

• 骨骼肌肉影像学 •

影响经皮椎体后凸成形术矫正骨折椎体后凸畸形的多元线性回归分析

俞宇, 贾其余, 程晓东, 王林, 郭万根, 吴瑞祥

【摘要】 目的:利用多元线性回归分析影响经皮椎体后凸成形术(PKP)矫正骨质疏松椎体压缩性骨折(OVCF)后凸畸形程度的相关因素。**方法:**选择发生单个椎体 OVCF 并于我院行 PKP 治疗的 116 例患者作为研究对象。术前记录视觉模拟评分(VAS)、骨折椎体前缘高度(Ha)、中间高度(Hm)及椎体后凸角。术后 24h 及随访 6 个月复查 VAS 评分,椎体 Ha、Hm 及后凸角。对 Δ VAS 和 Δ 后凸角进行相关性分析以探讨与其相关的因素,利用多元线性回归探讨 Δ VAS 和 Δ 后凸角的影响因素。**结果:**患者椎体 Ha、Hm 在术前、术后和随访中逐渐上升(椎体 Ha 分别为 $63.90\% \pm 11.82\%$ 、 $76.88\% \pm 11.86\%$ 、 $76.38\% \pm 11.82\%$;椎体 Hm 分别为 $67.34\% \pm 12.51\%$ 、 $81.26\% \pm 12.52\%$ 、 $80.72\% \pm 12.46\%$),椎体后凸角、VAS 逐渐下降(后凸角分别为 $17.84^\circ \pm 7.85^\circ$ 、 $12.39^\circ \pm 6.58^\circ$ 、 $12.41^\circ \pm 6.57^\circ$;VAS 分别为 8.27 ± 1.44 、 4.45 ± 1.91 、 3.26 ± 2.21),差异均具有统计学意义(P 值均 < 0.05)。多元线性回归分析结果显示,骨折严重程度、骨水泥渗漏、术前 VAS 评分与 Δ VAS 存在线性关系,其拟合方程为 Δ VAS = $4.124 - 0.554 \times$ 骨折严重程度 $- 1.359 \times$ 骨水泥渗漏 $+ 0.319 \times$ 术前 VAS 评分($R^2 = 0.399$)。骨密度、术前后凸角与 Δ 后凸角存在线性关系,其拟合方程为 Δ 后凸角 = $6.236 + 1.375 \times$ 骨密度 $+ 0.199 \times$ 术前后凸角($R^2 = 0.795$)。**结论:**多元线性回归分析结果提示 OVCF 后凸畸形的矫正程度主要与骨密度有关,其拟合方程可以较准确地预测后凸畸形的矫正程度。

【关键词】 经皮椎体后凸成形术;骨质疏松性椎体压缩性骨折;后凸畸形;VAS 评分;多元线性回归;骨密度

【中图分类号】 R687.3;R681.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2020)01-0094-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.01.018

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Multiple linear regression analysis on the influencing factors in percutaneous kyphoplasty in the treatment of fractured vertebral kyphosis YU Yu, JIA Qi-yu, CHENG Xiao-dong, et al. Department of Orthopaedics, Hefei Second People's Hospital, Hefei 230011, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to analyze the factors affecting the percutaneous kyphoplasty (PKP) in the treatment of kyphotic angle caused by osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF) by using multiple linear regression analysis. **Methods:** A total of 116 patients with single vertebral OVCF treated by PKP in our hospital were recruited. The visual analogue score (VAS), anterior vertebral height (Ha), middle vertebral height (Hm), and kyphotic angle were recorded before surgery. The VAS, Ha, Hm and kyphotic angle were reviewed 24 hours after surgery and at 6 months follow-up. Correlation analyses were performed on Δ VAS and Δ kyphotic angle to explore the related factors. Multivariate linear regressions were used to explore the influencing factors of Δ VAS and Δ kyphotic angle. **Results:** The Ha and Hm gradually increased (Ha: $63.90\% \pm 11.82\%$, $76.88\% \pm 11.86\%$, $76.38\% \pm 11.82\%$; Hm: $67.34\% \pm 12.51\%$, $81.26\% \pm 12.52\%$, $80.72\% \pm 12.46\%$) and the kyphotic angle and VAS gradually decreased (kyphotic angle: $17.84^\circ \pm 7.85^\circ$, $12.39^\circ \pm 6.58^\circ$, $12.41^\circ \pm 6.57^\circ$; VAS: 8.27 ± 1.44 , 4.45 ± 1.91 , 3.26 ± 2.21) before and after the surgery, and also during follow-ups, with significant differences (All $P < 0.05$). Multiple linear regression showed that there was a linear relationship between fracture severity, bone cement leakage, preoperative VAS score and Δ VAS. The fitting equation was: Δ VAS = $4.124 - 0.554 \times$ Fracture severity $- 1.359 \times$ Bone cement leakage $+ 0.319 \times$ Preoperative VAS score ($R^2 = 0.399$). There was a linear cor-

作者单位: 230011 合肥, 合肥市第二人民医院骨科(俞宇, 贾其余, 程晓东, 王林, 郭万根), 放射科(吴瑞祥)

作者简介: 俞宇(1979—), 男, 安徽铜陵人, 副主任医师, 主要从事脊柱外科研究工作。

relation between bone density, preoperative kyphotic angle and Δ kyphotic angle. The fitting equation was: Δ kyphotic angle = $6.236 + 1.375 \times \text{bone density} + 0.199 \times \text{preoperative kyphotic angle}$ ($R^2 = 0.795$). **Conclusion:** Multiple linear regression analysis suggests that the reduction degree of OVCF kyphosis is mainly related to bone density, and the fitting equation can accurately predict the reduction degree of kyphosis.

[Key words] Percutaneous kyphoplasty; Osteoporotic vertebral compression fracture; Kyphosis; VAS score; Multiple linear regression; Bone density

相关研究报道 20% 的老年骨质疏松症患者同时患有骨质疏松椎体压缩性骨折 (osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)^[1], OVCF 易导致脊柱生理曲度改变而发生不同程度的脊柱后凸畸形。经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 能够矫正椎体后凸畸形并恢复骨折椎体高度, 是治疗 OVCF 的主要方法之一^[2]。目前临床主要通过判断患者疼痛的缓解程度来评价 PKP 的疗效而忽视了后凸畸形的矫正程度^[3,4]。最新研究发现 PKP 对后凸畸形的矫正程度并不稳定, 部分未成功矫正的椎体后凸畸形可引起慢性的腰背疼痛, 邻近椎体易发生再骨折, 降低患者生活质量^[5,6], 提示需要提高 PKP 对 OVCF 后凸畸形矫正程度的重视。刘法敬等^[7]的研究发现骨密度与 PKP 疗效有关; 马宗军等^[8]的研究发现术前、术后椎体前缘及中间高度的变化与后凸畸形矫正程度成正比。然而现有研究仅分析了后凸畸形矫正程度与骨密度、后凸角度等因素的相关性, 并没有深入研究后凸畸形的矫正程度与各因素之间的相互作用。因此, 本研究对影响 OVCF 后凸畸形矫正程度的相关因素进行多元线性回归分析, 以期更好地指导临床运用 PKP 对 OVCF 进行治疗。

材料与方法

1. 研究对象

选择 2015 年 1 月—2019 年 2 月发生单个椎体 OVCF, 并于我院行 PKP 治疗的患者作为研究对象。病例纳入标准: ①无或轻微外伤所致的伴有疼痛症状的胸椎、腰椎椎体压缩性骨折; ②脊柱 X 线片提示椎体发生楔形压缩性改变, 椎体前缘压缩程度大于 20%; ③T₁WI、T₂WI 提示椎体信号改变, 尤以脂肪抑制图像上见椎体高信号。病例排除标准: ①曾有高能量暴力外伤史; ②椎体骨折合并神经损伤; ③良、恶性肿瘤引起的椎体病理性骨折; ④患者手术部位出现感染症状或有凝血功能障碍; ⑤既往有椎体骨折病史。本研究经我院临床伦理委员会批准, 所有研究对象均知情同意并签署知情同意书。

2. 诊断工具及方法

术前所有患者测量身高、体重并计算体质量指数

(body mass index, BMI), 采用视觉模拟评分 (visual analogue score, VAS) 评价患者疼痛情况^[9]。采用 EXA-3000 型双能 X 线骨密度仪对患者胸椎、腰椎骨密度 (bone mineral density, BMD) 进行测量并记录 T 值。采用 GE 飞天 8000 机型 DR 机对患者行 X 线脊柱正侧位检查, 确定患者骨折椎体位置, 测量骨折椎体前缘高度 (Anterior vertebral height, Ha), 即骨折椎体上下终板前缘间的距离/骨折椎体上下各一正常椎体的前缘高度之和的平均值; 中间高度 (Middle vertebral height, Hm), 即骨折椎体上下终板中点间的距离/骨折椎体上下各一正常椎体的中间高度之和的平均值。计算椎体局部后凸角, 即骨折椎体邻近上一个椎体上终板和邻近下一个椎体下终板之间的夹角 (图 1)^[10]。根据 Genant 分型^[11]对患者骨折椎体压缩的严重程度进行分级: 1 级, <25%; 2 级, <40%; 3 级, <67%; 4 级, >67%。采用西门子 1.5T Avanto 磁共振成像系统, TSE 快速自旋回波序列行矢状面和轴面 T₁WI (TR、TE 分别为 450 ms、11 ms)、T₂WI (TR、TE 分别为 2890 ms、100 ms) 扫描, 扫描层厚 4 mm, 层间距 1 mm, 矩阵 320×256, 并取矢状面 STIR T₂ 像, 判断椎体骨折性质及特点。

3. 手术方法

患者取俯卧位, 初步定位后在透视指引下经进针点直接置入工作套管进入椎体后方, 置入可扩张球囊, 加压撑开, 当椎体复位满意时停止加压, 吸出球囊液体并退出球囊, 将骨水泥缓慢注入椎体内。注入完成后, 待骨水泥凝固后拔出骨水泥填充器及工作套管, 缝合切口。

4. 术后及随访疗效评估

术后 24h 及随访 6 个月复查 VAS 评分以及 X 线脊柱正侧位。复查内容包括患者术后责任椎体 Ha、Hm 以及后凸角, 观察术后及随访 X 线片有无出现骨水泥渗漏。

5. 统计学分析

采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析。计量资料以均值±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 来表示, 三组间的比较采用单因素重复测量方差分析, 采用 Bonferroni 进行两两比较。对 Δ VAS 和 Δ 后凸角进行相关性分析以探讨与

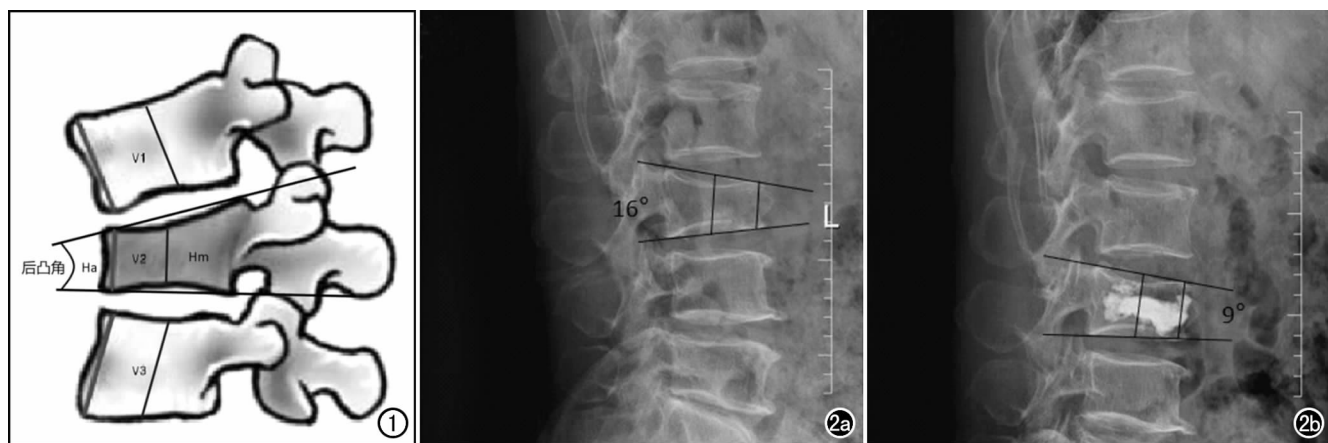


图 1 骨折椎体前缘高度(Ha)、中间高度(Hm)及椎体后凸角示意图。图 2 OVCF 后凸畸形患者(男,73 岁)PKP 治疗前后的 X 线侧位片。a)术前 X 线片示后凸角为 16° ;b)PKP 术后后凸角为 9° ,患者后凸角矫正 7° 。

其相关的因素,并进一步利用多元线性回归分析探讨 Δ VAS 和 Δ 后凸角的影响因素。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本研究最终纳入符合标准的患者 116 例,其中男 25 例,女 91 例,年龄 55~85 岁,平均年龄 (69.97 ± 9.59) 岁,平均 BMI 为 $(21.54 \pm 3.12) \text{ kg/m}^2$,平均骨密度为 (-2.91 ± 0.94) 。患者骨折时间 1~15 个月,平均 (6.29 ± 3.87) 个月。骨折严重程度方面:1 级 20 例,2 级 43 例,3 级 46 例,4 级 7 例。所有患者均接受 PKP 治疗,平均骨水泥注入量为 $(5.17 \pm 1.23) \text{ mL}$,术后 24 例出现了轻微骨水泥渗漏,无明显临床症状,未出现神经及脊髓压迫等并发症。

1. OVCF 后凸畸形患者 PKP 治疗前后影像学及疼痛变化情况

OVCF 后凸畸形患者 PKP 治疗前后椎体 Ha、Hm 以及后凸角度均得到不同程度改善,但不同患者椎体 Ha、Hm 以及后凸角度改善程度不同(图 2)。统计学分析结果显示,患者椎体 Ha、Hm 在术前、术后和随访中逐渐上升,椎体后凸角度在术前、术后和随访中逐渐下降,单因素重复测量分析结果显示差异均具有统计学意义(P 值均 < 0.05)。进一步的两两比较结果显示,治疗前与治疗后椎体 Ha、Hm 以及后凸角度的差异均具有统计学意义(P 值均 < 0.05),术后与随访

三项指标差异不明显,差异均无统计学意义(P 值均 > 0.05)。疼痛方面,患者 VAS 评分在术前、术后和随访中逐渐下降,差异有统计学意义(P 值 < 0.05),其中治疗前后 VAS 评分变化明显,差异有统计学意义($P < 0.05$),而治疗后与随访的 VAS 评分差异无统计学意义($P > 0.05$,表 1)。

2. 影响治疗前后 Δ VAS 的相关因素分析

相关性分析结果显示,治疗前后 Δ VAS 与骨密度呈正相关($r = 0.189, P = 0.042$),与骨折严重程度、骨水泥注入量、骨水泥渗漏以及术前 VAS 评分呈负相关($r = -0.329, -0.202, -0.552, -0.289, P = 0.000, 0.030, 0.000, 0.002$),与年龄、性别、BMI、骨折时间、术前椎体 Ha、Hm 以及后凸角无明显相关性(P 值均 > 0.05 ,表 2)。

表 2 治疗前后 Δ VAS 与各指标的相关性分析

变量	Δ VAS	
	r	P
年龄	0.081	0.386
性别	-0.085	0.365
骨密度	0.189	0.042
BMI	-0.101	0.283
骨折时间	0.161	0.085
骨折严重程度	-0.329	0.000
骨水泥注入量	-0.202	0.030
骨水泥渗漏	-0.552	0.000
术前椎体 Ha	0.127	0.173
术前椎体 Hm	0.115	0.219
术前后凸角	-0.045	0.629
术前 VAS 评分	-0.289	0.002

表 1 PKP 治疗前后 OVCF 后凸畸形患者椎体影像学指标及疼痛情况变化

指标	术前	术后	随访	F 值	P 值
椎体 Ha(%)	63.90 ± 11.82	$76.88 \pm 11.86^*$	$76.38 \pm 11.82^*$	3349.387	0.000
椎体 Hm(%)	67.34 ± 12.51	$81.26 \pm 12.52^*$	$80.72 \pm 12.46^*$	3916.558	0.000
后凸角($^\circ$)	17.84 ± 7.85	$12.39 \pm 6.58^*$	$12.41 \pm 6.57^*$	672.477	0.000
VAS 评分	8.27 ± 1.44	$3.35 \pm 1.91^*$	$3.26 \pm 1.12^*$	1534.434	0.000

注:与术前相比,* $P < 0.05$

3. 潜在因素与△VAS 的多元线性回归分析

将相关性分析中存在线性相关的因素进一步引入多元线性回归方程,结果显示骨折严重程度、骨水泥渗漏、术前 VAS 评分与△VAS 相关,骨密度、骨水泥注入量与△VAS 不存在线性关系(P 值均 >0.05),其拟合方程为 $\triangle VAS=4.124-0.554\times$ 骨折严重程度 $-1.359\times$ 骨水泥渗漏 $+0.319\times$ 术前 VAS 评分,回归方程的 R^2 为 0.399(表 3)。

表 3 潜在因素与△VAS 的多元线性回归分析

变量	回归系数(B)	标准误(S.E)	P	B 的 95.0%CI	
				下限	上限
常量	4.124	0.751	0.000	2.636	5.612
骨密度	0.104	0.073	0.156	-0.040	0.248
骨折严重程度	-0.554	0.237	0.021	-1.023	-0.084
骨水泥注入量	0.004	0.064	0.947	-0.122	0.131
骨水泥渗漏	-1.359	0.199	0.000	-1.753	-0.966
术前 VAS 评分	0.319	0.137	0.022	0.047	0.590

4. 影响治疗前后△后凸角的相关因素分析

相关性分析结果显示,治疗前后△后凸角与骨密度、术前椎体 Ha、术前椎体 Hm、术前后凸角呈正相关($r=0.506、0.253、0.334、0.642,P=0.000、0.006、0.000、0.000$),与骨折严重程度、骨水泥注入量呈负相关($r=-0.161、-0.206,P=0.003、0.027$),与年龄、性别、BMI、骨折时间以及骨水泥渗漏无明显相关性(P 值均 >0.05 ,表 4)。

表 4 治疗前后△后凸角与各指标的相关性分析

变量	△后凸角	
	r	P
年龄	-0.055	0.561
性别	-0.055	0.559
骨密度	0.506	0.000
BMI	0.058	0.539
骨折时间	-0.161	0.084
骨折严重程度	-0.272	0.003
骨水泥注入量	-0.206	0.027
骨水泥渗漏	-0.100	0.283
术前椎体 Ha	0.253	0.006
术前椎体 Hm	0.334	0.000
术前后凸角	0.642	0.000
术前 VAS 评分	-0.255	0.006

5. 潜在因素与△后凸角的多元线性回归分析

将相关性分析中存在线性相关的因素进一步引入多元线性回归方程,结果显示骨密度、术前后凸角与△后凸角存在线性关系,骨折严重程度、骨水泥注入量、术前椎体 Ha、术前椎体 Hm、术前 VAS 评分与△后凸角不存在线性关系(P 值均 >0.05),其拟合方程为 $\triangle$ 后凸角 $=6.236+1.375\times$ 骨密度 $+0.199\times$ 术前后凸角,回归方程的 R^2 为 0.795(表 5)。

讨 论

PKP 是目前治疗 OVCF 后凸畸形较广泛的微创治疗方法之一^[12,13],然而临床判断 PKP 疗效多关注

表 5 潜在因素与△后凸角的多元线性回归分析

变量	B	S.E.	P	B 的 95.0%CI	
				下限	上限
常量	6.236	1.144	0.000	3.969	8.503
骨密度	1.375	0.102	0.000	1.172	1.578
骨折严重程度	-0.465	0.368	0.210	-1.195	0.265
骨水泥注入量	0.069	0.090	0.449	-0.110	0.248
术前椎体 Ha	0.046	0.113	0.688	-0.179	0.271
术前椎体 Hm	-0.038	0.112	0.738	-0.260	0.185
术前后凸角	0.199	0.029	0.000	0.142	0.257
术前 VAS 评分	-0.010	0.194	0.960	-0.395	0.375

患者主观疼痛程度的改善而忽视了后凸畸形的矫正程度,未合理矫正的后凸畸形将使邻近椎体发生再骨折的危险性增高^[14],因此评估 PKP 对后凸畸形的矫正程度非常重要。目前研究发现,后凸畸形的矫正程度主要与患者骨折时间、骨密度以及影像学指标相关。刘飞飞等^[15]研究证实 PKP 对脊椎后凸畸形矫正程度与手术前后椎体 Ha、椎体 Hm 变化有关。王梁^[6]认为椎体 Ha 恢复程度与 PKP 纠正椎体后凸畸形疗效成正比,且后凸畸形角度减小则疗效更佳。然而,目前研究多是围绕影响后凸角矫正程度因素的相关性分析,而忽略了因素间存在的共线性问题。因此本研究以我院近 5 年行 PKP 治疗的 OVCF 患者为研究对象,搜集可能影响 PKP 疗效的数据,运用多元线性回归分析模型探讨各影响因素间潜在的关系,探讨各因素对后凸畸形矫正的影响程度,以期指导临床早期干预并提高 PKP 治疗疗效。

本研究共纳入 116 例患者,其中大部分为中老年女性患者,这与女性绝经后雌激素水平较绝经前明显下降造成骨质结构破坏和骨量丢失有关。通过对比患者术前、术后以及随访的影像学指标及 VAS 评分,发现术后和随访患者的影像学指标及疼痛程度较术前明显好转,证明 PKP 具有良好的治疗效果。值得注意的是,随访期间 VAS 评分的标准差高于术前及术后的 VAS 评分,提示有部分患者在随访中出现了疼痛的复发。根据 Crandall 等^[16]和 Gaitanis 等^[17]的报道,PKP 对于后凸畸形的矫正程度并不稳定,部分未完全纠正的后凸畸形往往会引起慢性腰背痛,与本研究结果相符。

由于 PKP 属于姑息性手术,所以疼痛缓解程度是判断 PKP 疗效的主要指标。笔者以△VAS 作为量化指标进行相关性分析,发现△VAS 与骨密度呈正相关,与骨折严重程度、骨水泥注入量、骨水泥渗漏以及术前 VAS 评分呈负相关。但是相关性分析并不能解决各因素间存在的共线性问题,故本研究进一步运用多元线性回归分析了△VAS 的影响因素,结果显示骨折严重程度、骨水泥渗漏和术前 VAS 评分是△VAS 的独立影响因素。这说明患者术前痛感越强、骨折程度越轻、骨水泥渗漏越少,则患者疼痛的缓解越明显。

这与吴涛等^[18]的研究结果相符,该研究认为患者骨折越严重,手术矫正难度越大,骨折椎体越难恢复。值得注意的是,拟合方程的 R^2 较小,说明该方程拟合 $\triangle VAS$ 的准确性相对较差,笔者认为这是因为 VAS 评分主要由患者主观感受决定,受患者主观影响的误差较大,所以拟合方程无法准确拟合。

虽然 PKP 可以有效缓解患者疼痛,但是术后仍有部分患者会出现疼痛复发、邻近椎体再骨折的情况,其原因之一是后凸畸形的矫正程度不够。所以本研究对 $\triangle$ 后凸角进行了相关性分析。结果显示,骨密度、术前椎体 Ha、术前椎体 Hm、术前后凸角与 $\triangle$ 后凸角呈正相关,而与骨折严重程度、骨水泥注入量呈负相关。与 $\triangle$ 后凸角相关的因素较多,其中多项因素存在共线性,所以进一步的多元线性回归分析非常必要,结果显示仅骨密度和术前后凸角是 $\triangle$ 后凸角的独立影响因素。这说明患者骨密度越高,骨质情况越好,PKP 矫正后凸畸形的程度越好,术后复发可能性越小。而术前后凸角较大的患者椎体自身结构破坏亦较严重,更易通过球囊扩张而复位。多元线性回归结果还提示,骨折严重程度、术前椎体 Ha、Hm 等因素虽然与 $\triangle$ 后凸角线性相关,但并非 $\triangle$ 后凸角的独立影响因素。这是因为此类因素是骨密度和术前后凸角的衍生因素,存在共线性。 $\triangle$ 后凸角拟合方程的 R^2 优于 $\triangle VAS$,这可能是由于 $\triangle$ 后凸角是影像学测量并计算得来的,受主观影响较小。较好的 R^2 提示临床可在 PKP 治疗前通过记录患者骨密度、术前后凸角数据便可相对准确地预测出 PKP 术后后凸角的矫正程度,有助于 PKP 治疗疗效的术前评估及进行针对性的干预。

虽然本研究对可能影响 PKP 对后凸畸形矫正度的因素进行了相关分析,并从患者主观感受及客观的影像学检查结果两方面进行探讨,然而本研究仅通过多元线性回归对 $\triangle$ 后凸角进行了初步分析,对于术前提高患者骨密度与手术矫正后凸畸形的效果的关系,以及 $\triangle$ 后凸角矫正度与术后复发率之间的关系等仍有待进一步研究。因此,探究影响 PKP 对后凸畸形矫正度的影响仍需进一步发掘,以期指导临床提高 PKP 的治疗效果,提高患者生存质量。

综上所述,通过患者 VAS 评分评估 OVCF 后凸畸形患者的疗效往往受主观因素影响误差较大。通过影像学测量并计算得到的 $\triangle$ 后凸角误差较小,多元线性回归分析结果提示后凸角的改善程度主要与骨密度有关,其拟合方程可以较为准确地预测 PKP 矫正后凸畸形的程度。这提示我们在临床治疗及预防 OVCF 时,应注意提高患者的骨密度,缓解骨质疏松,一方面

可以降低 OVCF 的发生率,另一方面有利于降低患者术后的再骨折发生率。

参考文献:

- [1] 邱明才. 骨质疏松研究的现状与展望[J]. 中华医学杂志, 2001, 81(14): 833-835.
- [2] 郑召民, 刘尚礼, 李春海, 等. 经皮椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的临床初步报告[J]. 中国微创外科杂志, 2001, 1(6): 334-335.
- [3] 袁松, 王峰. PKP 治疗骨质疏松性胸腰椎椎体压缩性骨折疼痛疗效的影响[J]. 中医临床杂志, 2015, 27(1): 97-99.
- [4] 黄朝阳. 保守治疗、PKP 术治疗胸腰椎压缩性骨折的效果观察[J]. 中西医结合心血管病电子杂志, 2018, 6(33): 52.
- [5] 胡资兵, 陈海聪, 钟秋英, 等. OVCF 的微创治疗与再骨折风险的临床研究[J]. 转化医学电子杂志, 2017, 4(4): 23-26.
- [6] 王梁. 经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的疗效及对患者生活质量的改善效果[J]. 中国基层医药, 2018, 25(12): 1553-1556.
- [7] 刘法敬, 杜伟, 申勇, 等. PKP 治疗不同骨密度椎体压缩骨折的手术疗效分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(4): 324-329.
- [8] 马宗军, 马荣, 锁志刚, 等. 经皮球囊扩张椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的临床疗效分析[J]. 宁夏医学杂志, 2015, 37(12): 1110-1112.
- [9] Jensen MP, Karoly P, Braver S. The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods[J]. Pain, 1986, 27(1): 117-126.
- [10] Keynan O, Fisher CG, Vaccaro A, et al. Radiographic measurement parameters in thoracolumbar fractures: a systematic review and consensus statement of the spine trauma study group[J]. Spine, 2006, 31(5): 156-165.
- [11] Genant HK, Wu CY, van Kuijk C, et al. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique[J]. J Bone Miner Res, 1993, 8(9): 1137-1148.
- [12] 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(2017)[J]. 中国实用内科杂志, 2018, 38(2): 127-150.
- [13] 郝润松, 李娟, 刘训伟, 等. 椎体后凸成形术中球囊不同扩张方式的对比性实验研究[J]. 放射学实践, 2019, 34(1): 70-74.
- [14] 陈新来, 于志勇, 陈亮清, 等. PKP 治疗老年骨质疏松性椎体压缩骨折对相邻节段椎体再骨折的影响[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2013, 28(9): 692-694.
- [15] 刘飞飞, 李绍波, 冯晓杰, 等. PKP 治疗骨质疏松性椎体压缩骨折疗效分析[J]. 现代医药卫生, 2017, 33(16): 2498-2499.
- [16] Crandall D, Slaughter D, Hankins PJ, et al. Acute versus chronic vertebral compression fractures treated with kyphoplasty: early results[J]. Spine J, 2004, 4(4): 418-424.
- [17] Gaitanis IN, Carandang G, Phillips FM, et al. Restoring geometric and loading alignment of the thoracic spine with a vertebral compression fracture: effects of balloon (bone tamp) inflation and spinal extension[J]. Spine J, 2005, 5(1): 45-54.
- [18] 吴涛, 张波, 卫永鲲, 等. PKP 手术治疗 OVCF 术后伤椎高度恢复的影响因素探讨[J]. 颈腰痛杂志, 2018, 39(3): 372-373.

(收稿日期: 2019-08-09 修回日期: 2019-10-20)