

· 临床研究 ·

单节段经皮椎体成形术后继发相邻椎体骨折的危险因素

王清泽^{1,2}, 袁欣华^{1*}, 王相利³, 郑 轶¹, 何榕真², 刘 义⁴, 彭忠忠², 罗明星², 罗 坚²

1. 宁波市第二医院骨科, 宁波 315010

2. 宁波市杭州湾医院骨科(上海交通大学医学院附属仁济医院宁波医院), 宁波 315336

3. 青岛市海慈医疗集团骨科, 青岛 266033

4. 常德市第一中医院骨科, 常德 415000

【摘要】目的 探讨经皮椎体成形术(PVP)治疗单节段骨质疏松性椎体压缩性骨折(OVCF)术后继发相邻椎体骨折的危险因素。**方法** 回顾性分析2013年3月—2017年3月在宁波市第二医院骨科因单节段OVCF行PVP治疗的140例患者的临床资料,以术后是否继发相邻椎体骨折将患者分为继发骨折组(A组,38例)和无继发骨折组(B组,102例)。记录所有患者术后继发相邻椎体骨折的潜在影响因素,包括非手术因素(年龄、性别、体质量指数、椎体骨密度、楔形角范围、骨折位置、有无外力参与、是否合并糖尿病、是否有糖皮质激素治疗史)和手术因素(骨水泥填充材料、注入量、注入方式、渗漏情况),采用独立样本 t 检验和 χ^2 检验分析以上因素组间差异是否具有统计学意义,并对差异有统计学意义的因素采用Logistic回归分析评价其与术后相邻椎体骨折的相关性。**结果** 组间比较,椎体骨密度、楔形角范围、骨折位置、有无糖皮质激素治疗史及有无外力参与5个方面差异有统计学意义($P<0.05$),纳入相关分析;其余统计数据组间差异无统计学意义。Logistic回归分析显示上述5个指标进入方程,与术后相邻椎体骨折具有相关性。**结论** 椎体骨密度低、楔形角 $\geq 15^\circ$ 、骨折位于胸腰交界处、有糖皮质激素治疗史及外力作用5个指标是术后继发相邻椎体骨折的影响因素,手术因素不会增加继发相邻椎体骨折风险。

【关键词】 脊柱骨折;骨质疏松;椎体成形术;骨折,压缩性

【中图分类号】 R 682.3 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1672-2957(2019)01-0006-05

【DOI】 10.3969/j.issn.1672-2957.2019.01.002

Risk factors for adjacent vertebral fractures after single-segment percutaneous vertebroplasty

WANG Qing-ze^{1,2}, YUAN Xin-hua^{1*}, WANG Xiang-li³, ZHENG Yi¹, HE Rong-zhen², LIU Yi⁴, PENG Zhong-zhong², LUO Ming-xing², LUO Jian²

1. Department of Orthopaedics, Ningbo No.2 Hospital, Ningbo 315010, Zhejiang, China

2. Department of Orthopaedics, Ningbo Hangzhou Bay Hospital (Ningbo Hospital, Renji Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medical), Ningbo 315336, Zhejiang, China

3. Department of Orthopaedics, Qingdao Hiser Medical Group, Qingdao 266033, Shandong, China

4. Department of Orthopaedics, Changde No.1 Traditional Chinese Medicine Hospital, Changde 415000, Hunan, China

【Abstract】Objective To investigate risk factors of percutaneous vertebroplasty (PVP) for the treatment of adjacent vertebral fractures after single-segment osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF). **Methods** From March 2013 to March 2017, the clinical data of 140 patients with single-segment OVCF treated by PVP in Ningbo No.2 Hospital were analyzed retrospectively. The patients were divided into 2 groups according to whether with adjacent vertebral fracture after treatment: 38 patients in secondary fracture group (Group A) and 102 in non-secondary fracture group (Group B). Potential factors influencing adjacent vertebral fractures in all patients were recorded, including non-operative factors (gender, age, body mass index, vertebral bone density, wedge angle, fracture site, external force, history of diabetes mellitus and glucocorticoid therapy) and surgical factors (bone cement filling material, bone cement dosage, surgical approach, leakage of bone cement). The t test and chi-square test were used to analyze whether the differences in above factors between the 2 groups were statistically significant. Logistic regression analysis was used to evaluate the correlation between statistically significant factors

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划(2016KYA165)

作者简介: 王清泽(1990—), 硕士, 医师; wangqingze1990@126.com

*通信作者: 袁欣华 2218172461@qq.com

and postoperative adjacent vertebral fracture. **Results** There were statistically significant differences between the 2 groups in vertebral bone density, wedge angle, fracture site, history of diabetes mellitus and glucocorticoid therapy, and participation of external forces ($P < 0.05$), which were included in correlation analysis. There was no statistically significant difference between the 2 groups in other statistical data. Logistic regression analysis showed that 5 statistically significant factors of the 2 groups entered the equation, which were associated with postoperative adjacent vertebral fracture. **Conclusion** Vertebral bone density, wedge angle, fracture site, history of diabetes mellitus and glucocorticoid therapy, and participation of external forces are the factors influencing postoperative adjacent vertebral fractures. Surgical factors do not increase the risk of postoperative adjacent vertebral fractures.

【Key Words】Spine fracture; Osteoporosis; Vertebroplasty; Fractures, compression

J Spinal Surg, 2019, 17(1): 6-10

经皮椎体成形术(PVP)广泛应用于治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折(OVCF)^[1]。PVP术后是否增加相邻椎体骨折风险一直存在争议。本研究回顾性分析采用PVP治疗的140例OVCF患者的临床资料,探讨PVP术后继发相邻椎体骨折的危险因素,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准:①所有患者系首次发生的新鲜单节段OVCF且诊断明确,手术均由同一组医师完成;②手术前后均能正常行走,术后随访资料完整。排除标准:①暴力导致的椎体压缩性骨折、病理性骨折、多发椎体骨折、伴其他部位骨质疏松性骨折、陈旧性骨折;②有手术禁忌证;③术前、术后需长期卧床;④既往有脊柱手术史;⑤术后出现严重并发症,如骨水泥椎管内渗漏等。根据以上标准共纳入患者140例,根据术后是否继发相邻椎体骨折分为继发骨折组(A组)和无继发骨折组(B组)。A组38例,男20例、女18例,年龄60~81(71.50 ± 5.79)岁,38个邻近椎体术后继发骨折;受累节段为T₉ 2例, T₁₀ 3例, T₁₁ 8例, T₁₂ 7例, L₁ 8例, L₂ 6例, L₃ 3例, L₄ 1例。B组102例,男42例、女60例,年龄57~79(69.93 ± 5.49)岁。

1.2 手术方法

手术在局部麻醉下进行,患者取俯卧位,C形臂X线机透视下定位并标记皮肤穿刺点,常规消毒,铺无菌单。麻醉生效后在皮肤穿刺点处做0.5 cm横行切口,在透视下将穿刺针经椎弓根穿刺至患椎椎体前1/3处。穿刺过程中关注患者反应,如患者无特殊不适,确定穿刺路径和位置无误,建立工作通道。调制骨水泥,材料选用聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)或磷酸钙(CPC),如填充物为CPC,还需用非离子型碘造影剂(欧乃派克)按100 g/L的剂量加入配制

好的CPC内。骨水泥调至稀粥状,经工作通道注入椎体内,当骨水泥弥散满意或即将渗入椎体范围以外时立即停止注入。待骨水泥到达凝固时间(自开始调制骨水泥起计时,约13 min)后旋转拔出手术器械,逐层关闭切口,无菌敷料覆盖,术毕。

1.3 评估指标

收集所有患者术后继发相邻椎体骨折的潜在影响因素进行统计分析。①非手术因素:年龄、性别、体质指数、椎体骨密度、楔形角($<15^\circ$ 或 $\geq 15^\circ$)、骨折位置(胸腰交界或非胸腰交界)、是否合并糖尿病、是否有糖皮质激素治疗史、有无外力参与。②手术因素:骨水泥填充材料(PMMA或CPC)、骨水泥注入量、骨水泥注入方式(单侧或双侧)、骨水泥渗漏情况。楔形角为脊柱侧位X线片上椎体上终板倾斜线与水平线间的夹角(图1)。骨质疏松诊断标准采用国际临床骨密度学会(ISCN)2007年建议的腰椎定量CT(QCT)标准^[2]:正常,骨密度绝对值 $\geq 120 \text{ mg/cm}^3$;骨量减少,骨密度绝对值 $>80 \text{ mg/cm}^3$ 且 $<120 \text{ mg/cm}^3$;骨质疏松,骨密度绝对值 $\leq 80 \text{ mg/cm}^3$ 。

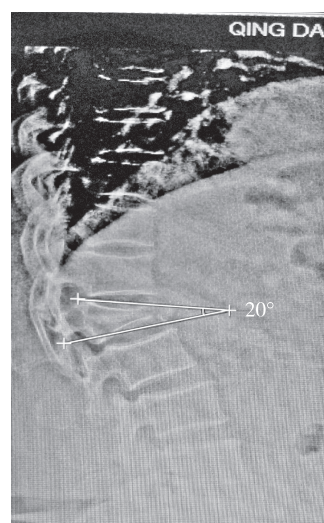


图1 椎体楔形角测量

Fig. 1 Measurement of vertebral wedge angle

1.4 统计学处理

采用SPSS 17.0软件对数据进行统计学分析,对2组患者的年龄、体质量指数、椎体骨密度、骨水泥注入量采用*t*检验进行分析,性别、楔形角范围、骨折位置、填充材料、骨水泥注入方式、骨水泥渗漏情况、有无糖尿病病史、有无糖皮质激素治疗史采用 χ^2 检验;以*P*<0.05为差异有统计学意义。对差异有统计学意义的因素采用Logistic回归分析,评价其与术后相邻椎体骨折的相关性。

2 结 果

组间比较结果显示,椎体骨密度、楔形角范围、骨折位置、有无糖皮质激素治疗史、有无外力参与5个方面差异有统计学意义(*P*<0.05,表1),纳入相关分析;其余统计数据组间差异无统计学意义。Logistic回归分析显示椎体骨密度、楔形角、骨折位置、有无糖皮质激素治疗史、有无外力参与5个指标进入方程,与术后相邻椎体骨折具有相关性(表2)。

表1 统计数据
Tab. 1 Statistical data

组别 Group	<i>n</i>	性别 Gender		年龄/岁 Age/year	体质量指数/ (kg·m ⁻²) Body mass index/ (kg·m ⁻²)	外力 External force		椎体骨密度/(mg·cm ⁻³) Vertebral bone density/ (mg·cm ⁻³)	
		男 Male	女 Female			有 With	无 Without		
A	38	20(52.6%)	18(47.4%)	71.50±5.79	22.95±2.13	28(73.7%)	10(26.3%)	94.53±9.04	
B	102	42(41.2%)	60(58.5%)	69.93±5.49	22.30±3.45	54(52.9%)*	48(47.1%)*	100.46±13.64*	

组别 Group	楔形角/(°) Wedge angle/(°)		骨折位置 Fracture site		手术入路 Surgical approach		填充材料 Filling material	
	<15	≥15	胸腰交界 Thoracic lumbar border	非胸腰交界 Non-thoracic junction	单侧 Unilateral	双侧 Bilateral	PMMA	CPC
A	21(55.3%)	17(44.7%)	27(71.1%)	11(28.9%)	30(78.9%)	8(21.1%)	31(81.6%)	7(18.4%)
B	79(77.5%)*	23(22.5%)*	48(47.1%)*	54(52.9%)*	68(66.7%)	34(33.3%)	72(70.6%)	30(29.4%)

组别 Group	骨水泥注入量/mL Bone cement dosage/mL	骨水泥渗漏情况 Leakage of bone cement		糖皮质激素治疗史 History of glucocorticoid therapy		糖尿病史 History of diabetes	
		有 With	无 Without	有 With	无 Without	有 With	无 Without
A	4.55±0.76	11(28.9%)	27(71.1%)	14(36.8%)	24(63.2%)	15(39.5%)	23(60.5%)
B	4.33±0.84	19(18.6%)	83(81.4%)	18(17.6%)*	84(82.4%)*	30(29.4%)	72(70.6%)

注: *与A组相比, *P*<0.05
Note: **P*<0.05, compared with group A

表2 Logistic回归分析
Tab. 2 Logistic regression analysis

变量 Variable	系数β Coefficient β	<i>P</i>	比值比 Odd ratio (OR)
楔形角 Wedge angle	1.065	0.021	2.902
骨折位置 Fracture site	1.059	0.020	2.884
椎体骨密度 Vertebral bone density	-0.056	0.004	0.945
外力 External force	1.159	0.015	3.185
糖皮质激素治疗史 History of glucocorticoid therapy	1.507	0.004	4.515

3 讨 论

3.1 非手术因素

已知椎体骨质疏松是导致首次单节段OVCF的主要原因。有研究报道,相较于双能X线骨密度检测,QCT能更准确测量骨密度;骨密度与骨强度呈正相关,当测得椎体骨密度绝对值达到骨质疏松程度(≤80 mg/cm³)时,表明椎体骨强度较弱,椎体较易骨折^[3]。但骨质疏松是否会导致或加速相邻椎体骨折尚不清楚,本研究结果显示,椎体骨质疏松确实会增加相邻椎体骨折的风险,术前椎体骨密度值高,术后继发相邻椎体骨折风险降低至0.945倍。有研究报道,骨质疏松会改变椎体间的生物力学,使椎体皮质骨承担的应力增大,相邻椎间盘压力增

加, 而松质骨传导应力作用减弱, 进而改变相邻椎体受力情况, 使相邻椎体受到的应力增加, 易于骨折^[4]。

糖皮质激素可致机体骨量丢失, 且丢失严重、速度快, 主要影响松质骨丰富的骨骼(如椎体), 会使椎体骨强度降低, 易于骨折; Hiwatashi 等^[5]发现糖皮质激素导致的 OVCF 行 PVP 术后继发相邻椎体骨折的发生率是原发性骨质疏松的 3 倍, 本研究结果显示风险倍数为 4.515。

楔形角为骨折椎体后上终板延长线与水平线间的夹角, 可直接用来评估有无楔形骨折及骨折程度。相对于 Cobb 角和椎体成角(伤椎上下终板夹角), 楔形角能排除伤椎下终板及其他椎体的影响, 使测量更准确。而通过点来描述椎体楔形骨折的程度, 如椎体前中后 3 点高度变化, 此种局部描述难以代表整体情况。本研究发现椎体骨折楔形角($<15^\circ$ 或 $\geq 15^\circ$)与术后继发相邻椎体骨折有相关性, 当楔形角 $\geq 15^\circ$ 时, 术后继发相邻椎体骨折的风险为楔形角 $<15^\circ$ 者的 2.902 倍。分析其原因, 是当椎体发生楔形骨折, 重心前移, 重力弯矩增大, 为维持脊柱平衡, 脊柱后侧的肌肉力量相应增加, 对相邻椎间盘的挤压增加^[6]。如关海山等^[7]的研究显示, 与骨折前相比, 椎体楔形骨折后竖脊肌肌力增高了 183%, 同时相邻椎间盘压力和椎体应力分别增高 56% 和 76%。一项非随机、非盲前瞻性经皮后凸成形术与非手术治疗的对照研究证实, 由于椎体后凸成形术具有恢复椎体形态的特点, 继发相邻椎体骨折的发生率更低^[4]。另一个原因是椎体楔形骨折致使上位相邻椎体受到额外的横向剪切力。

有研究显示, 不同的体位、动作和负重都会有不同的脊柱负荷, 形成不同的椎间盘压力。如站立位椎间盘压力以 100% 计算, 坐位时增加至站立位的 1.5 倍, 站立前屈位达站立位的 2.1 倍, 坐位前屈位达站立位的 2.7 倍。携带重物时, 由于力臂及物重的原因导致弯矩增加, 为维持躯体平稳, 椎间盘压力也会成倍增加^[8]。因此, 当患者遇到外力时, 如弯腰、负重、打喷嚏等情况, 椎体承受应力增大, 更容易发生骨折。本研究结果显示, 有外力作用者术后相邻节段发生骨折的风险是无外力作用者的 3.185 倍。

本研究发现, 初次骨折位于胸腰段的患者, 术后再发相邻椎体骨折的风险是初次骨折位于其他节段患者的 2.884 倍。考虑可能原因: ①胸腰段脊柱位置特殊, 胸腰段是连接活动的腰椎和固定的胸

椎的过渡节段, 是胸椎生理性后凸和腰椎生理性前凸的衔接处, 应力和剪切力集中; ②胸腰段矢状位 Cobb 角 $<10^\circ$, 受负荷时内部缓冲小; ③椎体小关节在此处从冠状位向矢状位变化。以上生物力学因素导致胸腰段所承受的应力较其他节段大, 更容易发生骨折。

本研究未发现糖尿病与相邻椎体骨折的相关性, 可能原因是纳入患者未考虑糖尿病病史长短、有无并发症、血糖控制情况等因素, 二者是否存在相关性尚需进一步研究来验证。椎间盘退行性变、脱水、力学性能降低可导致椎间盘压力增大及载荷传导由中柱向前柱偏移^[9], 因此, 还应考虑椎间盘退行性变情况对术后继发相邻椎体骨折的影响, 但目前缺乏这方面的研究。

3.2 手术因素

“三明治”或“夹心椎”是一种特殊类型的椎体压缩性骨折, 表现为一个完整的椎体上、下邻近椎体均发生了 OVCF。如果手术因素对相邻椎体骨折有影响, 当相邻椎体都进行了 PVP 治疗, “夹心层”椎体作为应力集中部位, 发生骨折的可能性最高。但有研究报道“夹心层”发生再次骨折的概率与其他节段并无明显区别, 提示骨水泥填充增强的椎体并不会增加邻近节段椎体骨折的发生率^[9-10]。

本研究结果显示, 骨水泥填充材料(PMMA 或 CPC)、骨水泥注入量、骨水泥注入方式(单侧或双侧)、骨水泥渗漏情况与术后相邻节段骨折并无相关性。考虑可能原因: ①椎体压缩性骨折会造成相邻椎间盘压力下降, 终板骨折之后椎间盘压力下降达 25%, 即使 PVP/经皮椎体后凸成形术(PKP)术后邻近椎间盘压力增高, 也难以达到骨折前水平^[12]。②正常椎间盘具有良好的黏弹性, 能够吸收缓冲应力和能量, 改善强化后患椎引发的应力集中。③恢复骨折椎体刚度的最小骨水泥注入量为患椎体积的 10%, 在胸腰段为 2~4 mL^[13], $\leq 25\%$ 容量的骨水泥注入后上、下终板应力分布变化不明显^[14]。④实际手术中使用骨水泥量不会太多(3~6 mL), 而且一般在透视下监测骨水泥分布情况, 故骨水泥椎间盘渗漏率低; 即使发生骨水泥渗漏, 椎间隙骨水泥渗漏量和弥散范围都不会很大。⑤有研究报道骨水泥弹性模量增加对邻近椎体应力水平和分布以及椎间盘压力改变的影响有限^[15]。⑥一般认为双侧注入时, 骨水泥分布于椎体左右两侧, 弥散范围较单侧注入更广泛、分布更均匀; 但研究报道单侧注入的骨水泥分布情况并不增加术后继发相邻椎体骨折的

风险^[16]。

综上,椎体骨密度低、楔形角 $\geq 15^\circ$ 、骨折位于胸腰交界处、有糖皮质激素治疗史及外力作用5个指标是术后继发相邻椎体骨折的影响因素,手术因素不会增加继发相邻椎体骨折风险。本研究属于回顾性分析,虽考虑到多种PVP术后相邻椎体骨折的潜在影响因素,但仍有不足,如椎间盘退行性变程度、多节段椎体骨折术后、合并其他疾病、术后康复和用药等方面没有纳入研究,后续尚需对其他可能相关影响因素进一步探讨。

参考文献

- [1] 张大鹏,毛克亚,强晓军,等.椎体增强术后骨水泥分布形态分型及其临床意义[J].中华创伤杂志,2018,34(2):130-137.
- [2] 中国老年学学会骨质疏松委员会.中国人群骨质疏松症防治手册2015版(讨论稿).第十五届国际骨质疏松研讨会暨第十三届国际骨矿研究学术会议会议文集[C].北京:中国老年学学会,2015.
- [3] 叶向阳,汤立新,程省,等.骨密度对骨质疏松性椎体压缩性骨折PKP术后骨折再发风险的评估价值[J].中国骨质疏松杂志,2017,23(2):154-158.
- [4] Movrin I. Adjacent level fracture after osteoporotic vertebral compression fracture: a nonrandomized prospective study comparing balloon kyphoplasty with conservative therapy[J]. Wien Klin Wochenschr, 2012, 124(9-10): 304-311.
- [5] Hiwatashi A, Westesson PL. Patients with osteoporosis on steroid medication tend to sustain subsequent fractures[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2007, 28(6): 1055-1057.
- [6] 邢润麟,张顺聪,江晓兵,等.脊柱矢状面失衡对骨质疏松性椎体压缩性骨折椎体成形术疗效的影响[J].脊柱外科杂志,2017,15(2):106-110.
- [7] 关海山,陈晨,冯皓宇,等.椎体成形术和椎体后凸成形术对邻近椎体椎间盘的生物力学影响[J].中国药物与临床,2008,8(9):705-707.
- [8] 安珍,杨定焯,张祖君,等.骨质疏松性脊椎压缩性骨折流行病学调查分析[J].中国骨质疏松杂志,2002,8(1):82-83.
- [9] Adams MA, Freeman BJ, Morrison HP, et al. Mechanical initiation of intervertebral disc degeneration[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2000, 25(13): 1625-1636.
- [10] 蒋继乐,肖斌,茅剑平,等.骨水泥强化治疗“三明治”型骨质疏松性椎体压缩骨折对邻近椎体再次骨折的影响[J].骨科临床与研究杂志,2017,2(4):236-240.
- [11] 王清泽,王相利,张金锋,等.椎体成形术与非手术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折安全性的Meta分析[J].脊柱外科杂志,2016,14(5):306-311.
- [12] Ananthakrishnan D, Berven S, Deviren V, et al. The effect on anterior column loading due to different vertebral augmentation techniques[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2005, 20(1): 25-31.
- [13] 李军科,齐向北,黄习彬,等.椎体成形术中最小骨水泥注入量的研究[J].中华实验外科杂志,2016,33(1):192-194.
- [14] 贺宝荣,刘鹏,许正伟,等.注射不同容量骨水泥病椎运动时上下终板应力的变化[J].中华创伤杂志,2013,29(12):1210-1214.
- [15] 包拥政,祝周兴,冯云升,等.低弹性模量骨水泥对骨质疏松压缩性骨折椎体及邻近椎体应力的影响:三维有限元分析[J].中国组织工程研究,2016,20(16):2285-2293.
- [16] 孙晗,杨惠林,孙佳佳,等.对比单双侧椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的Meta分析[J].中华老年骨科与康复电子杂志,2015,1(2):39-47.

(收稿日期:2017-07-17)

(本文编辑:刘映梅)