetes, cause of injury, AO classification, location of fractures, BMI, vertebral wall destruction, connections between the basivertebral foramen and the intravertebral cleft, and disease duration ($P > 0.05$). The age, the proportion of bone cement volume ≥ 6 mL, the incidence of bone cement leakage, and the proportion of the vertebral compression degree $\geq 50\%$ in the poor prognosis group were higher than those in the good prognosis group ($P < 0.05$). Multivariable Logistic regression analysis showed that bone cement volume ≥ 6 mL [$\hat{OR} = 3.333$ (95% CI: 1.282, 8.664)], older age [$\hat{OR} = 1.323$ (95% CI: 1.105, 1.584)], vertebral compression degree $\geq 50\%$ [$\hat{OR} = 3.893$ (95% CI: 1.489, 10.177)], and bone cement leakage [$\hat{OR} = 7.125$ (95% CI: 2.585, 19.637)] were factors affecting the poor prognosis after PKP in patients with thoracolumbar vertebral fractures ($P < 0.05$). ROC curve

analysis demonstrated that the sensitivities of bone cement volume ≥ 6 mL, older age, vertebral compression degree $\geq 50\%$, bone cement leakage and their combination for predicting the poor prognosis after PKP in patients with thoracolumbar vertebral fractures were 66.2% (95% CI: 0.562, 0.762), 73.0% (95% CI: 0.620, 0.840), 75.7% (95% CI: 0.647, 0.867), 82.4% (95% CI: 0.714, 0.934) and 89.2% (95% CI: 0.728, 0.971), with the specificities being 75.0% (95% CI: 0.650, 0.850), 70.0% (95% CI: 0.590, 0.811), 65.0% (95% CI: 0.581, 0.729), 70.0% (95% CI: 0.627, 0.774) and 90.0% (95% CI: 0.829, 0.971). In addition, the combined detection of these indicators yielded an AUC of 0.905, with a high predictive value. **Conclusions** Bone cement volume ≥ 6 mL, vertebral wall destruction, vertebral compression degree $\geq 50\%$, and connections between the basivertebral foramen and the intravertebral cleft were the influencing factors for bone cement leakage after PKP in patients with thoracolumbar vertebral fractures. Besides, bone cement volume ≥ 6 mL, older age, vertebral compression degree $\geq 50\%$, and bone cement leakage were the influencing factors for poor prognosis after PKP in patients with thoracolumbar vertebral fractures. Early identification and correction of reversible factors are helpful to improve bone cement leakage and prognosis of patients with thoracolumbar vertebral fractures after PKP.

Keywords: thoracolumbar vertebral fracture; PKP; bone cement leakage; early prognosis

胸腰椎骨折是一种常见的脊柱损伤,多由高处坠落伤、交通事故伤等因素引起,患者表现为局部剧烈疼痛、麻木、无力等,严重时可能会导致神经损伤、疼痛加剧等并发症,影响患者生活质量和健康状况^[1-3]。经皮椎体后凸成形(percutaneous kyphoplasty, PKP)作为一种微创治疗方法,通过扩大球囊、骨水泥充盈来治疗椎体压缩性骨折,有助于椎体复位和缓解疼痛^[4-6]。但骨水泥渗漏是PKP术后常见并发症之一,可能导致炎症反应、疼痛加剧、神经损伤等,影响患者的早期预后^[7]。因此,深入研究胸腰椎骨折患者PKP术后骨水泥渗漏的发生情况及影响患者早期预后的相关指标,对改善患者的治疗策略、改善预后具有重要的指导意义。本研究回顾性分析胸腰椎骨折PKP术后骨水泥渗漏发生率及与早期预后的关系,旨在为PKP手术治疗胸腰椎骨折时提供有益的参考,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2020年5月—2023年8月在苏州市中医院和太仓市中医医院行PKP术治疗的94例胸腰椎骨折患者。纳入标准:①经X射线片确诊为胸腰椎骨折;②符合PKP术指征;③患者依从性较好;④临床资料齐全;⑤知晓本研究并签署知情同意书。排除标准:①合并其他脊柱疾病;②有脊柱、椎体骨折史或手术史;③合并恶性肿瘤;④存在凝血功能异常,免疫功能缺陷;⑤合并心肝等器官严重疾病;⑥合并严重内科疾病;⑦中途退出。本研究经医院

医学伦理委员会审核批准[No:太中伦理审(2019)第(030)号]。

1.2 方法

1.2.1 PKP术治疗 患者取仰卧位,局部麻醉,铺巾,单侧入路,利用C型臂X射线机定位穿刺,导针插入椎体前1/3,退出穿刺针。体后1/3处置入工作套管及骨钻,确定骨钻位于椎体前壁2~3 cm位置,置入球囊,注射碘海醇造影剂,扩张球囊,压力维持在20~40 bar,复位良好后退出球囊,注入骨水泥,待固化呈“牙膏”状时,C型臂X射线机监视下低压缓慢注入椎体内,观察其分布是否均匀,凝固后,拔出骨水泥注入针及骨穿针。术后仰卧2 h,12 h心电监护,2 d内用抗生素防感染,2 d后开始下地活动,抗骨质疏松治疗。所有入组患者由同一医生操作。

1.2.2 骨水泥渗漏发生情况 PKP术后复查手术椎体正侧位X射线片,检查是否有骨水泥渗漏,手术节段椎体皮质骨边界外或周围血管有骨水泥则定义为骨水泥渗漏。依据骨水泥渗漏是否发生分为发生组和未发生组,分别有25和69例。

1.2.3 预后状况 预后不良定位为经腰椎或胸椎正侧位X射线检查,患者出现再骨折。结合患者术后3个月预后状况^[8]将患者分为预后良好组和预后不良组,分别有20和74例。

1.2.4 收集患者基础资料 于PKP术前收集患者性别、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、病程时间、基础疾病(高血压、糖尿病)、AO分型(A、B、C型)、受伤原因(高处坠落伤、交通事故伤、重物击打致伤、其他)、伤椎位置(胸椎、腰椎)、骨水泥量(< 6 mL, ≥ 6 mL)、椎体压缩程度、椎基静脉孔是否相通。

1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 24.0 统计软件。计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 比较用 t 检验; 计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较用 χ^2 检验; 影响因素的分析采用多因素逐步 Logistic 回归模型; 绘制受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 胸腰椎骨折患者 PKP 术后骨水泥渗漏、早期术后不良情况

94 例胸腰椎骨折患者, PKP 术后骨水泥渗漏

25 例, 渗漏率为 26.60%; PKP 术后早期预后不良 20 例, 不良率为 21.28%。

2.2 发生组与未发生组患者一般资料比较

发生组与未发生组患者性别构成、年龄、高血压、糖尿病、受伤原因、AO 分型、伤椎位置、BMI、病程时间比较, 经 χ^2/t 检验, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。发生组与未发生组骨水泥量、椎体周壁破坏、椎体压缩程度、椎基静脉孔相通比较, 经 χ^2 检验, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 发生组骨水泥量 ≥ 6 mL、椎体周壁破坏、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 和椎基静脉孔相通均高于未发生组。见表 1。

表 1 发生组与未发生组患者一般资料比较

组别	n	男/女/例	基础疾病 例(%)		受伤原因 例(%)			
			高血压	糖尿病	高处坠落伤	交通事故伤	重物击打致伤	其他
发生组	25	13/12	9(36.00)	12(48.00)	8(32.00)	9(36.00)	6(24.00)	2(8.00)
未发生组	69	31/38	23(33.33)	21(30.43)	23(33.33)	18(26.09)	21(30.43)	7(10.14)
χ^2/t 值		0.369	0.058	2.485		0.990		
P 值		0.544	0.809	0.115		0.804		

组别	伤椎位置 例(%)		骨水泥量 例(%)		椎体周壁破坏 例(%)		椎体压缩程度 例(%)	
	胸椎	腰椎	≥ 6 mL	< 6 mL	有	无	$\geq 50\%$	$< 50\%$
发生组	16(64.00)	9(36.00)	16(64.00)	9(36.00)	14(56.00)	11(44.00)	14(56.00)	11(44.00)
未发生组	36(52.17)	33(47.83)	24(34.78)	45(65.22)	17(24.64)	52(75.36)	18(26.09)	51(73.91)
χ^2/t 值	1.038		6.408		8.166		7.313	
P 值	0.308		0.011		0.004		0.007	

组别	AO 分型 例(%)			椎基静脉孔相通 例(%)		年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	病程时间/(d, $\bar{x} \pm s$)
	A 型	B 型	C 型	是	否			
发生组	8(32.00)	11(44.00)	6(24.00)	13(52.00)	12(48.00)	72.23 ± 4.41	23.52 ± 2.20	9.32 ± 1.85
未发生组	21(30.43)	23(33.33)	25(36.23)	15(21.74)	54(78.26)	73.88 ± 4.81	23.95 ± 2.31	10.16 ± 1.93
χ^2/t 值	1.424			8.025		1.501	0.807	1.885
P 值	0.491			0.005		0.137	0.422	0.063

2.3 影响胸腰椎骨折患者 PKP 术后发生骨水泥渗漏的多因素逐步 Logistic 回归分析

以胸腰椎骨折患者 PKP 术后是否发生骨水泥渗漏 (否 = 0, 是 = 1) 为因变量, 骨水泥量 (< 6 mL = 0, ≥ 6 mL = 1)、椎体周壁破坏 (无 = 0, 有 = 1)、椎基静脉孔相通 (否 = 0, 是 = 1)、椎体压缩程度 ($< 50\%$ = 0, $\geq 50\%$ = 1) 为自变量, 进行多因素逐步 Logistic 回归分析 ($\alpha_{入} = 0.05, \alpha_{出} = 0.10$), 结果显示: 骨水泥量 ≥ 6 mL [$\hat{OR} = 3.333$ (95% CI: 1.282, 8.664)]、有椎

体周壁破坏 [$\hat{OR} = 3.893$ (95% CI: 1.489, 10.177)]、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ [$\hat{OR} = 3.606$ (95% CI: 1.387, 9.373)]、椎基静脉孔相通 [$\hat{OR} = 3.900$ (95% CI: 1.477, 0.298)] 是胸腰椎骨折患者 PKP 术后发生骨水泥渗漏的危险因素 ($P < 0.05$)。见表 2。

2.4 胸腰椎骨折患者 PKP 术后发生骨水泥渗漏的 ROC 曲线分析

ROC 曲线分析结果显示, 骨水泥量 ≥ 6 mL、有椎体周壁破坏、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 、椎基静脉孔

表 2 影响胸腰椎骨折患者 PKP 术后发生骨水泥渗漏的多因素逐步 Logistic 回归分析

自变量	b	S_b	Wald χ^2	P 值	\hat{OR}	95% CI	
						下限	上限
骨水泥量 ≥ 6 mL	1.204	0.487	6.103	0.013	3.333	1.282	8.664
有椎体周壁破坏	1.359	0.490	7.685	0.006	3.893	1.489	10.177
椎体压缩程度 $\geq 50\%$	1.283	0.487	6.927	0.008	3.606	1.387	9.373
椎基静脉孔相通	1.361	0.495	7.547	0.006	3.900	1.477	0.298

相通、联合预测胸腰椎骨折患者 PKP 术后发生骨水泥渗漏的敏感性分别为 64.0% (95% CI: 0.530, 0.750)、56.0% (95% CI: 0.449, 0.671)、56.0% (95% CI: 0.450, 0.670)、52.0% (95% CI: 0.410, 0.630)、80.0% (95% CI: 0.723, 0.877); 特异性分别为 65.2%

(95% CI: 0.543, 0.763)、75.4% (95% CI: 0.644, 0.874)、73.9% (95% CI: 0.629, 0.849)、78.3% (95% CI: 0.673, 0.893)、97.1% (95% CI: 0.821, 1.000)。联合预测的曲线下面积为 0.886, 有较高的预测价值。见表 3 和图 1。

表 3 胸腰椎骨折患者 PKP 术后发生骨水泥渗漏的 ROC 曲线分析

指标	最佳截断值	曲线下面积	95% CI		敏感性/ %	95% CI		特异性/ %	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
骨水泥量 ≥ 6 mL	0.5	0.646	0.519	0.773	64.0	0.530	0.750	65.2	0.543	0.763
有椎体周壁破坏	0.5	0.657	0.527	0.787	56.0	0.449	0.671	75.4	0.644	0.874
椎体压缩程度 $\geq 50\%$	0.5	0.650	0.519	0.780	56.0	0.450	0.670	73.9	0.629	0.849
椎基静脉孔相通	0.5	0.651	0.520	0.783	52.0	0.410	0.630	78.3	0.673	0.893
联合	0.5	0.886	0.789	0.982	80.0	0.723	0.877	97.1	0.821	1.000

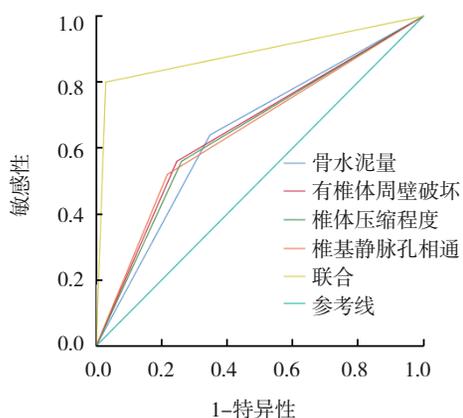


图 1 胸腰椎骨折患者 PKP 术后发生骨水泥渗漏的 ROC 曲线

2.5 预后不良组与预后良好组患者一般资料比较

预后不良组与预后良好组患者性别构成、高血压、糖尿病、受伤原因、AO 分型、伤椎位置、BMI、椎体周壁破坏、椎基静脉孔相通、病程时间比较, 经 χ^2/t 检验, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。发生组与未发生组年龄、骨水泥量、骨水泥渗漏、椎体压缩程度比较, 经 χ^2/t 检验, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$),

不良组年龄、骨水泥量 ≥ 6 mL、骨水泥渗漏、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 均高于良好组。见表 4。

2.6 影响胸腰椎骨折患者 PKP 术后预后状况的多因素逐步 Logistic 回归分析

以胸腰椎骨折患者 PKP 术后预后状况作为因变量 (预后良好 = 0, 预后不良 = 1), 将骨水泥渗漏 (无 = 0, 有 = 1)、椎体压缩程度 ($< 50\% = 0, \geq 50\% = 1$)、骨水泥量 (< 6 mL = 0, ≥ 6 mL = 1)、年龄 (实测值) 作为自变量, 进行多因素逐步 Logistic 回归分析 ($\alpha_{入} = 0.05, \alpha_{出} = 0.10$), 结果显示: 骨水泥量 ≥ 6 mL [$\hat{OR} = 3.333$ (95% CI: 1.282, 8.664)]、年龄较大 [$\hat{OR} = 1.323$ (95% CI: 1.105, 1.584)]、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ [$\hat{OR} = 3.893$ (95% CI: 1.489, 10.177)]、有骨水泥渗漏 [$\hat{OR} = 7.125$ (95% CI: 2.585, 19.637)] 是胸腰椎骨折患者 PKP 术后预后不良的影响因素 ($P < 0.05$)。见表 5。

2.7 胸腰椎骨折患者 PKP 术后预后评估的 ROC 曲线分析

ROC 曲线分析结果显示, 骨水泥量 ≥ 6 mL、年龄较大、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 、有骨水泥渗漏、联合预

表 4 预后不良组与预后良好组患者一般资料比较

组别	n	男/女/例	基础疾病 例(%)		受伤原因 例(%)			
			高血压	糖尿病	高处坠落伤	交通事故伤	重物击打致伤	其他
不良组	20	12/8	6(30.00)	7(35.00)	6(30.00)	5(25.00)	7(35.00)	2(10.00)
良好组	74	32/42	26(35.14)	26(35.14)	25(33.78)	22(29.73)	18(24.32)	9(12.16)
χ^2/t 值		1.776	0.185	0.000			0.929	
P 值		0.183	0.667	0.991			0.819	

组别	伤椎位置 例(%)		骨水泥量 例(%)		椎体周壁破坏 例(%)		椎体压缩程度 例(%)	
	胸椎	腰椎	≥ 6 mL	< 6 mL	有	无	$\geq 50\%$	$< 50\%$
不良组	12(60.00)	8(40.00)	14(70.00)	6(30.00)	10(50.00)	10(50.00)	12(60.00)	8(40.00)
良好组	40(54.05)	34(45.95)	26(35.14)	48(64.86)	21(28.38)	53(71.62)	19(25.68)	55(74.32)
χ^2/t 值		0.225		7.829		3.330		7.313
P 值		0.635		0.005		0.068		0.007

组别	AO 分型 例(%)			椎基静脉孔相通 例(%)		年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	病程时间/ (d, $\bar{x} \pm s$)	骨水泥渗漏 例(%)	
	A 型	B 型	C 型	是	否				有	无
不良组	6(30.00)	8(40.00)	6(30.00)	9(45.00)	11(55.00)	73.23 \pm 3.41	23.52 \pm 3.02	9.45 \pm 2.21	11(55.00)	9(45.00)
良好组	23(31.08)	26(35.14)	25(33.78)	19(25.68)	55(74.32)	69.52 \pm 3.07	23.84 \pm 3.11	9.21 \pm 2.06	14(18.92)	60(81.08)
χ^2/t 值		0.177		2.811		4.683	0.411	0.455	10.499	
P 值		0.915		0.094		0.000	0.682	0.650	0.001	

表 5 影响胸腰椎骨折患者 PKP 术后预后状况的多因素逐步 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S _b	Wald χ^2	P 值	OR	95% CI	
						下限	上限
骨水泥量 ≥ 6 mL	1.204	0.487	6.103	0.013	3.333	1.282	8.664
年龄较高	0.280	0.092	9.264	0.002	1.323	1.105	1.584
椎体压缩程度 $\geq 50\%$	1.359	0.490	7.685	0.006	3.893	1.489	10.177
有骨水泥渗漏	1.964	0.517	14.412	0.000	7.125	2.585	19.637

测胸腰椎骨折患者 PKP 术后预后不良的敏感性分别为 66.2% (95% CI: 0.562, 0.762)、73.0% (95% CI: 0.620, 0.840)、75.7% (95% CI: 0.647, 0.867)、82.4% (95% CI: 0.714, 0.934)、89.2% (95% CI: 0.728, 0.971); 特异性分别为 75.0% (95% CI: 0.650, 0.850)、

70.0% (95% CI: 0.590, 0.811)、65.0% (95% CI: 0.581, 0.729)、70.0% (95% CI: 0.627, 0.774)、90.0% (95% CI: 0.829, 0.971)。且联合预测的曲线下面积为 0.905, 有较高的预测价值。见表 6 和图 2。

表 6 胸腰椎骨折患者 PKP 术后预后评估的 ROC 曲线分析

指标	最佳截断值	曲线下面积	95% CI		敏感性/ %	95% CI		特异性/ %	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
骨水泥量	0.5	0.706	0.579	0.833	66.2	0.562	0.762	75.0	0.650	0.850
年龄	71.38 岁	0.735	0.599	0.871	73.0	0.620	0.840	70.0	0.590	0.811
椎体压缩程度	0.5	0.703	0.569	0.838	75.7	0.647	0.867	65.0	0.581	0.729
骨水泥渗漏	0.5	0.762	0.634	0.890	82.4	0.714	0.934	70.0	0.627	0.774
联合	0.5	0.905	0.816	0.993	89.2	0.728	0.971	90.0	0.829	0.971

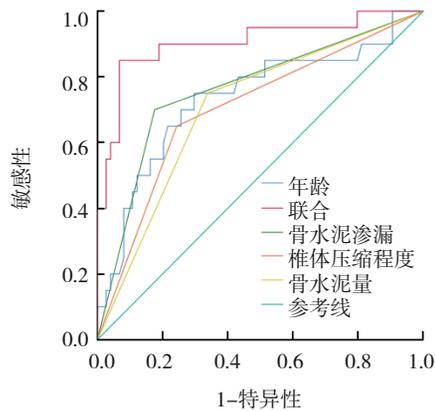


图2 胸腰椎骨折患者PKP术后预后评估的ROC曲线

3 讨论

PKP术因其具有即刻稳定骨折椎体、减轻疼痛等特点,已逐渐成为骨质疏松性骨折的主要治疗方法^[9-11]。骨水泥渗漏为PKP术常见并发症之一,有学者报道,PKP术后骨水泥渗漏率发生率为12%~65%^[12-14]。本研究结果中,94例胸腰椎骨折患者,PKP术后骨水泥渗漏率26.60%。杜亚雷等^[15]研究结果中,189例行椎体压缩性骨折患者骨水泥渗漏率为47.09%,较本研究发生率高,可能与研究样本量、手术方法等因素相关。故早期识别并积极预防骨水泥渗漏的发生具有重要价值。本研究经多因素逐步 Logistic 回归分析,骨水泥量 ≥ 6 mL、有椎体周壁破坏、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 、椎基静脉孔相通是胸腰椎骨折患者PKP术后发生骨水泥渗漏的影响因素。当骨水泥量 ≥ 6 mL时,可能会产生较大的热量和压力,导致骨水泥渗漏的风险增加^[16]。同时,过多的骨水泥可能会使椎体内部的空隙填充不均匀,进一步增加渗漏的可能性。椎体的周壁是由骨组织和软组织构成的,对骨水泥的固定和防止渗漏起着重要作用。当椎体周壁破坏时,骨水泥的固定效果会降低,从而增加骨水泥渗漏的风险^[17]。椎体压缩程度较重时,椎体的结构和形态可能已经发生显著改变,可能会影响骨水泥的填充和固定效果,从而增加骨水泥渗漏的风险。椎基静脉孔是椎体中的一个通道,连接着椎体的静脉系统。当椎基静脉孔相通时,骨水泥可能会通过这个通道渗漏到椎体的静脉系统中,从而导致骨水泥渗漏。欧炳金等^[18]研究结果已证实,椎基静脉孔和骨水泥注入量为术中骨水泥渗漏的独立危险因素。可见,胸腰椎骨折患者接受PKP术前,对上述指标进行详细评估可有效

减少骨水泥渗漏的风险。同时术中仔细操作,精确控制骨水泥的注射量及术后密切监测患者状况,对于预防骨水泥渗漏并发症至关重要。

本研究结果中,94例胸腰椎骨折患者,PKP术后早期预后不良有20例,与廖昌和等^[19]研究结果相类似,其骨折再发率17.89%,较本研究发生率低,可能与随访时间、纳入样本量相关,表明了胸腰椎骨折患者PKP术后早期预后不良的风险较高。本研究多因素逐步 Logistic 回归分析,骨水泥量 ≥ 6 mL、年龄较大、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 、有骨水泥渗漏是胸腰椎骨折患者PKP术后预后不良的影响因素。骨水泥是PKP术中用于填充椎体空腔并增强椎体稳定性的材料,适量的骨水泥可有效恢复椎体的强度^[20-22]。当骨水泥用量过多时,可能会导致骨水泥渗漏的风险增加,从而引起周围组织的损伤,影响患者恢复。随着年龄的增长,患者的骨密度通常会下降,这使得椎体更加脆弱,容易发生压缩性骨折^[23]。同时,年龄较高的人群新陈代谢速度减慢,对骨水泥的吸收和代谢能力下降,这可能会延长骨水泥在体内的停留时间,增加并发症的风险。椎体严重压缩意味着骨折较严重,骨水泥填充的难度增加,且椎体的结构完整性受损,这可能导致术后恢复困难,甚至出现长期腰背痛等问题。骨水泥渗漏不仅会引起局部炎症反应,造成疼痛,还可能影响到邻近的神经和血管,导致更严重的并发症^[24-25]。因此,临床实践中,针对年龄较高的人群,应适当补充钙剂和维生素,加强功能训练;医师应当严格把握患者的手术适应证,做好术前病情评估,熟练掌握手术的准确操作技术、影像学监测和针对不同患者灵活合理应用骨水泥,预防骨水泥注入量过高,以降低患者术中骨水泥渗漏的发生风险,提高预后效果。

综上所述,骨水泥量 ≥ 6 mL、有椎体周壁破坏、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 、椎基静脉孔相通是胸腰椎骨折患者PKP术后发生骨水泥渗漏的影响因素,且骨水泥量 ≥ 6 mL、年龄较大、椎体压缩程度 $\geq 50\%$ 、有骨水泥渗漏是胸腰椎骨折患者PKP术后预后不良的影响因素,早期识别和纠正可逆因素有助于改善行PKP术胸腰椎骨折患者骨水泥渗漏和预后状况。但本研究存在一定局限性:①样本量可能相对较小,不足以完全反映胸腰椎骨折患者的整体情况;②研究方法可能存在一定的偏差,例如患者选择、数据采

集和分析等方面可能存在误差;③未对渗透程度进行分析。因此,在未来的研究中,需进一步扩大样本量、改进研究方法,研究新的材料或技术以减少骨水泥渗漏的风险,或者探索更多的危险因素及其对预后的影响,并对骨水泥渗透程度进行分析,以更全面地了解胸腰椎骨折患者 PKP 术的预后情况,推动该领域的研究进展。

参 考 文 献:

- [1] 于翱瑞,高坤,张少群,等.血清 Dickkopf-1 蛋白、ESR、VEGF-A 与强直性脊柱炎患者病情及发生脊柱骨折的关系[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(7): 8-13.
- [2] ZHENG Z R, LIU C, ZHANG Z, et al. Thoracolumbar flexion dysfunction and thoracolumbar compression fracture in postmenopausal women: a single-center retrospective study[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 709.
- [3] 张弘来,陈霄雷,高飞.微创经皮椎弓根钉联合同切口通道减压术治疗胸腰椎爆裂性骨折的疗效与安全性研究[J]. 中国现代医学杂志, 2023, 33(5): 91-96.
- [4] 章飞翔,崔海东,吕书军,等.胸腰椎骨折 PSF 手术联合计算机辅助设计 3D 打印技术对置入螺钉效果及预后的影响[J]. 中国医学装备, 2020, 17(12): 96-100.
- [5] 江兵,陶岳峰,陈海云,等.小剂量骨水泥在胸腰椎压缩骨折经皮椎体后凸成形术中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2022, 37(5): 498-500.
- [6] DAI C Q, LIANG G, ZHANG Y S, 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.
- [7] 黄徐兵,焦伟,翟云雷,等.骨质疏松性椎体压缩骨折损伤程度对经皮椎体后凸成形术后骨水泥皮质渗漏影响的研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2023, 37(4): 452-456.
- [8] 邢伟,刘剑峰.三种手术入路方案治疗胸腰椎骨折患者的疗效及影响预后相关因素分析[J]. 中南医学科学杂志, 2020, 48(4): 413-417.
- [9] 李诚,程兆明,张海波.经皮椎体后凸成形术治疗伴周壁破裂的骨质疏松性胸腰椎骨折[J]. 脊柱外科杂志, 2021, 19(3): 195-197.
- [10] 曾锦源,谢昀,陈春永,等.骨折复位程度和骨水泥注入量对 PKP 术后邻近椎体应力影响的有限元分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2023, 38(7): 698-702.
- [11] WANG X, ZHU Y H, ZHU Q S. Efficacy and safety of robot-assisted versus fluoroscopy-assisted PKP or PVP for osteoporotic vertebral compression fractures: a systematic review and meta-analysis[J]. J Robot Surg, 2023, 17(6): 2597-2610.
- [12] 曹珑耀,邓忠良,晏铮剑,等.中国人群 PKP、PVP 术后骨水泥渗漏相关危险因素的 Meta 分析[J]. 医学综述, 2022, 28(20): 4120-4128.
- [13] 杜鹏,程傲雄,范宁,等.经皮椎体后凸成形术治疗 Kümmell 病术中骨水泥渗漏的危险因素分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2022, 32(6): 526-531.
- [14] 高翔成,都金鹏,昌震,等.骨质疏松性椎体压缩骨折椎体强化术后骨水泥移位的危险因素分析[J]. 中华创伤杂志, 2022, 38(3): 205-212.
- [15] 杜亚雷,郑连生.经皮椎体成形术后患者骨水泥渗漏的影响因素[J]. 临床骨科杂志, 2020, 23(1): 20-22.
- [16] 王彭,张德光.经皮椎体成形术骨水泥渗漏对椎体压缩骨折术后邻近椎体骨折的影响及相关性研究[J]. 颈腰痛杂志, 2021, 42(6): 787-789.
- [17] 贾小宝,吴宇,冷楠楠,等. PKP 术中不同骨水泥填充剂量治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的疗效对比及术后骨水泥渗漏的影响因素探讨[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(4): 698-703.
- [18] 欧炳金,钱启恒,农宁,等.经皮椎体成形术治疗老年骨质疏松性椎体压缩骨折骨水泥渗漏的危险因素分析[J]. 骨科, 2023, 14(4): 327-333.
- [19] 廖昌和,朱古鑫,马航展. PKP 术后骨水泥分布对邻近椎体再发骨折的影响及相关危险因素分析[J]. 实用骨科杂志, 2024, 30(3): 232-237.
- [20] 付海军,冯毅,武太勇,等.经皮椎体成形术椎间盘骨水泥渗漏对相邻椎体生物力学影响的有限元分析[J]. 北京生物医学工程, 2022, 41(2): 140-147.
- [21] 姜效韦,马超,孟磊,等.经皮椎体成形术后继发心脏骨水泥栓塞、心脏穿孔 1 例报告[J]. 实用骨科杂志, 2022, 28(1): 90-91.
- [22] 张保良,陈仲强.椎体强化术后继发骨水泥渗漏类型及其危险因素的临床评价[J]. 中华骨科杂志, 2021, 41(5): 330-338.
- [23] 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.
- [24] 穆佐洲,邵海龙.手术入路对骨质疏松性胸腰椎骨折术后并发症的影响及术后再骨折危险因素分析[J]. 陕西医学杂志, 2022, 51(7): 848-851.
- [25] 孙雷,王星宇,谢水华.老年骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折患者 PKP 术后再次骨折的风险分析及列线图预测模型的构建[J]. 解剖学报, 2024, 55(1): 98-104.

(李科 编辑)

本文引用格式: 王宇铖,俞鹏飞,梅俊,等.胸腰椎骨折经皮椎体后凸成形术后骨水泥渗漏的影响因素及与早期预后的关系[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(24): 8-15.

Cite this article as: WANG Y C, YU P F, MEI J, et al. Factors influencing bone cement leakage after percutaneous kyphoplasty for thoracolumbar vertebral fractures and its association with early prognosis[J]. China Journal of Modern Medicine, 2024, 34(24): 8-15.