

影响经皮椎体后凸成形术椎体高度恢复的相关因素分析

任 虎, 申 勇, 张英泽, 丁文元, 杨大龙, 徐佳欣, 刘法敬, 赵金彩

(河北医科大学第三医院脊柱外科 050051 河北省石家庄市)

【摘要】目的:探讨影响经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折椎体高度恢复的相关因素。**方法:**对 2007 年 1 月~2008 年 10 月于我院因骨质疏松性椎体压缩骨折行单节段经皮椎体后凸成形术的 43 例患者进行回顾性分析。分别记录患者的年龄、性别、病程、有无外伤史、术前椎体压缩程度、术前矢状面 Cobb 角、骨折类型、骨密度、手术入路途径、骨水泥剂量及有无侧凸畸形等相关因素,观察患者术后压缩椎体高度恢复情况,应用双变量回归分析及 t 检验行单因素分析,应用多元线性回归分析行多因素分析,研究各因素与经皮椎体后凸成形术椎体高度恢复情况的相互关系。**结果:**术后椎体高度恢复率为 $(39\pm 17)\%$ 。单因素分析结果显示患者的病程、术前椎体压缩程度、骨折类型、骨密度及有无腰椎侧凸与术后椎体高度恢复情况有一定的相关性 ($P<0.05$),而患者的年龄、性别、术前矢状面 Cobb 角、骨水泥剂量及手术途径与术后椎体高度恢复情况无相关性 ($P>0.05$)。多因素分析结果显示患者术前椎体压缩程度、骨密度及骨折类型是影响术后椎体高度恢复情况的主要因素,其标准化偏回归系数分别为 -0.622 、 -0.283 、 0.131 。**结论:**患者术前椎体压缩程度、骨密度及骨折类型是影响经皮椎体后凸成形术椎体高度恢复的主要因素,观察患者的这些指标有助于预测经皮椎体后凸成形术椎体高度恢复情况。

【关键词】 经皮椎体后凸成形术;椎体高度恢复;相关因素

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2010.01.11

中图分类号: R683.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2010)-01-0047-05

Analysis of related factors on the vertebral height restoration of percutaneous kyphoplasty/REN Hu, SHEN Yong, ZHANG Yingze, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2010, 20(1):47~51

【Abstract】 Objective: To explore the correlative factors on vertebral height restoration of percutaneous kyphoplasty (PKP) in the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture. **Method:** Forty-three patients experiencing single level kyphoplasty due to osteoporotic vertebral compression fracture from January 2007 to October 2008 were retrospectively reviewed. The correlative factors including age, sex, course of disease, history of trauma, preoperative degree of vertebral compression, preoperative Cobb's angle, fracture type, bone mineral density, operative approach, cement volume and existence of lumbar scoliosis were put into analysis. All the factors as well as the degree of vertebral height restoration were recorded. Bivariate linear regression analysis and t -test were used to find the most correlative factors affecting vertebral height restoration. And multiple linear regression analysis was used to find independent factors. **Result:** The whole degree of vertebral height restoration was $(39\pm 17)\%$. Univariate analysis showed that the course of disease, preoperative degree of vertebral compression, fracture type, bone mineral density and lumbar scoliosis were the variable associated with the vertebral height restoration ($P<0.05$). In contrast, there was no significantly correlation between age, sex, preoperative Cobb's angle, cement volume, operative approach and the vertebral height restoration ($P>0.05$). Multiple linear regression analysis showed that the preoperative degree of vertebral compression, bone mineral density and fracture type were the predominant correlative factors affecting the vertebral height restoration. The standardized partial regression coefficient was -0.622 , -0.283 and 0.131 respectively. **Conclusion:** The preoperative degree of vertebral compression, bone mineral density and fracture type are the predominant correlative factors

第一作者简介:男(1983-),硕士在读,研究方向:脊柱外科

电话:(0311)88602116 E-mail: renhu2009@163.com

通讯作者:申勇 E-mail: shenyongspine@yahoo.com.cn

affecting the vertebral height restoration which can be used to forecast the prognosis of percutaneous kyphoplasty.

【Key words】 Percutaneous kyphoplasty; Vertebral height restoration; Correlative factor

【Author's address】 Department of Spine, the Third Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang, 050051, China

近年来, 在经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP) 基础上发展起来的经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP) 得到了广泛应用。这种术式治疗骨质疏松性椎体压缩骨折不仅能很好地缓解患者的疼痛症状, 而且能将压缩的骨折椎体复位到一定的高度, 从而矫正后凸畸形^[1], 取得了显著疗效。然而对于患者的各个压缩椎体, 由于各种相关因素的影响, 术后椎体高度恢复各不相同。本研究回顾性分析一组 PKP 手术患者资料, 旨在分析影响 PKP 手术椎体高度恢复的相关因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料

2007 年 1 月~2008 年 10 月在我院行单节段 PKP 患者 43 例, 年龄 52~91 岁, 平均 68.1 岁, 其中男 15 例, 女 28 例。病程 1~11 个月, 平均 5.58 个月。临床表现为程度不等的腰背部疼痛, 活动后加重, 13 例疼痛严重者卧床也不能缓解, 相应棘突有压痛和叩击痛。其中 17 例患者有外伤史。所有病例均无脊髓和神经根受损的症状和体征, 经 1~2 周保守治疗效果不理想, 实验室检查和全身检查证实无明显手术禁忌证。

1.2 影像学检查

术前常规拍摄脊柱正侧位 X 线片、MRI 及椎体 CT 检查。MRI 检查采用高分辨率 1.5T MR 成像仪(SIEMENS MAGNETOM Symphony), 矢状面 T1 加权像采用自旋回波序列, T2 加权像采用快速自旋回波序列及脂肪抑制序列。所有 X 线检查显示椎体骨质疏松并伴有压缩骨折椎体部分高度丢失, 所有压缩骨折椎体呈现不同程度楔形变。MRI 检查排除其他椎体病变, 确诊为骨质疏松性椎体压缩骨折, T4 2 例, T5 2 例, T6 1 例, T7 2 例, T8 1 例, T9 1 例, T10 1 例, T11 5 例, T12 5 例, L1 7 例, L2 8 例, L3 3 例, L4 2 例, L5 3 例。CT 扫描确定患者压缩骨折椎体后缘完整, 排除爆裂性椎体骨折。术后 3d 行脊柱正侧位 X 线片检查了解骨折椎体复位、骨水泥分布及外漏情况。

1.3 骨密度测量

应用法国 MEDILINK 公司生产的 OSTEOCORE-3 型双能 X 线骨密度仪 (Dual-energy X-ray Absorptiometry, DEXA) 测定 L2、L3、L4 的骨密度(bone mineral density, BMD), 根据世界卫生组织骨质疏松的诊断标准^[2], 骨密度低于正常年轻成人平均值 2.5 个标准差(standard deviation, SD), 即 T 值 $\leq -2.5SD$ 诊断为骨质疏松。

1.4 手术方法

所有手术均由同一组医师操作完成。患者取俯卧位, 垫高胸部及髂前上棘使腹部悬空, 根据患者全身情况选择全麻(5 例)或局麻(38 例), 在 C 型臂 X 线机透视定位下经单侧或双侧椎弓根途径, 采用 Kyphon 公司生产的微创器械及特制球囊行 PKP。术中通过 C 型臂 X 线机观测球囊扩张和骨折复位情况, 当椎体复位满意或球囊扩张压力显著增大时停止扩张球囊并取出, 将调制成牙膏状态的聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)骨水泥注入椎体。

1.5 评估指标

①分别记录患者的年龄、性别、病程、有无外伤史、骨水泥剂量及手术入路途径。②根据骨折椎体内 MRI 信号变化分为两型, 即新鲜型与修复型。由两位影像科医师分别根据这两种类型对每个病椎进行分类, 对分类存在分歧时同第三位影像科医师共同讨论达成一致意见, 分类标准如下: 新鲜型, T1WI 和 T2WI 上信号在椎体内均匀一致分布, 表现为 T1WI 低信号, T2WI 与短时反转恢复序列(STIR)呈现高信号, 与正常骨髓逐渐过渡, 边界不清; 修复型, T1WI 和 T2WI 上信号在椎体内分布不均匀, 呈斑片状、点状或条状分布, 信号变化不统一, 表现为 T1WI 等、低信号混杂, T2WI 与 STIR 序列等、低、高多种信号混杂。③根据手术前后脊柱侧位 X 线片, 利用比例尺在侧位片上分别测量手术前后椎体前缘及中部高度和 Cobb 角变化, 并依据公式: 术前椎体压缩率 = 术前椎体高度/估算的原椎体高度, 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),分别计算前缘及中部椎体压缩率及椎体高度恢复率,并分别计算两者平均值作为每个椎体压缩率及高度恢复率,以此来评估术前椎体压缩程度及术后椎体高度恢复情况,其中估算的原椎体高度为病椎相邻上下椎体高度的平均值;Cobb 角的测量采用 Phillips 的方法^[3],即根据术前、术后常规拍摄的以病椎为中心的标准侧位 X 线片,测量从病椎上一个椎体的上终板到病椎下一个椎体的下终板的 Cobb 角,定义为“局部矢状面 Cobb 角”。所有测量由两位不参与手术的脊柱外科医师单独完成,取两位医师测量结果的平均数作为最终结果进行分析研究。④根据患者手术前正位 X 线片来测量椎体侧凸角度,Cobb 角 $>10^{\circ}$ 为椎体侧凸^[4]。

1.6 统计学处理

数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,用 SPSS 13.0 统计软件处理,单因素分析采用双变量回归分析及 t 检验,多因素分析采用多元线性回归分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

43 例患者均完全耐受手术,术中均未发生神经、脊髓损伤以及球囊破裂,每个病椎注入骨水泥量为 1.5~6.5ml,平均 4.5ml。术中出血 20~50ml,平均 35ml。经单、双侧椎弓根入路分别为 27 例和 16 例。术后有 3 个椎体出现骨水泥渗漏,均无特殊不适和神经症状,未出现脊髓受压和肺栓塞等严重并发症。术后平卧 6h,12h 后坐起,24h 后下地活动。随访 3~18 个月,平均 9 个月,术后椎体高度恢复率为 $(39 \pm 17)\%$ 。

单因素分析结果显示,患者的病程、术前椎体压缩程度、骨折类型、骨密度及有无腰椎侧凸与术后椎体高度恢复情况有一定的相关性($P < 0.05$,表 1、2),而患者的年龄、性别、术前矢状面 Cobb 角、骨水泥剂量及手术途径与术后椎体高度恢复情况无相关性($P > 0.05$,表 1、2)。将单因素分析结果中有相关性的因素引入多元线性回归分析,入选检验水准 $\alpha = 0.10$,剔除水准 $\alpha = 0.15$,结果显示患者术前椎体压缩程度、骨密度及骨折类型是影响术后椎体高度恢复情况的主要因素,其标准化偏回归系数分别为-0.622、-0.283、0.131(表 3)。

表 1 43 例患者计量资料与术后椎体高度恢复率的双变量回归分析

	$\bar{x} \pm s$	Pearson 相关系数	P 值
年龄(岁)	68.14 $\pm$ 7.06	-0.232	0.135
病程(月)	5.58 $\pm$ 3.58	-0.736	<0.001
骨密度(g/cm ²)	0.61 $\pm$ 0.13	-0.888	<0.001
术前椎体压缩度	0.54 $\pm$ 0.20	-0.956	<0.001
术前矢状面 Cobb 角($^{\circ}$)	23.72 $\pm$ 7.16	-0.071	0.649
骨水泥剂量(ml)	4.51 $\pm$ 1.53	0.519	0.069

表 2 患者计数资料与术后椎体高度恢复率相关性分析

		术后椎体高度恢复率	t 值	P 值
性别	男(15)	0.35 $\pm$ 0.16	-1.14	0.2628
	女(28)	0.41 $\pm$ 0.17		
骨折类型	新鲜型(8)	0.63 $\pm$ 0.06	-9.59	<0.001
	修复型(35)	0.33 $\pm$ 0.13		
外伤史	有(17)	0.42 $\pm$ 0.18	-1.03	0.3093
	无(26)	0.37 $\pm$ 0.16		
腰椎侧凸	有(15)	0.52 $\pm$ 0.17	-4.54	<0.001
	无(28)	0.32 $\pm$ 0.12		
手术途径	单侧(27)	0.41 $\pm$ 0.17	0.91	0.3701
	双侧(16)	0.36 $\pm$ 0.16		

表 3 各种相关因素与术后椎体高度恢复率多元线性回归分析结果

变量	偏回归系数	回归系数标准误	标准化偏回归系数	t 值	P 值
常数项	0.890	0.040		22.413	<0.001
骨密度	-0.363	0.105	-0.283	-3.450	0.001
椎体压缩度	-0.535	0.082	-0.622	-6.502	<0.001
骨折类型	0.056	0.024	0.131	2.360	0.023

3 讨论

Lieberman 等^[5]经皮通过专用通道在塌陷的椎体内置入可扩张球囊,通过扩张球囊来抬升终板,并向椎体内注入骨水泥来强化椎体,从而使病椎原有的高度大部分得以恢复,稳定了压缩椎体,这种手术称为 PKP。Zhou 等^[6]比较了行 PVP 和 PKP 手术的两组患者,发现两种术式在患者术后疼痛缓解率、手术时间及术中出血量方面没有显著性差异,但 PKP 比 PVP 能更好地恢复椎体高度。Gaitanis 等^[7]在胸椎标本上进行生物力学测定,结果显示在生理性前负荷作用下球囊扩张能明显纠正椎体畸形,并使轴向负荷力线后移,恢复为椎体压缩骨折前的排列,减少由椎体轴向负荷力线前

移在邻近椎体上的额外屈曲力矩,从而降低邻近椎体的再骨折风险。由此可见,PKP 手术对压缩骨折椎体高度的恢复是其相对于 PVP 手术的优势所在。然而对于患者的各个压缩椎体,由于各种相关因素的影响,术后椎体高度恢复可能各不相同。本研究分析了可能影响 PKP 手术椎体高度恢复情况的各相关因素,结果显示患者术前椎体压缩程度、骨密度及骨折类型是影响手术椎体高度恢复情况的主要因素,从而有助于术前判断 PKP 的手术疗效。

3.1 术前椎体压缩程度对椎体高度恢复的影响

在本研究的三个主要相关因素中,术前椎体压缩程度是影响手术椎体高度恢复最重要的因素,术前压缩程度较重的椎体更容易经过球囊扩张复位,原因可能为压缩程度较重的椎体所受外力较大,自身结构破坏较为严重,有更大的空间恢复潜力来允许球囊扩张,但是由于椎体结构破坏严重而带来的手术风险也相应增加,在对此类椎体进行操作时必须引起高度的重视。

3.2 骨密度对椎体高度恢复的影响

骨质疏松症是由于钙质从骨骼组织中流失,使得骨骼疏松、变脆、变弱,因而容易发生骨折。尽管骨骼的外表单位体积是一样的,而质量却减少,其支撑力大为降低。空洞的骨骼经不起压力,稍受外力就容易发生骨折。这种现象在脊柱椎体特别明显,因为脊柱椎体多为松质骨,坚固性差,虽然因为年龄的增长其皮质骨和松质骨的骨量均减少,但松质骨更为明显。此外随着年龄增长,自身肌肉收缩力量的减弱将导致骨髓纵向应力的减少,从而使骨小梁数量和质量、骨骼的坚固性同步降低,增加了骨折的危险度。对于骨密度相对较低的椎体,利用 PKP 手术中置入的球囊扩张,只需要较小的压力就可以很好地复位压缩椎体。

3.3 骨折类型对椎体高度恢复的影响

MRI 除了可以鉴别椎体的良性与恶性病变外,还可以根据椎体内骨髓的信号改变判断骨折的详细情况和愈合程度,确定新鲜骨折与陈旧骨折。本研究中 MRI 上出现新鲜型信号表现大部分是由于椎体内松质骨骨折后骨髓组织出血、水肿,常在外伤后 3~14d 内,Yang 等^[9]的研究表明对于 MRI 上出现这种信号变化的椎体行 PKP 手术能缓解患者的疼痛症状。我们的研究还表明在这一时期进行 PKP 手术能较好地恢复椎体高度,矫正

后凸畸形,手术效果较为满意。随着骨折后时间的逐渐延长,出血和水肿逐渐被吸收,小血肿开始机化,出现肉芽组织和纤维组织增生,软骨细胞增生形成小灶性软骨,骨折处出现少量钙盐沉积,在 MRI 表现为本研究中的修复型表现,这种信号表现从外伤后 3d 就可以开始出现,大部分出现在外伤后 7d~2 个月,也有少数病例持续至外伤后 5 个月^[9]。由于这一时期骨折尚未完全愈合,仍存在一定的空间允许球囊扩张,最终能部分恢复椎体高度,矫正部分后凸畸形,也能达到一定的临床效果。但在手术过程中观察到对这类椎体进行操作时,球囊扩张和骨水泥的注入所需压力有所增高。在 Phillips 等^[9]的研究中,几乎有一半的椎体骨折时间在 90d 以上,如果将所有的骨折一起统计,骨折时间与椎体后凸畸形矫正的度数没有相关性,但如果将所有小于 90d 的骨折单独统计,他们发现骨折的时间与后凸畸形矫正的度数有非常显著的相关性,而大于 90d 的骨折单独统计时,则骨折的时间与后凸畸形矫正的度数没有明显相关性。由此可见,PKP 手术对新鲜骨折造成的后凸畸形更容易矫正,应在发现椎体压缩骨折后尽早实施手术。

3.4 其他因素对椎体高度恢复的影响

本研究结果显示,患者的病程及有无腰椎侧凸与术后椎体高度恢复情况有一定的相关性,但并不是独立影响因素,而患者的年龄、性别、术前 Cobb 角、骨水泥剂量及手术途径与术后椎体高度恢复无明显相关性。在这几项指标中,骨水泥注射剂量及手术途径一直是 PKP 手术值得关注的问题。已有研究^[10]表明,骨水泥的渗漏几率与注射的剂量呈正相关,而骨水泥的注入量与患者的疼痛缓解程度并不呈正相关。结合本研究结果,我们主张骨水泥只需填满空腔,而不必强行注入过多,既能达到手术疗效,又能降低骨水泥渗漏的发生率。椎体成形术中椎体强化时可经单侧或双侧椎弓根途径注射骨水泥,两种注射方式对强化椎体的效果尚存在争议。有研究^[11]表明,经单侧或双侧椎弓根注射均能恢复椎体强度和刚度,但经单侧椎弓根注射会造成骨水泥在椎体内分布不均匀,引起椎体单侧承重而导致脊柱不稳定,在恒定载荷下容易向灌注对侧侧向屈曲,从而造成椎体压缩变形。在临床上,为了达到骨水泥在椎体内的对称分布,许多学者选择经双侧椎弓根注射,但经双侧椎

弓根注射椎体增加了组织创伤、椎弓根骨折和神经损伤等并发症的发生机会, 而经单侧椎弓根入路既能减少手术操作时间, 减少患者及医护人员受辐射的时间, 并能减少患者术中创伤, 这一点对于高龄患者及同时有多个椎体需要治疗的患者而言尤为重要^[12]。因此在考虑经单侧还是双侧椎弓根注射时, 应根据病变椎体的不同情况, 选择合适的注射方式。

3.5 影响椎体高度恢复的相关因素对手术方式的指导作用

近年来, PVP 和 PKP 治疗骨质疏松性椎体压缩骨折已经普遍开展, 尽管积累的手术例数越来越多, 手术操作的技术也越来越成熟, 但具体到个体的患者, 在如何选择 PVP 与 PKP 方面仍存在一些争议。PVP 费用低, 操作简单, 止痛效果明显, 能够在较低的花费下达到治疗目的, 但这种手术方式不能有效恢复压缩椎体的高度、矫正继发脊柱后凸畸形, 同时骨水泥发生椎体外泄漏的可能性较大; PKP 大大减少了骨水泥渗漏的发生以及由此引起的临床并发症, 对恢复椎体高度和矫正后凸畸形也有一定作用, 但由于 PKP 穿刺器械直径的增加以及操作过程的复杂化, 同样使得手术并发症发生率增加, 同时术中所用的扩张球囊价格昂贵。结合当前的研究结果, 对于那些压缩程度较轻, 骨折时间较长, 并且骨密度相对较高的患者, 我们认为由于 PKP 对此种情况的骨折椎体高度恢复不太理想, 此时可选择 PVP 手术同样能达到良好的止痛效果, 而且费用相对较低, 在我国经济条件下仍然不失为一种好的治疗方法选择。而对那些压缩程度较重、骨折时间较短且骨密度相对较低的椎体则宜采用 PKP 术式, 因其不仅能很好地恢复椎体高度, 而且能减少手术并发症的发生。

综上所述, 患者的术前椎体压缩程度、骨密度及骨折类型是影响 PKP 手术椎体高度恢复率的主要因素, 同时综合分析以上各个因素可帮助判断手术疗效, 也有助于手术方式的选择。

4 参考文献

1. 袁宏, 赵喜滨, 孙治国. 球囊单侧扩张椎体后凸成形术治疗老年骨质疏松性椎体压缩骨折 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2007, 17(12): 913-917.
2. 王洪复, 朱国英. 骨密度峰值与骨质疏松症的诊断 [J]. 中华老年医学杂志, 2003, 3(22): 189-192.
3. Phillips FM, Ho E, Campbell Hupp M, et al. Early radiographic and clinical results of balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Spine, 2003, 28(19): 2260-2265.
4. 刘伟, 贾连顺, 陈雄生, 等. 退变性腰椎侧凸的临床特点及外科治疗 [J]. 中华骨科杂志, 2007, 27(11): 808-813.
5. Lieberman IH, Dudeney S, Reinhardt MK, et al. Initial outcome and efficacy of "kyphoplasty" in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Spine, 2001, 26(14): 1631-1638.
6. Zhou JL, Liu SQ, Ming JH, et al. Comparison of therapeutic effect between percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty on vertebral compression fracture [J]. Chin J Traumatol, 2008, 11(1): 42-44.
7. Gaitanis IN, Garandang 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.
8. Yang HL, Wang GL, Niu GQ, et al. Using MRI to determine painful vertebrae to be treated by kyphoplasty in multiple-level vertebral compression fractures: a prospective study [J]. J Int Med Res, 2008, 36(5): 1056-1063.
9. 任虎, 申勇, 张英泽, 等. 经皮椎体后凸成形术对新鲜与陈旧性骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效对比分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2009, 17(18): 1361-1364.
10. Baroud G, Crookshank M, Bohnert M. High-viscosity cement significantly enhances uniformity of cement filling in vertebroplasty: an experimental model and study on cement leakage [J]. Spine, 2006, 31(22): 2562-2568.
11. 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.
12. 康南, 海涌, 鲁世保, 等. 单侧椎弓根穿刺椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, 18(5): 365-367.

(收稿日期: 2009-07-13 修回日期: 2009-10-09)

(英文编审 蒋欣)

(本文编辑 李伟霞)