

临床论著

椎体后凸成形术治疗骨质疏松椎体压缩骨折术后
非手术椎体新发骨折的相关因素分析欧阳超¹, 陈志明², 马华松², 杨 滨²

(1 安徽医科大学解放军 306 医院临床学院 100101 北京市;

2 解放军 306 医院骨科 全军脊柱外科中心 100101 北京市)

【摘要】目的:探讨椎体后凸成形术治疗骨质疏松椎体压缩骨折术后非手术椎体新发骨折的相关因素。**方法:**回顾研究 2005 年 1 月~2009 年 12 月我中心收治的 102 例行椎体后凸成形术治疗骨质疏松椎体压缩骨折患者的临床资料及随访结果,根据随访结果按有无新发椎体骨折出现将患者分成再骨折组及未骨折组(对照组),分析比较两组患者在一般情况(性别、年龄、骨密度、术前骨折椎体数目、骨折压缩程度、腰椎侧凸畸形及脊柱矢状面后凸角)、手术因素(强化椎体个数、手术入路、骨水泥量、骨水泥渗漏及椎体高度恢复程度)、外伤史、长期使用糖皮质激素史方面的差异。应用单因素方差分析及卡方检验分析诸因素与非手术椎体再骨折的相关性,将各相关因素引入 Logistic 回归分析,分析术后非手术椎体再骨折的主要因素。**结果:**所有患者均获 2 年以上随访,随访中共有 20 例患者先后出现非手术椎体再次骨折,再骨折率为 19.6%,单因素分析显示骨密度、术前骨折椎体数目、手术强化椎体个数、骨折压缩程度、骨水泥渗漏及长期使用糖皮质激素史与术后非手术椎体骨折相关($P<0.05$);而年龄、性别、外伤史、骨水泥量、椎体高度恢复程度、腰椎侧凸畸形及脊柱矢状面后凸角与术后非手术椎体骨折无明显相关($P>0.05$)。Logistic 回归分析显示骨质疏松程度重($OR=0.090$)、手术强化椎体数目多($OR=9.682$)及长期使用糖皮质激素($OR=9.584$)是术后非手术椎体再骨折的高危因素。**结论:**骨质疏松程度重、手术强化椎体数目多及长期使用糖皮质激素是引起术后非手术椎体新发骨折的高危因素。

【关键词】骨质疏松椎体压缩骨折;椎体后凸成形术;非手术椎体再骨折

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2013.03.06

中图分类号:R683.2 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2013)-03-0222-06

Analysis on the associated factors of non-surgical vertebral fracture secondary to percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fracture/OU YANG Chao, CHEN Zhiming, MA Huasong, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2013, 23(3): 222-227

【Abstract】 Objectives: To investigate the associated factors of non-surgical vertebral fracture after percutaneous kyphoplasty (PKP). **Methods:** The clinical data and follow-up results of 102 patients who underwent PKP due to osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF) from January 2005 to December 2009 in our center were retrospectively studied. According to the follow-up results, the patients were divided into fracture group and non-fracture group (control group) by onset of a new fracture. The differences between the two groups in general information (sex, age, BMD, number of vertebral fractures, degree of compression, scoliosis, Cobb angle of kyphosis), operating factors (number of bone cement augmented vertebrae, approach, bone cement filling volume, bone cement leakage, restoration of vertebral height), history of trauma and long-term use of glucocorticoids were analyzed. One-way analysis of variance (ANOVA) and chi-square test were used to analyze the correlation between the above mentioned factors and non-surgical vertebral fracture. All the relevant factors were introduced to Logistic Regression Analysis to analyze the main factors of non-surgical vertebral fracture. **Results:** All patients were followed up for over 24 months, 20 cases suffered from a new fracture, with the fracture rate of 19.6%. ANOVA showed that bone mineral density, number of pre-existing fractured

第一作者简介:男,(1986-),在读研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(010)66356729-2261 E-mail:453303326@qq.com

通讯作者:马华松 E-mail:mh306h@yahoo.com.cn

vertebrae, number of augmentation vertebrae, degree of preoperative vertebral compression, disc leakage of bone cement and long-term use of glucocorticoids were significantly related to non-surgical vertebral fracture ($P < 0.05$), while age, sex, injury history, volume of bone cement filling, restoration of vertebral height, scoliosis, kyphosis angle showed no relationship with onset fracture ($P > 0.05$). All the relevant factors logistic analysis showed severe degree of osteoporosis, more augmented vertebrae and long-term use of glucocorticoids were high risk factors associate with non-surgical vertebrae fracture, with the OR value of 0.090, 9.682, 9.584 respectively. **Conclusions:** A severe degree of osteoporosis, more augmented vertebrae and long-term use of glucocorticoids are the high risk factors of non-surgical vertebral re-fracture secondary to percutaneous kyphoplasty.

【Key words】 Osteoporotic vertebral compression fracture; Percutaneous kyphoplasty; Non-surgical vertebral fracture

【Author's address】 PLA 306th Affiliated Hospital of the Anhui Medical University, Beijing, 100101, China

椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 已广泛应用于老年骨质疏松椎体压缩骨折的治疗, 手术创伤小, 止痛效果明显, 备受广大临床医生及老年患者青睐。但是, 近年来不断有报道指出 PKP 强化椎体后可导致术后非手术椎体新发骨折的出现, 而且引起骨折的因素众多, 各方报道不一^[1-4]。回顾研究我中心 102 例行 PKP 手术治疗的骨质疏松椎体压缩骨折患者的临床资料及随访结果, 探讨非手术椎体新发骨折的可能相关因素, 报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集我中心 2005 年 1 月~2009 年 12 月骨质疏松椎体压缩骨折患者 102 例, 其中男 14 例, 女 88 例, 年龄 56~85 岁, 平均 71.7 岁; 有明确外伤史 46 例, 无外伤史 56 例; 术前共存在 161 个骨折椎体, 经 MRI 确诊为陈旧骨折椎体为 28 个, 新鲜骨折椎体为 133 个。对新鲜骨折均行 PKP 术治疗, 其中 T5 2 个, T6 3 个, T7 3 个, T8 3 个, T9 4 个, T10 7 个, T11 11 个, T12 23 个, L1 27 个, L2 31 个, L3 12 个, L4 4 个, L5 3 个。其中 102 例患者中合并糖尿病 12 例, 高血压 20 例, 11 例患者 (包括: 3 例系统性红斑狼疮, 4 例慢性阻塞性肺气肿, 1 例过敏性紫癜, 3 例肾病综合症) 有长期使用糖皮质激素史 (超过 1 年)。所有患者症状主要表现为改变体位或脊柱承载负荷时疼痛加重, 无下肢放射症状。

1.2 术前检查

所有患者入院时均常规行骨密度双能 X 线检查, 参照世界卫生组织 (WHO) 基于骨密度测定

的诊断标准: T 值 ≤ -2.5 个标准差 (stand deviation, SD) 为骨质疏松。所有患者 T 值波动在 $-2.50 \sim -5.12$ SD, 均符合骨质疏松表现。所有病例术前常规行 X 线片及 MRI 检查排除其他引起椎体压缩骨折的疾病。术前详细询问病史, 明确有无外伤史, 仔细查体, 包括后背压扣痛部位, 下肢皮肤感觉, 肌力, 腱反射等。

1.3 围手术期处理

本组患者合并高血压 20 例, 其中一级 2 例, 二级 4 例, 三级 14 例, 术前均口服降压药血压控制在正常范围; 合并糖尿病者 12 例, 所有患者在围手术期皮下注射胰岛素, 餐前血糖控制在 $6 \sim 8$ mmol/L, 餐后血糖控制在 $8 \sim 10$ mmol/L。所有患者入院后均常规口服抗骨质疏松药物治疗。

1.4 手术

患者取俯卧位, 全程 C 型臂 X 线机定位下进行, 行单侧或双侧椎弓根穿刺。定位骨折椎体及椎弓根影外缘, 局部浸润麻醉, 在导针引导下空心钻钻入伤椎, 形成工作通道, 透视确认位置及深度合适后, 置入球囊并连接显影装置的加压注射器, X 线监视下注入显影剂, 扩张球囊, 见椎体高度恢复满意后将球囊回缩至真空后取出球囊, 选择已调制均匀的粘稠状态的骨水泥沿已建立好的工作通道缓慢注入, 透视确认骨水泥位置, 拔除工作通道, 切口缝合一针, 术毕。术后次日下地活动, $3 \sim 5$ d 出院。术后 1、3、6、12 个月分别进行随访, 然后每隔一年进行随访。随访时拍摄站立位胸腰椎正侧位 X 线片, 随访中明确腰背疼痛再次发作者, 行 MRI 检查后明确有新鲜骨折出现时列为随访后再骨折病例。

1.5 观测指标

包括:①一般情况:性别、年龄、骨密度、术前骨折椎体数目、骨折压缩程度、腰椎侧凸畸形、术前及术后脊柱矢状面后凸角;②手术因素:手术强化椎体个数、手术入路(单侧或双侧)、骨水泥量、骨水泥渗漏、椎体高度恢复程度;③既往史:外伤史、长期(超过 1 年)使用糖皮质激素史。骨折压缩程度及椎体高度恢复程度根据术前、术后侧位片测得,计算公式为:骨折压缩率=术前椎体高度/估算的原椎体高度(即上下两个相邻椎体的平均高度) $\times 100\%$,椎体高度恢复率=(术后椎体高度-术前椎体高度)/(估算的原椎体高度-术前椎体高度) $\times 100\%$,计算椎体前缘及中部的椎体压缩率及高度恢复率,采取二者平均值作为每个椎体的压缩率及高度恢复率用以表述骨折压缩程度及椎体高度恢复程度。根据术前正位片测量腰椎侧凸角,Cobb 角 $>10^\circ$ 定义为存在腰椎侧凸。根据术前、术后侧位片测量伤椎上一个椎体上终板到下一个椎体的下终板的 Cobb 角为术前、术后脊柱矢状面后凸角。术中透视及术后 X 线片上发现骨水泥向上、下椎间盘渗漏定为存在骨水泥渗漏,不计算渗漏量的多少。

1.6 统计学处理

应用 SPSS 18.0 统计软件包进行分析,单因素采取单因素方差分析及卡方检验,各相关因素分析采用 Logistic 多变量回归分析,以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

所有患者均安全耐受手术,手术时间 30~55min,平均 45min。手术总共强化 133 个骨折椎体。其中行单侧穿刺 110 个椎体,双侧穿刺 23 个椎体,每个伤椎骨水泥注射量为 2.5~8.0ml,平均 3.86ml,术中有 18 例出现骨水泥向椎间盘渗漏,无椎管内渗漏,术后所有患者无神经损伤表现,无肺部栓塞等相关并发症发生,术后所有患者疼痛症状明显减轻。

患者均获得 2 年以上随访,共有 20 例患者出现非手术椎体新发椎体压缩骨折(图 1)列入再骨折组。术后再骨折病例经对再骨折椎体再次行 PKP 及口服镇痛消炎药物治疗后后背疼痛症状缓解,随访无椎体再次骨折发生。

单因素统计分析发现再骨折组及未骨折组在骨密度、术前骨折椎体数目、手术强化椎体个数、骨水泥渗漏、骨折压缩程度及长期糖皮质激素使

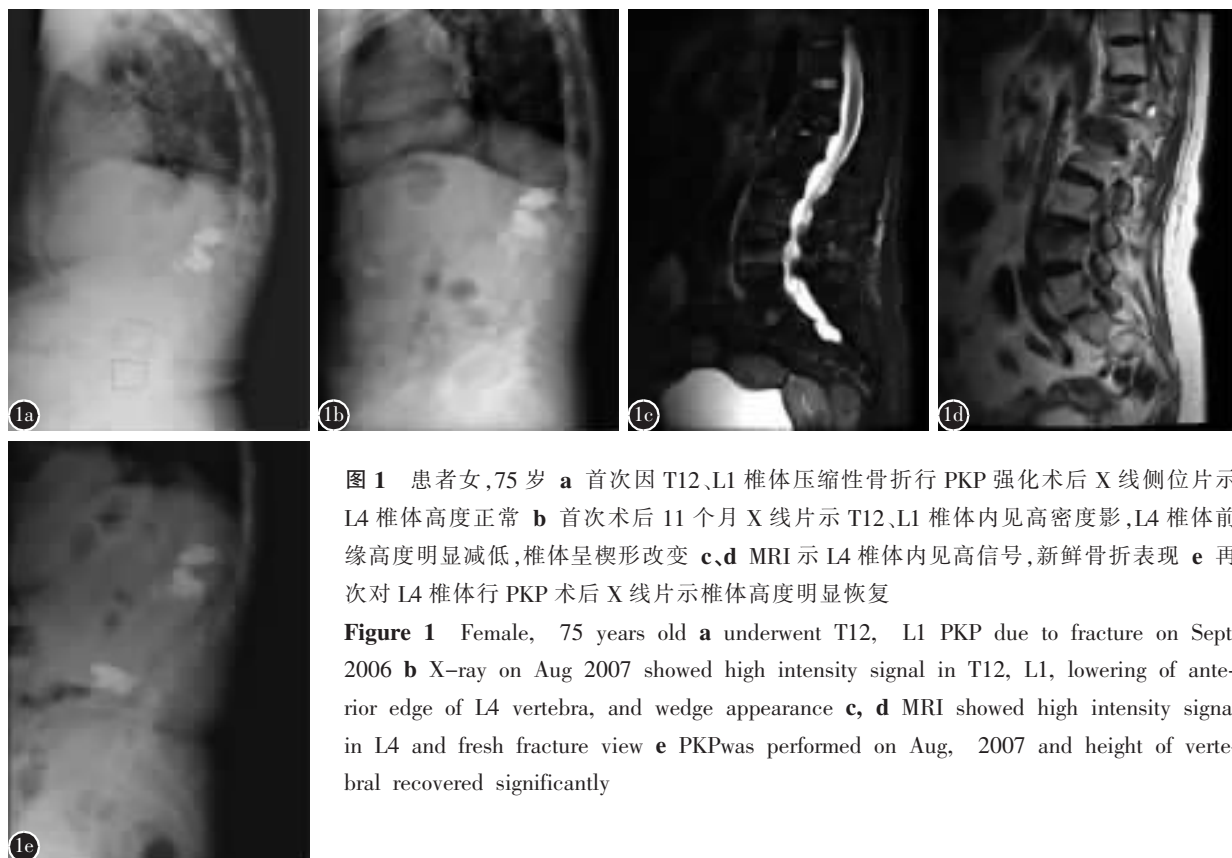


图 1 患者女,75 岁 a 首次因 T12、L1 椎体压缩性骨折行 PKP 强化术后 X 线侧位片示 L4 椎体高度正常 b 首次术后 11 个月 X 线片示 T12、L1 椎体内见高密度影,L4 椎体前缘高度明显减低,椎体呈楔形改变 c、d MRI 示 L4 椎体内见高信号,新鲜骨折表现 e 再次对 L4 椎体行 PKP 术后 X 线片示椎体高度明显恢复

Figure 1 Female, 75 years old a underwent T12, L1 PKP due to fracture on Sept, 2006 b X-ray on Aug 2007 showed high intensity signal in T12, L1, lowering of anterior edge of L4 vertebra, and wedge appearance c, d MRI showed high intensity signal in L4 and fresh fracture view e PKP was performed on Aug, 2007 and height of vertebral recovered significantly

用史方面二者差异存在统计学意义 ($P<0.05$), 二者相比差异无统计学意义 ($P>0.05$, 表 1)。将单因素分析结果中有统计学意义的各相关因素引入 Logistic 回归分析发现骨质疏松程度重、手术强化椎体数目多及长期使用糖皮质激素与术后非手术椎体再骨折显著相关 ($P<0.05$), 优势比分别为 0.090、9.682 和 9.584(表 2)。

3 讨论

经皮椎体后凸成形术具有创伤小、止痛效果明显且能有效纠正后凸畸形等优点, 受到广大医

生及患者的推崇, 但术后非手术椎体再骨折的出现不仅使患者生活质量下降, 丧失继续治疗的信心, 同时阻碍了 PKP 的进一步发展。再骨折的相关因素可能包括手术因素及非手术因素诸多方面, 且各因素之间相互影响, 由于研究方法及随访时间的不同目前各方报道仍存在较多争议。

Liebschner 等^[5]认为单侧入路会导致骨水泥在伤椎内分布不均匀, 长期会引起脊柱向骨水泥少的一侧倾斜造成脊柱不稳。Kim 等^[6]则认为增大外展角度穿刺使针尖达到中线虽然在骨水泥注入量与双侧穿刺存在一定差异, 但是临床效果与双侧穿刺相比无明显异常; Steinmann 等^[7]的体外力学实验也证实了单侧穿刺与双侧穿刺对椎体强度、刚度及高度恢复无明显差异, 并且不会出现椎体楔形改变。我们行单侧穿刺 110 个椎体, 双侧穿刺 23 个椎体, 虽然单侧在骨水泥注入量略小于双侧穿刺, 但我们研究比较再骨折组与未骨折组在单、双侧穿刺及骨水泥注入量方面二者相比差异无统计学意义, 同时我们单侧穿刺的 110 个椎体术后随访中也没有出现椎体楔形改变情况。因此, 我们认为穿刺方式和骨水泥注入量的多少与术后非手术椎体再骨折出现无明显相关性。

骨水泥渗漏与 PKP 术后非手术椎体再骨折的关系一直是大家研究的重点。Komemushi 等^[2]研究认为骨水泥渗漏至椎间盘是引起术后非手术椎体再骨折的因素之一, 而与年龄、骨密度、治疗椎体数目等无关。Chen 等^[8]认为骨水泥渗漏至椎间盘, 会加速原有退变椎间盘的损害, 使得椎间盘原有缓冲应力的作用破坏。刘东光等^[9]对 112 例椎体强化术后患者的临床资料研究结果中共出现 23 例骨水泥渗漏, 该 23 例患者中随访时有 8 例发生相邻椎体再次骨折, 同时, 骨折病例中骨水泥量均在 4.5ml 以上, 他认为骨水泥注入量大小影响渗漏率, 同时骨水泥的渗漏及骨水泥量的多少是影响椎体强化术后非手术椎体再骨折重要因素之一。目前关于骨水泥量注入的多少尚缺乏统一标准, 多根据术者的临床经验而定, 具体注入量多少合适我们认为应该根据骨质疏松程度、骨折压缩程度、治疗椎体部位等综合因素考虑。我们观察病例中再骨折组 20 例中有 8 例出现骨水泥渗漏, 渗漏率为 36%, 未骨折组 82 例中出现 10 例骨水泥渗漏, 渗漏率为 12%, 再骨折组骨水泥渗漏率明显高于未骨折组, 单因素分析发现骨水泥渗漏

表 1 术后非手术椎体再骨折的相关因素分析

Table 1 Associated factors of non-surgical vertebral fracture

组别 Group	再骨折组 (n=20) Fracture group	未骨折组(n=82) Non-fracture group
年龄 Age(y)	72.55±4.63	70.78±8.12
骨密度 Bone mineral Density (g/cm ³)	-3.95±0.61	-3.28±0.62 ^①
术前骨折椎体数目 Numbers of Pre-existing fractured vertebral (N)	2.45±0.10	1.37±0.64 ^①
强化椎体个数 Numbers of augmentation vertebral (N)	1.95±0.83	1.13±0.38 ^①
骨水泥注入量 Cement volume (ml)	3.83±1.75	3.89±1.78
术前矢状面后凸角 Pre-OP Cobb's angle(°)	24.80±3.69	24.17±4.34
术后矢状面后凸角 Post-OP Cobb's angle(°)	18.40±4.04	17.44±3.59
骨折压缩程度 Degree of vertebral compression (%)	0.54±0.20	0.39±0.22 ^①
椎体高度恢复程度 Degree of Vertebral height restoration(%)	0.54±0.93	0.52±0.09
性别(男/女) Sex(M/F)	2/18	12/70
外伤史(有/无) History of trauma(Y/N)	10/36	10/46
手术穿刺方式(单/双) Operative approach(U/B)	32/9	78/14
骨水泥渗漏(有/无) Disc leakage of bone cement (Y/N)	8/12	10/72 ^①
糖皮质激素使用史(有/无) Long-term use of glucocorticoids(Y/N)	6/14	5/77 ^①
腰椎侧凸畸形(有/无) Existence of lumbar scoliosis(Y/N)	5/15	23/59

注: ①与再骨折组比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with fracture group, $P<0.05$

表 2 各相关因素与术后非手术椎体再骨折的 Logistic 回归分析
Table 2 Logistic Regression Analysis of all relevant factors

	回归系数 B	回归系数标准误差	Wald χ^2 值	P 值	优势比	95% 置信区间	
						低值	高值
骨密度 Bone mineral density	-2.405	0.772	9.711	0.002	0.090	0.020	0.410
术前骨折椎体数目 Numbers of Pre-existing fractured vertebral	0.453	0.723	0.392	0.531	1.573	0.381	6.486
强化椎体个数 Numbers of augmentation vertebral	2.270	1.082	4.399	0.036	9.682	1.160	80.779
骨水泥渗漏 Disc leakage of bone cement	0.263	1.029	0.066	0.798	1.301	0.173	9.775
骨折压缩程度 Degree of vertebral Compression	0.745	1.717	0.188	0.665	2.106	0.073	60.964
糖皮质激素使用史 Long-term use of glucocorticoids	2.260	1.001	5.102	0.024	9.584	1.349	68.117

可能是非手术椎体再骨折的因素之一，而多因素回归分析认为骨水泥渗漏与再骨折相关性不大。我们研究中再骨折组与未骨折组比较二者骨水泥注入量方面也无明显差异，可能是再骨折组平均强化椎体数目较未骨折组多，骨质疏松程度及椎体压缩程度重，从而增大了骨水泥渗漏的几率，我们认为骨水泥渗漏对术后非手术椎体再骨折影响不大。

Voormolen等^[3]对行椎体强化术的患者 1 年后随访调查认为术前存在 2 个以上的椎体骨折是再发骨折的高危因素，而与患者年龄、骨密度及手术本身无明显相关；Berleman 等^[4]研究则认为手术强化椎体数目是引起术后非手术椎体再骨折的重要因素，手术平均强化椎体数目越多，术后整个脊柱负荷影响较大，易导致术后非手术椎体再骨折的出现。晋大祥等^[10]对 150 例椎体强化术后患者行 12 月以上随访结果发现，22 例病例出现非手术椎体再次骨折，骨折组患者术前存在骨折椎体个数及手术强化的椎体个数均明显多于未骨折组，他认为术前存在骨折椎体及手术强化椎体的数目均是影响术后非手术椎体再骨折的重要因素。我们研究结果中单因素分析显示术前骨折椎体数目与术后非手术椎体再骨折有一定相关性，但多因素分析显示术前骨折椎体数目与再骨折相关性不大 ($P>0.05$)，而只与手术强化椎体的数目有关，手术强化椎体数目多则术后非手术椎体再次骨折发生的可能性相对较大，可能是强化椎体的数目较多，使脊柱生物力学发生改变的缘故，尚需进一步生物力学实验研究证实。

有学者^[11]认为椎体新发骨折的相对风险与骨

密度关系密切，骨密度每提高 1%椎体发生骨折的风险性就减小 3%。Villarraga 等^[12]利用有限元模拟 PKP 强化术后邻近椎体的生物力学改变，发现椎体强化对术后临近节段生物力学改变不大，他也认为术后再骨折的发生是骨的自然衰老过程，与手术关系并不大。我们的研究结果与上述观点基本一致，我们认为术后再骨折的发生是骨质疏松自然发展过程。与此同时我们研究结果中发现长期使用糖皮质激素也是导致术后非手术椎体再骨折的因素之一。糖皮质激素的使用抑制了成骨细胞的产生，加速了骨的凋亡，同时抑制了雌激素水平，降低了钙磷的沉着，加速了骨质疏松的过程^[13]，我们知道老年患者尤其绝经后妇女胃肠道对钙的吸收明显减少，同时丢失增多，而老年患者常常合并其他内科疾病而需长期使用糖皮质激素治疗，而激素的使用加速了骨量的丢失，骨量的丢失导致脊柱整个力学强度降低，超过脊柱负荷时就容易引起骨折的出现。近年来研究显示长期使用糖皮质激素的绝经后妇女中大约 37% 会出现无症状椎体骨折^[14]。

还有学者^[15,16]认为强化椎体高度的过度恢复和后凸角的过度纠正与术后非手术椎体骨折的出现呈正相关，Kim 等^[15]研究结果认为手术强化椎体前柱高度每增加 1% 则术后术后再骨折的风险增加 7 倍。Lin 等^[16]研究发现后凸角每纠正 1° 会导致术后再发骨折的几率增加 9%。我们研究发现再骨折组及未骨折组在椎体高度恢复程度及术前、术后脊柱矢状面后凸角改变情况二者无明显差异 ($P>0.05$)。此外我们研究还发现骨折压缩程度与术后非手术椎体骨折的出现有一定相关性，

但多因素分析其不是主要因素,与此同时,我们发现患者年龄、性别、外伤史、腰椎侧凸畸形等与术后非手术椎体新发骨折出现无明显相关。

综上,骨质疏松程度重、手术强化椎体数目多及长期使用糖皮质激素可能是导致术后非手术椎体新发骨折的高危因素。

4 参考文献

1. Mudano AS, Bian J, Cope JU, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty are associated with an increased risk of secondary vertebral compression fractures: a population-based cohort study [J]. Osteoporos Int, 2009, 20(5): 819-826.
2. Komemushi A, Tanigawa N, Kariya S, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fracture: multivariate study of predictors of new vertebral body fracture [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2006, 29(4): 580-585.
3. Voormolen MH, Lohle PN, Juttman JR, et al. The risk of new osteoporotic vertebral compression fractures in the year after percutaneous vertebroplasty [J]. J Vasc Interv Radiol, 2006, 17(1): 71-76.
4. Berlemann U, Ferguson SJ, Nole LP, et al. Adjacent vertebral failure after vertebroplasty: a biomechanical investigation [J]. J Bone Joint Surg Br, 2002, 84(5): 748-752.
5. Liebschner MA, Rosenberg WS, Keareny TM, et al. Effects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty [J]. Spine, 2001, 26(14): 1547-1554.
6. Kim AK, Jensen ME, Dion JE, et al. Unilateral transpedicular percutaneous vertebroplasty: initial experience [J]. Radiology, 2002, 222(3): 737-741.
7. Steinmann J, Tingey CT, Cruz G, et al. Biomechanical comparison of unipedicular versus bipedicular kyphoplasty [J]. Spine, 2005, 30(2): 201-205.
8. Chen WJ, Kao YH, Yang SC, et al. Impact of cement leakage into disks on the development of adjacent vertebral compression fractures [J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(1): 35-39.
9. 刘东光, 周辉, 金永明, 等. 骨质疏松椎体压缩骨折 PVP 术后相邻椎体再骨折的相关因素分析 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(12): 980-984.
10. 晋大祥, 谢炜星, 梁德, 等. 经皮椎体强化术后新发椎体压缩骨折的发生率及相关危险因素分析 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(4): 308-311.
11. Cummings SR, Karpf DB, Harris F, et al. Improvement in spine bone density and reduction in risk of vertebral fractures during treatment with antiresorptive drugs [J]. Am J Med, 2002, 112(4): 281-289.
12. Villarraga ML, Bellezza AJ, Harrigan TP, et al. The biomechanical effects of kyphoplasty on treated and adjacent non-treated vertebral bodies [J]. J Spinal Disord Tech, 2005, 18(1): 84-91.
13. Canalis E. Mechanisms of glucocorticoid-induced osteoporosis [J]. Curr Opin Rheumatol, 2003, 15(4): 454-457.
14. Angeli A, Guglielmi G, Dovio A, et al. High prevalence of asymptomatic vertebral fractures in postmenopausal women receiving chronic glucocorticoid therapy: a cross-sectional outpatient study [J]. Bone, 2006, 39(2): 253-259.
15. Kim SH, Kang HS, Choi JA, et al. Risk factors of new compression fractures in adjacent vertebroplasty [J]. Acta Radiol, 2004, 45(4): 440-445.
16. Lin WC, Lee YC, Lee CH, et al. Refractures in cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: a retrospective analysis [J]. Eur Spine J, 2008, 17(4): 592-599.

(收稿日期: 2012-07-21 末次修回日期: 2012-12-31)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)