

术前合并症对单节段经皮椎体成形术后1年内新发骨折的危险因素分析

杨孟睿¹ 余伟波² 马柯¹ 李智斐² 王晓琥²

1.广西中医药大学, 广西 南宁 530001

2.广西中医药大学第一附属医院脊柱骨伤科, 广西 南宁 530022

摘要: 目的 分析术前合并症对经皮穿刺椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)治疗单节段骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)术后1年内新发椎体骨折的危险因素。方法 回顾性分析2018年~2022年本院行PVP治疗单节段OVCF的574例连续性患者临床资料,随访1年,评估两组患者术前合并症差异有无统计学意义,建立风险预测模型进行内部验证。结果 单因素分析显示两组患者BMD、性别、身高、体重、BMI、血清白蛋白、胃切除、胃病、卵巢切除差异有统计学意义($P<0.05$),二元logistic回归分析显示BMD、性别、血清白蛋白、胃切除、胃病、卵巢切除是术后1年内新发骨折的危险因素($P<0.05$),绘制风险预测列线图,模型受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)曲线下面积(area under the curve, AUC)为0.755, 95%置信区间为0.680~0.831。校准曲线表现为模型预测值分布曲线与重复抽样校正拟合偏倚后的分布曲线良好贴合,该模型校准度良好、具备预测价值。结论 术前低BMD、性别、低血清白蛋白、胃切除、胃病、卵巢切除可能是单节段OVCF行PVP术后1年内新发骨折的危险因素。

关键词: 骨质疏松性椎体压缩骨折; 经皮椎体成形术; 术前合并症; 新发椎体骨折

OVCF典型症状为顽固性腰背疼痛、活动受限,进展性脊柱后凸畸形^[1]。PVP有效恢复椎体高度、迅速缓解疼痛、恢复功能状态^[2],安全且疗效较保守治疗显著^[3]。既往文献报道高龄、低BMI、低BMD、骨水泥注入量及渗漏是术后新发骨折的可能潜在危险因素^[4],但术前合并症对单节段OVCF术后新发骨折影响目前国内外文献报道较少。本研究旨在比较临床常见术前合并症对PVP术后新发骨折影响差异,为预测PVP治疗单节段OVCF术后新发骨折提供一定参考。

1 研究对象与方法

1.1 病例选择

纳入标准:(1)单节段新鲜OVCF保守治疗4周后疗效不佳或复查X线片显示后凸畸形进行性加重,患者同意行PVP治疗;(2)临床资料及影像学资料完整、清晰显示骨折区域位置;(3)术后1年内低能量损伤致腰背痛症状与影像学结果一致;(4)术后1月、3月、6月、1年定期随访。

排除标准:(1)高能量损伤致椎体骨折;(2)病理性骨折如脊柱感染、肿瘤、结核等;(3)椎体骨折伴脊髓神经受压;(4)不耐受手术。

共纳入574例OVCF患者,所有患者术中术后均未出现肺栓塞、脊髓神经损伤、感染等并发症,术后均规律抗OP治疗,年龄43~98岁,平均(72.21 ± 8.15 岁),男127例,女447例,其中87例(男35例,女52例)术后发生新发椎体骨折,高血压病(291例,50.70%)、DM(122例,21.25%)、冠心病(73例,12.72%)、脑梗死(92例,16.03%)、胃切除(8例,1.39%)、胃病(77例,13.41%)、卵巢切除(9例,1.57%)。骨折节段分布见图1。

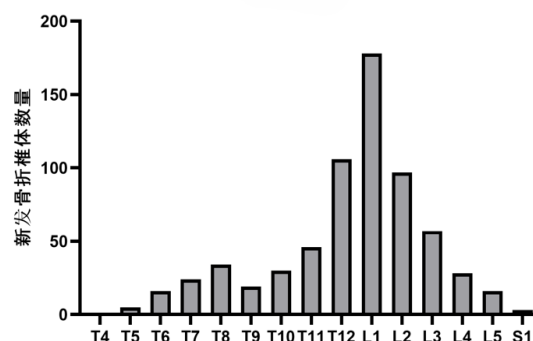


图1 骨折椎体节段分布图

1.2 手术步骤

患者前胸、髂嵴下垫枕取俯卧过伸位行局麻,C形臂X线引导下根据椎弓根体表投影定位、标记,穿刺套管平

表 1 术前基础情况对术后 1 年内新发骨折的单因素分析

变量	新发骨折组(N=87)	无新发骨折组(N=487)	χ^2/t	P
高血压病	40(45.98%)	236(48.46%)	0.182	0.669
糖尿病	24(27.59%)	98(20.12%)	2.456	0.117
冠心病	9(10.34%)	64(13.14%)	0.520	0.471
脑梗死	13(14.94%)	79(16.22%)	0.090	0.764
胃切除	5(5.75%)	3(0.62%)	10.654	0.001*
胃病	23(26.44%)	54(11.09%)	14.971	<0.001*
性别(女,77.87%)	52(59.77%)	395(81.11%)	19.507	<0.001*
卵巢切除	5(9.62%)	3(0.76%)		<0.001*
身高(cm)	158.10 ± 10.47	155.51 ± 6.99	-2.691	0.008*
体重(kg)	58.68 ± 10.47	54.23 ± 10.22	-3.729	<0.001*
BMI	23.41 ± 3.26	22.36 ± 3.57	-2.554	0.011*
BMD(mg/cc)	54.28 ± 22.32	64.25 ± 25.67	3.402	<0.001*
ALB(g/L)	34.66 ± 4.18	35.93 ± 3.54	2.994	0.003*

*具有统计学意义

表 2 术前基础情况对术后 1 年内新发骨折的二元 Logistic 回归分析

项目	回归系数(B)	标准误差	瓦尔德	显著性 (P)	OR 值	95%CI	
						下限	上限
胃切除(1)	2.633	0.830	10.069	0.002*	13.909	2.736	70.708
胃病(1)	1.506	0.353	18.184	<0.001*	4.507	2.256	9.004
卵巢切除(1)	2.562	0.817	9.832	0.002*	12.966	2.613	64.328
性别(0)	-1.174	0.360	10.607	0.001*	0.309	0.153	0.627
身高	-0.015	0.107	0.019	0.891	0.985	0.799	1.215
体重	0.037	0.143	0.065	0.798	1.037	0.784	1.373
BMI	0.014	0.353	0.002	0.968	1.014	0.508	2.028
BMD	-0.030	0.006	22.466	<0.001*	0.971	0.959	0.983
ALB	-0.109	0.034	10.103	0.001*	0.896	0.838	0.959

*具有统计学意义

行椎弓根上下缘并向前下方刺入使尖端到达骨折椎体前 1/3 内，移除管心针，建立工作通道，连续透视下使用直口推杆将调至牙膏状骨水泥由前向后注入椎体，骨水泥弥散接近椎体后壁 1/4 时停止注入(图 2)，注射时发生骨水泥渗漏立刻停止注射并观察患者表现，无异常可在对侧管道酌情注射骨水泥，待骨水泥固化后拔出套管，缝合术口。

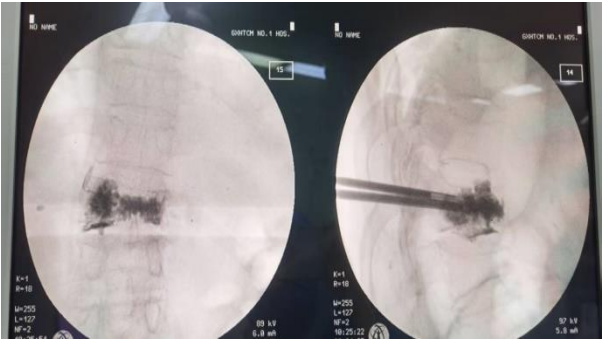


图 2 骨水泥填充情况

1.3 数据收集及统计分析

采用 SPSS 27.0 统计软件，计量资料采用 t 检验，计数资料采用 χ^2 检验， $P<0.05$ 为差异有统计学意义，将其纳入二元 Logistic 分析，筛选 PVP 术后新发骨折的独立危险因素。

采用 Graphpad Prism 9.5 绘图软件绘制骨折节段分布图。Rstudio(2024.12.1 版本)构建列线图模型及校准曲线，通过 ROC 曲线下面积评估模型预测效能。

2 结果

2.1 单因素分析

单因素分析显示两组患者身高、体重、BMI、BMD、性别、ALB、胃切除、胃病、卵巢切除差异有统计学意义($P<0.05$)，高血压病、糖尿病、冠心病、脑梗死差异无统计学意义($P>0.05$)。(表 1)

2.2 二元 Logistic 回归分析

将有统计学意义的变量纳入二元 Logistic 回归分析显示 BMD、性别、ALB、胃切除、胃病、卵巢切除是术后新发骨折的独立危险因素。(表 2)

2.3 列线图及模型验证

基于二元 Logistic 回归分析结果，建立 PVP 术后 1 年内新发骨折的风险预测列线图模型。(图 3)

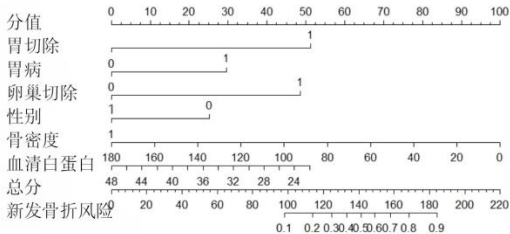


图 3 PVP 术后 1 年内新发骨折的风险预测列线图

为进一步证实术前合并症与术后新发骨折相关性，通过 Bootstrap 法对数据 1000 次重复抽样内部验证，分析预测模型区分度及校准度，绘制相关 ROC 曲线(图 4)及校准曲

线(图 5)。该模型预测新发骨折的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.755, 95%置信区间为 0.680~0.831, $P<0.001$, 该风险预测模型具有较好的区分能力。校准曲线结果表现为模型预测值分布曲线与重复抽样校正拟合偏倚后的分布曲线良好贴合, 该模型校准度良好。

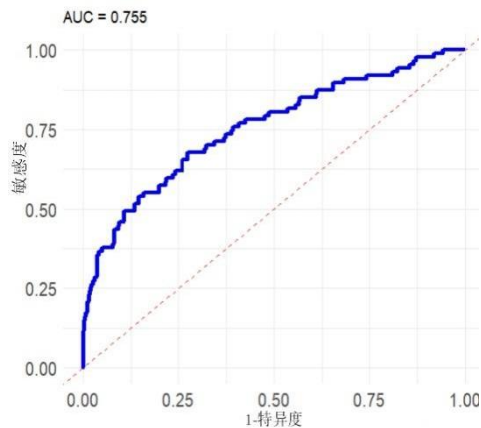


图4 列线图模型预测 PVP 术后新发骨折风险的 ROC 曲线

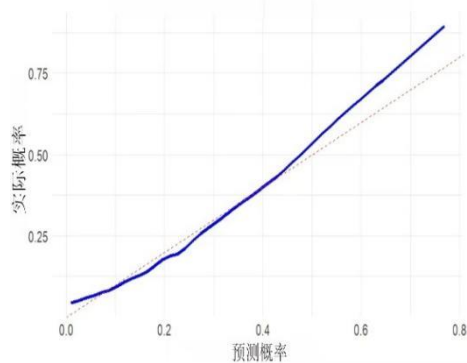


图5 列线图预测模型预测 PVP 术后新发骨折风险的校准曲线

3 讨论

轻微外力甚至无外力可使 OP 患者发生 OVCF, PVP 可迅速缓解大部分经保守治疗无效的疼痛并恢复功能状态, 但部分患者术后新发椎体骨折, 相关报道称新发骨折率约 11.5%~34.8%^[5], 本研究为 15.16%。术后新发骨折可能与 OP 病程不可逆^[6,7,8]、骨水泥渗漏或强化椎内弥散不佳^[9]、负荷由上位终板传导至下位终板产生邻椎骨折^[10]相关。脊柱骨折好发于胸腰连接处^[11], 本研究 43.0%

(247/574)位于此处, 术后新发骨折中 54.02%(47/87)位于 T12-L1(图 1)。

糖尿病患者骨折风险与骨内因素如骨质量改变、骨强度减弱, 骨外因素如糖尿病性痴呆、糖尿病视网膜病变致跌倒倾向相关。既往研究表明 T2DM 患者椎体形态在术后 6 个月开始恶化^[12], 增加新发骨折风险, 但本研究中 DM

在单因素分析中 P 值不具有统计学意义。

PVP 术后新发骨折由 OP 自然进程导致或骨水泥强化后力学改变所致目前仍存在争议。Bian 等^[13]通过研究表明术后骨折组年龄显著高于无骨折组, 但本研究中 574 位患者的年龄在单因素分析中未显现显著性($P=0.529$), 可能与研究对象来自单一机构相关。

3.1 BMD 对 PVP 术后 1 年内新发骨折的影响

OP 初始不一定伴随腰背痛, 未行 BMD 测量易忽视 OP 进展, 骨量持续减少、骨结构进行性破坏、椎体高度下降。既往研究表明 BMD 是 PVP 术后新发骨折的危险因素^[14], Li^[15]等认为 BMD 存在区域性差异的患者术后新发骨折风险增加 1.069 倍。本研究新发骨折组患者平均 BMD(54.28 ± 22.32)明显低于无新发组(64.25 ± 25.67), 独立样本 t 检验表明新发骨折组与无新发骨折组 BMD 差异 $P<0.001$, 带入二元 Logistic 回归分析显示 $P<0.001$, 具有统计学意义, OR 值 <1 (0.971), 表明 BMD 每提升 1 个单位, 术后新发骨折风险降低 2.9%。

3.2 ALB 对 PVP 术后 1 年内新发骨折的影响

ALB 是衡量机体营养状况的重要指标, 既往研究表明低 ALB 影响组织血管, 阻碍抗生素效用, 使炎症持续、延长抗感染疗程^[16], 显著影响术后恢复速度。本研究中 ALB 在单因素分析中 $P=0.003$, 带入二元 Logistic 回归分析显示 $P<0.001$, OR 值为 0.896, 即血清白蛋白每升高 1 个单位, PVP 术后新发骨折的可能性下降 10.4%, 表明 ALB 是 PVP 术后 1 年内新发骨折的保护因素。

3.3 胃病、胃切除对 PVP 术后 1 年内新发骨折的影响

既往研究表明有胃病及既往行胃切除术更易发生 OP^[17]。在 Lei Ning^[18]等人的相关研究中术后新发骨折组与无新发组术前胃病发病率分别为 3.8%、13.51%, 本研究分别为 11.09%、26.44%, 有胃切除术史的患者共 8 人, 在 PVP 术后 1 年内新发骨折率为 5.75%, 较术前无胃切除的患者增加 13.909 倍。术前有胃病的患者新发骨折率是无胃病者的 4.507 倍。本研究认为既往有胃病或行胃切除术与 PVP 术后 1 年内新发骨折存在明显关联。

3.4 卵巢切除与性别对 PVP 术后 1 年内新发骨折的影响

雌激素维持女性第二性征与生殖功能, 在调节骨代谢成骨细胞、破骨细胞活动的平衡中有关键作用。研究表明切除卵巢的实验组大鼠半年内骨小梁微结构破坏、OP 程度较对照组加重^[19]。单因素分析显示女性以及卵巢切除是 PVP 术后 1 年内新发骨折的危险因素 ($P<0.001$), 二元 Logistic 回归分析显示女性术前有卵巢切者在术后 1 年内

新发骨折风险增加 12.966 倍, 而男性新发骨折风险较女性低 61%。

3.5 本研究存在的不足

本研究为单中心研究, 患者资料均来自本院特定时段就医患者, 具有地区性, 多中心研究更具准确性。1 年随访部分患者门诊失访, 电话随访了解到出院后长期卧床, 存在后背疼痛, 疑似新发骨折但未至门诊就诊, 可能导致术后新发骨折率欠精准。随访 1 年, 时间较短, 未能探讨 PVP 术后中远期疗效及新发骨折危险因素, 未来可进一步研究。

综上所述, 本研究证实术前合并低 BMD、低 ALB、胃病、胃切除、女性、卵巢切除在 PVP 术后 1 年内易新发椎体骨折。临床应注意术前相关指标的监测、干预, 术后加强治疗术前合并症, 预防术后新发骨折、提高患者疗效与生活质量。

作者贡献: 杨孟睿负责实验设计、数据收集整理及统计学分析、文章撰写; 马柯参与实验设计及实施; 余伟波指导实验设计及文章撰写; 李智斐指导实验实施; 王晓琥参与实验实施并对文章的知识性内容作批评性审阅。

利益冲突: 全体作者声明, 在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突, 基金项目及经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析 & 报道。

机构伦理问题: 研究经广西中医药大学第一附属医院伦理委员会批准, 取得所有患者知情同意, 符合赫尔辛基宣言。

参考文献:

[1]Li, W, Wang, H, Dong, S, et al. Establishment and validation of a nomogram and web calculator for the risk of new vertebral compression fractures and cement leakage after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporotic vertebral compression fractures[J].EUR SPINE J,2021,31(5):1108-1121.

[2]Wang, M, Li, B, Wang, Y, et al. The Effects of Bone Cement Volume in Percutaneous Vertebroplasty for Thoracolumbar Junction Vertebral Compression Fractures: A Clinical Comparative Study[J]. MEDIAT INFLAMM,2022(42):30065.

[3]Zhang, Y, Sun, JJ, Zhang, Z, et al. Risk Factors for New Vertebral Compression Fracture After Percutaneous Vertebral Augmentation: A Retrospective Study[J]. Med Sci Monit,2023(29):40134.

[4]Gong, K, Song, M, Shang, C, et al. Risk factors for new adjacent and remote vertebral fracture after percutaneous vertebroplasty[J]. WORLD NEUROSURG,2023(12):010

[5]Ding, JK, Zhao, B, Zhai, YF. Subsequent fractures after vertebroplasty in osteoporotic vertebral fractures: a meta-analysis[J]. NEUROSURG REV,2022,45(3):2349-2359.

[6]Qian, Y, Hu, X, Li, C, et al. Development of a nomogram model for prediction of new adjacent vertebral compression fractures after vertebroplasty[J]. BMC Surg,2023,23(1):197.

[7]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.

[8]王徐龙,魏建全,要鹏.老年骨质疏松性椎体压缩性骨折 PVP 术后再骨折风险的列线图预测模型构建[J].中国老年学杂志,2023,43(8):1836-1839.

[9]Xiong, YC, Guo, W, Xu, F, et al. Refracture of the cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: risk factors and imaging findings[J]. BMC Musculoskelet Disord,2021,22(1):459.

[10]Gong, K, Song, M, Shang, C, et al. Risk factors for new adjacent and remote vertebral fracture after percutaneous vertebroplasty[J]. WORLD NEUROSURG,2023(12):10.

[11]Park, JS, Park, YS. Survival analysis and risk factors of new vertebral fracture after vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture[J]. SPINE J,2021,21(8):1355-1361.

[12]Wang, Z, Wang, H, Zhuang, C, et al. The effect of type 2 diabetes mellitus on the prognosis of osteoporotic vertebral compression fracture with osteoporotic fracture classification after vertebroplasty[J]. J Orthop Surg Res,2023,18(1):342.

[13]Bian, F, Bian, G, An, Y, et al. Establishment and Validation of a Nomogram for the Risk of New Vertebral Compression Fractures After Percutaneous Vertebroplasty in Patients With Osteoporotic Vertebral Compression Fractures: A Retrospective Study[J]. GERIATR ORTHOP SURG,2022(13).

[14]Seuic, FM, Gillet, R, Louis, M, et al. Association between opportunistic vertebral bone density measurements and new vertebral fractures after percutaneous vertebral

- cementoplasty: a case-control study[J]. EUR RADIOL,2022,33(1):106-115.
- [15]Li, J, Xie, Y, Sun, S, et al. Regional differences in bone mineral density biomechanically induce a higher risk of adjacent vertebral fracture after percutaneous vertebroplasty: a case-comparative study[J]. INT J SURG,2023,109(3):352-363.
- [16]Fuhrman, MP, Charney, P, Mueller, CM. Hepatic proteins and nutrition assessment[J]. J AM DIET ASSOC,2004,104(8):1258-64.
- [17]Kitay, AM, Geibel, JP. Stomach and Bone[J]. ADV EXP MED BIOL,2017,10(33):97-131.
- [18]Ning, L, Zhu, J, Tian, S, et al. Correlation Analysis Between Basic Diseases and Subsequent Vertebral Fractures After Percutaneous Kyphoplasty (PKP) for Osteoporotic Vertebral Compression Fractures[J]. PAIN PHYSICIAN,2021,24(6):803-810.
- [19]Dai Qianggang, Fang Bing, Zhang Peng, et al. Changes of the microarchitecture of alveolar bone due to different duration of ovariectomy: a Micro-CT study in rats.[J]. Shanghai journal of stomatology,2014,23(6):641-5.
- 作者简介:** 杨孟睿 (1998—), 女, 汉族, 四川乐山人, 本科, 广西中医药大学第一附属医院, 住院医师, 脊柱相关疾病的中医诊治研究。