

· 临床研究 ·

椎体内部强化术后术椎塌陷的危险因素分析

乐军,董刚,周辉,项东

(杭州市中医院骨伤科,浙江 杭州 310007)

【摘要】 目的:探讨椎体内部强化术,包括经皮椎体成形术(PVP)、椎体后凸成形术(PKP),术后术椎塌陷的发生率、独立危险因素以及预防措施。方法:回顾性分析 2012 年 1 月至 2013 年 6 月经椎体内部强化术治疗并获得随访的 154 例单节段骨质疏松性椎体压缩骨折(OVCF)患者的临床资料,其中男 65 例,女 89 例,年龄 57~90 岁,平均(76.20±9.35)岁。随访时间 6~30 个月,平均(15.43±6.81)个月,术后随访患者均接受 X 线检查,部分患者接受 MRI 检查。分析与术椎塌陷相关的可能危险因素,包括性别、年龄、手术方式(PVP 或 PKP)、骨质疏松程度 T 评分、术椎节段水平、是否合并椎体骨坏死、术椎骨水泥填充模式、术椎前缘高度恢复率。并将可能的危险因素作为研究对象,采用多因素 Logistic 逐步回归分析法筛选影响术椎塌陷的独立危险因素。结果:随访周期内共发现 29 例发生术椎塌陷,术椎塌陷的发生率为 18.83%。多因素 Logistic 逐步回归分析显示手术方式($OR=0.171, P=0.010$),骨质疏松程度 T 评分($OR=0.242, P=0.024$),是否合并椎体骨坏死($OR=12.225, P=0.003$),术椎骨水泥填充模式($OR=10.461, P=0.000$)以及术椎前缘高度恢复率($OR=0.316, P=0.019$)是影响术椎塌陷的独立危险因素。结论:椎体内部强化术后术椎塌陷的发生率较高,其发生率与多种因素相关,其中手术方式、骨质疏松程度 T 评分、是否合并椎体骨坏死、术椎骨水泥填充模式、术椎前缘高度恢复率是影响术椎塌陷的独立危险因素。术前严格筛选患者,术中注重骨水泥的对称性均匀分布,术后积极抗骨质疏松治疗,可降低术后术椎塌陷的发生率。

【关键词】 脊柱骨折; 骨质疏松; 手术后并发症; 椎体内部强化术; 危险因素

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2016.07.008

Risk factors for the collapse of cemented vertebral bodies after the minimally invasive vertebral augmentation procedures YUE Jun, DONG Gang, ZHOU Hui, and XIANG Dong. Department of Orthopaedics, Hangzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Hangzhou 310007, Zhejiang, China

ABSTRACT **Objective:** To evaluate the incidence rate, the independent factors, and the prevention measures of the collapse of cemented vertebral bodies after minimally invasive vertebral augmentation procedures including percutaneous vertebroplasty (PVP) and percutaneous kyphoplasty (PKP). **Methods:** From January 2012 to June 2013, 154 patients with single segmental osteoporotic vertebral compression fractures (OVCF) were treated with PVP or PKP. There were 65 males and 89 females, ranging in age from 57 to 90 years old, with a mean of (76.20±9.35) years old. All the patients were followed up, and the duration ranged from 6 to 30 months, with a mean of (15.43±6.81) months. All the patients were arranged to perform X-ray examination, and some of the patients were arranged to do MRI examination during the follow-up period. Possible risk factors were studied including gender, age, surgical approach (PVP or PKP), lumbar spine bone mineral density, treated vertebral level, the presence of osteonecrosis in the vertebral body, filling pattern of the cement, and the restoration of anterior vertebral height. The Chi-square test and the multivariate Logistic regression model were used to analyze the risk factors. **Results:** The collapse of cemented vertebral bodies were found in 29 patients, and the total incidence rate of following time was 18.83%. A Multivariable Logistic Regression analysis revealed that the independent risk factors affecting the incidence rate of the collapse included surgical approach ($OR=0.171, P=0.010$), lumbar spine bone mineral density ($OR=0.242, P=0.024$), the presence of osteonecrosis in the vertebral body ($OR=12.225, P=0.003$), filling pattern of the cement ($OR=10.461, P=0.000$), and anterior vertebral height restoration ($OR=0.316, P=0.019$). **Conclusion:** The incidence rate of the collapse was high and was associated with many risk factors. Surgical approach, lumbar spine bone mineral density, the presence of osteonecrosis in the vertebral body, filling pattern of the cement, and anterior vertebral height restoration were the independent risk factors affecting the incidence rate of the collapse. Careful selection of patients before operation, symmetric cement distribution and fluid aspiration during operation, positive treatment of osteoporosis after operation would be the potential ways to avoid collapse of cemented vertebral bodies.

KEYWORDS Spinal fractures; Osteoporosis; Postoperative complications; Minimally invasive vertebral augmentation procedures; Risk factors

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2016, 29(7): 625-629 www.zggszz.com

通讯作者:乐军 E-mail: dgg1206@163.com

Corresponding author: YUE Jun E-mail: dgg1206@163.com

经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP)和椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP)是近年来兴起的通过微创介入、椎体内部强化治疗骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compressive fracture, OVCF)的脊柱外科新技术,其早期临床疗效已经得到国内外多数研究中心的认同。然而伴随着对该技术的进一步研究,越来越多的研究显示椎体内部强化术伴随着一定的术椎塌陷发生率。笔者回顾性分析我院 2012 年 1 月至 2013 年 6 月,经椎体内部强化术治疗并获得随访的 154 例单节段 OVCF 患者的临床资料,共发现 29 例发生术椎塌陷,现分析如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本组患者 154 例,其中男 65 例,女 89 例;年龄 57~90 岁,平均(76.20±9.35)岁。其中 83 例接受 PVP 术,71 例接受 PKP 术,填充材料均为聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA),手术节段 T₇-L₄。随访时间 6~30 个月,平均(15.43±6.81)个月。术后随访患者均接受 X 线检查,部分患者接受 MRI 检查。

1.2 观察项目与方法

以术椎侧位 X 线片作为测量对象,将随访时术椎前缘高度与术后 2 d 时术椎前缘高度差值 ≥ 2 mm 定义为术椎塌陷阳性,测量均由 1 名放射科医师、2 名骨科医师来完成,取平均值作为测量结果。分析可能存在的危险因素,包括患者的性别、年龄、手术方式、骨质疏松程度 T 评分、术椎节段水平、是否合并椎体骨坏死、术椎骨水泥填充模式、椎体前缘高度恢复率。骨质疏松程度 T 评分采用美国 LUNAR 公司生产的 DPX-1 型双能 X 线骨密度仪测量,采用 T-score 值表示;术椎节段水平分为胸段(T₁₀ 椎体以上),胸腰段(T₁₀-L₂ 椎体),腰段(L₂ 椎体以下);椎体是否合并骨坏死根据患者的影像学资料诊断,主要为椎体内裂隙样变患者;术椎骨水泥填充模式分为团块状、混合状、弥散状;椎体前缘高度恢复率根据文献[1]介绍的方法测算,即椎体前缘高度恢复率=[(术后椎体前缘高度-术前椎体前缘高度)/(1/2 术椎上位椎体前缘高度+1/2 术椎下位椎体前缘高度)]×100%。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 13.0 统计学软件进行统计学分析,单变量组间术椎塌陷发生率的比较采用 χ^2 检验;采用 Logistic 逐步回归分析法,对与术椎塌陷相关的多个变量参数进行变量筛选,变量的筛选方法采用前向(Wald)逐步法,确定最终进入回归模型的危险因素。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 研究结果

2.1 术椎塌陷发生率

随访周期内 154 例中共 29 例发生术椎塌陷,术椎塌陷的发生率为 18.83%。其中合并椎体骨坏死时,术椎塌陷的发生率高达 42.86%,术椎骨水泥填充模式成团块状分布时,术椎塌陷的发生率高达 29.17%。

2.2 单变量对术椎塌陷发生率的影响

单变量对术椎塌陷发生率的影响统计结果见表 1,性别、年龄、术椎节段水平 3 个变量组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$),说明患者性别、年龄、术椎节段水平 3 个变量组间的差异对术椎塌陷发生率的影响无明显差异。手术方式、骨质疏松程度 T 评分、是否合并椎体骨坏死、术椎骨水泥填充模式、术椎前

表 1 单变量组间术椎塌陷发生率比较

Tab.1 Single variable analysis on the collapse of cemented vertebral bodies between groups

相关因素	随访例数	塌陷例数	塌陷率(%)	χ^2 值	P 值
性别				0.010	0.920
男	65	12	18.46		
女	89	17	19.10		
年龄				0.009	0.923
≤70 岁	40	7	17.50		
70~80 岁	60	12	20.00		
≥80 岁	54	10	18.52		
术式				5.187	0.023
PVP	83	10	12.05		
PKP	71	19	26.76		
骨质疏松程度 T 评分				4.618	0.032
T 值 > -1 SD	11	0	0.00		
-2.5 SD < T 值 ≤ -1 SD	51	7	13.73		
T ≤ -2.5 SD	92	22	23.91		
术椎节段水平				0.007	0.933
胸段	30	5	16.67		
胸腰段	98	20	20.41		
腰段	26	4	15.38		
椎体骨坏死				4.015	0.045
有	14	6	42.86		
无	140	23	16.43		
骨水泥填充模式				5.937	0.015
团块状	48	14	29.17		
混合状	54	10	18.52		
弥散状	52	5	9.62		
术椎前缘高度恢复率				6.625	0.010
≤15%	37	4	10.81		
15%~25%	68	12	17.65		
≥25%	39	13	33.33		

缘高度恢复率 5 个变量组间比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 其中 PKP 组术椎塌陷的发生率明显高于 PVP 组; 合并椎体骨坏死组术椎塌陷的发生率明显高于不合并椎体骨坏死组; 骨水泥在术椎内呈团块状分布组术椎塌陷的发生率明显高于混合组、弥散组; 患者骨质疏松程度 T 评分越低, 术椎塌陷的发生率越高; 术椎前缘高度恢复率越大, 术椎塌陷的发生率越高。

2.3 多因素 Logistic 逐步回归分析结果

多因素 Logistic 逐步回归分析结果见表 2, 表 2 显示手术方式、骨质疏松程度 T 评分、是否合并椎体骨坏死、术椎骨水泥填充模式及术椎前缘高度恢复率 5 个变量最终进入回归模型, 是影响术椎塌陷的独立危险因素。椎体内部强化术后术椎塌陷病例的影像学资料见图 1-2。

3 讨论

椎体内部强化术后术椎的进行性塌陷是术椎向骨折发展的一个阶段, 术椎塌陷是椎体内部强化术的一个严重并发症, 容易引起患者反复的腰背部疼

痛、活动受限等症状, 且临床处理较为棘手, 甚至需要通过外科手术摘除骨水泥块, 并进行脊柱功能重建来稳定骨折节段, 纠正脊柱失稳^[2]。

3.1 骨质疏松程度

椎体内部强化术后术椎塌陷可能是骨质疏松症病程自然发展的表现之一^[3]。骨质疏松严重的患者更容易发生术椎塌陷, 笔者的研究也证实了这个观点, 其原因在于骨质疏松患者的椎体强度降低, 脆性增加。患者年龄的增大, 活动量的降低, 不正规的治疗, 口服类固醇激素类药物等因素, 均可导致患者骨质进展性吸收, 进而引起其骨质疏松程度的增加。越来越多的研究显示患者本身的骨质疏松程度是影响患者术椎塌陷的最重要危险因素^[4]。术后积极的抗骨质疏松治疗, 能够明显降低术椎塌陷的发生率^[5-6]。对于长期口服类固醇激素类药物的骨质疏松患者, 建议尽量使用半衰期短、剂量较低的类型固醇激素类药物, 同时予以补充维生素 D 及钙剂。Syed 等^[7]的研究发现, 椎体内部强化术后持续口服类固醇激素类药物的患者其 1 年内发生术椎塌陷发生率是原

表 2 术椎塌陷的多因素 Logistic 逐步回归分析结果

Tab.2 Multivariable Logistic analysis on the collapse of cemented vertebral bodies

影响因素	B 值	χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI	
					下限	上限
手术方式	-1.769	6.603	0.010	0.171	0.044	0.657
骨质疏松程度 T 评分	-1.419	5.099	0.024	0.242	0.071	0.829
是否合并椎体骨坏死	2.503	8.900	0.003	12.225	2.360	63.320
骨水泥填充模式	2.348	25.555	0.000	10.461	4.133	26.474
术椎前缘高度恢复率	-1.151	5.488	0.019	0.316	0.121	0.829



图 1 患者, 男, 74 岁, L₁ 椎体骨质疏松性压缩骨折, 行 PVP 术 1a, 1b. 术前 X 线片及 MRI 显示 L₁ 椎体骨质疏松性压缩骨折 1c. 术后 2 d X 线片示 L₁ 椎体高度基本恢复 1d. 术后 16 个月 X 线片示 L₁ 椎体塌陷, 术椎前缘高度明显下降

Fig.1 A 74-year-old male patient with OVCF of L₁, and surgical approach was PVP 1a, 1b. Preoperative X-ray and MRI showed OVCF of L₁ 1c. X-ray at 2 days after operation showed anterior vertebral height was restored 1d. X-ray at 16 months after operation showed the collapse of cemented vertebral body and the decrease of anterior vertebral height



图 2 患者,女,83 岁,L₅ 椎体骨质疏松性压缩骨折,行 PKP 术 2a,2b. 术前 X 线片及 MRI 显示 L₅ 椎体骨质疏松性压缩骨折 2c. 术后 2 d X 线片示 L₅ 椎体高度基本恢复,骨水泥团块状分布 2d. 术后 3 个月 X 线片示 L₅ 椎体塌陷,术椎前缘高度下降,骨水泥周围骨吸收明显

Fig.2 A 83-year-old female patient with OVCF of L₅, and surgical approach was PKP 2a,2b. Preoperative X-ray and MRI showed OVCF of L₅ 2c. X-ray at 2 days after operation showed anterior vertebral height was restored and vertebral body was filled with cystic cement 2d. X-ray at 3 months after operation showed the collapse of cemented vertebral body and the decrease of anterior vertebral height, and the resorption of peri-cement bone

发性骨质疏松患者的 2 倍。

3.2 创伤后椎体骨坏死

创伤后椎体迟发性的骨坏死由德国医生 Kümmell 在 1895 年第 1 次描述,尽管创伤后椎体骨坏死的病理、生理机制仍不完全清楚,但是很多理论已经用来解释这种现象。其中椎体血供理论的影响较大,根据解剖学特点,椎体前 1/3 只接受单一终末支供血,无侧支循环,而椎体后 2/3 则存在侧支循环供血,这种动脉血供的分布特点使得椎体前 1/3 处成为椎体血液供应的分水岭,此处的椎体骨折可引起椎体内小动脉的破裂,导致骨小梁发生缺血性坏死。同时在椎体内部强化术中穿刺针头误入椎体静脉内、骨水泥过稀或灌注压力过高等因素,均有可能造成骨水泥弥散进入血管,进而栓塞椎体内部部分血管,发生椎体缺血性坏死;而骨水泥注入椎体后凝固过程中骨水泥的聚合反应放热亦可灼伤邻近组织,进而导致椎体骨坏死。当 OVCF 椎体存在骨坏死时,坏死骨的边缘往往存在骨质的硬化,尤其是合并椎体内裂隙样变时,骨水泥的大部分注入椎体裂隙中,而椎体中剩余部分未得到骨水泥的有效填充,这种椎体内骨水泥的团块状的、非均匀性的分布特点,决定了术椎的受力不均,伴随着骨坏死的进一步发展,术椎刚度降低,进而导致术椎塌陷。Chen 等^[8]通过对 1 800 例接受椎体内部强化术治疗的 OVCF 患者的回顾性分析,发现术椎塌陷患者中 90% 患者的术前 MRI 显示椎体内骨坏死的存在,椎体骨坏死的存在是术椎塌陷的重要影响因素,对于椎体骨坏死严重的 OVCF 患者谨慎行椎体内部强化术。因而对于术

前存在椎体内坏死的 OVCF 患者,可以选择在骨坏死晚期行椎体内部强化术,进而降低术椎塌陷的风险。笔者的研究显示合并椎体骨坏死时,椎体内部强化术后术椎塌陷的发生率高达 42.86%。

3.3 术椎骨水泥填充模式

当椎体发生骨折后,内部骨小梁的网状结构被破坏,造成椎体的强度和刚度均明显下降。椎体内部强化术时,骨水泥注入到塌陷的骨小梁间隙内,沿椎体骨折线和裂缝填充分布,骨水泥在椎体内的良好弥散模式,是骨水泥黏合、替代破坏的骨小梁,对脊柱起支撑作用的关键。PVP 时骨水泥主要以穿刺点为中心沿骨小梁之间的腔隙向四周填充、弥散,其弥散方式为以均匀渗透为特点的弥散性分布。PKP 时椎体内松质骨由于球囊的扩张、挤压使球囊周围的骨质移位、填实,形成边缘的骨质硬化带,当骨水泥注入椎体后,球囊扩张区周围的其他缝隙不能得到骨水泥的有效填充,其弥散方式为以非均匀弥散、高密度填充为主的团块状分布。骨水泥的弥散性分布,使整个椎体应力相对均匀分布,减少了椎体内骨水泥的应力集中。而骨水泥的团块状分布,造成了骨水泥团块与上下终板间存在的部分无骨水泥填充区域,该区域缺乏骨水泥沿骨小梁分布空间的弥散,不能获得充足骨水泥的有效支撑,出现应力遮挡效应,这样该区域松质骨在长期应力作用下很容易发生塌陷。同时骨水泥的团块状分布,骨水泥、松质骨之间的硬度、强度上的阶梯落差,改变了椎体内的力学传导,容易导致骨水泥周围松质骨的微骨折,引起骨水泥周围的骨质压缩、吸收,骨水泥-骨界面的微动,导

致术椎的进行性塌陷^[9]。Chen 等^[8]的研究显示,骨水泥的团块状填充是术椎再次骨折的危险因素,而均匀的骨水泥分布、流动性的渗透则是避免伤椎再次骨折的潜在方法。笔者的研究显示 PKP 组患者中术椎塌陷的发生率高达 26.76%,明显高于 PVP 组,可能与 PKP 组骨水泥填充模式多为团块状有关。

3.4 术椎前缘高度恢复

椎体内部强化术的一个明显优点就是恢复椎体前缘高度,改善脊柱后凸畸形。OVCF 主要为椎体中前部分的压缩,这样在行椎体内部强化术时,骨水泥集中于椎体的中前部分才能更好的恢复术椎前缘高度,目前的研究已经证实骨水泥填充于椎体中前部分时能够较好的恢复术椎前缘高度,但却较少的矫正脊柱后凸畸形,导致应力传导会向椎体中前部转移,使得骨水泥分布不均而未被填充的部分椎体骨质应力增加,从而增加了术椎塌陷的风险^[10]。McKiernan 等^[11]在研究椎体内部强化术治疗椎体内裂隙样变患者的疗效时发现,术椎前缘高度的恢复并没有有效缓解患者的腰背部疼痛,术椎前缘高度的恢复与腰背部疼痛缓解之间无明显的相关性,但是较明显的术椎前缘高度恢复却增加了术椎塌陷的风险。因此对于 OVCF 椎体压缩较为严重的患者,特别是合并椎体内裂隙样变的患者,不应当过分的追求术椎前缘高度的恢复,而应当注重骨折裂隙的密封,骨水泥的弥散样填充,恢复椎体的长期稳定性。

笔者的研究显示椎体内部强化术伴随着较高的术椎塌陷发生率,其发生率与多种因素相关,其中手术方式、骨质疏松程度 T 评分、是否合并椎体骨坏死、术椎骨水泥填充模式、术椎前缘高度恢复率是影响术椎塌陷的独立危险因素。因此术前应严格筛选患者,术中注重骨折裂隙的密封,而不应当去追求术椎整体的填充以及术椎高度的更大恢复。注重骨水泥的对称性均匀分布、流动性渗透,术后积极抗骨质疏松治疗,从而降低术后术椎塌陷的发生率。

参考文献

[1] Guan H, Yang H, Mei X, et al. Early or delayed operation, which is more optimal for kyphoplasty? A retrospective study on cement

leakage during kyphoplasty[J]. Injury, 2012, 43(10): 1698-1703.

- [2] 陈惠国,张喆,梁海萍,等. 椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体骨折中期疗效及并发症的临床观察[J]. 中国骨伤, 2010, 23(10): 743-745.
- Chen HG, Zhang Z, Liang HP, et al. Clinical observation of effects and complications of the mid-stage in treating osteoporotic vertebral compression fracture with percutaneous kyphoplasty[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2010, 23(10): 743-745. Chinese with abstract in English.
- [3] Rho YJ, Choe WJ, Chun YI. Risk factors predicting the new symptomatic vertebral compression fractures after percutaneous vertebroplasty or kyphoplasty[J]. Eur Spine J, 2012, 21(5): 905-911.
- [4] Sun G, Tang H, Li M, et al. Analysis of risk factors of subsequent fractures after vertebroplasty[J]. Eur Spine J, 2014, 23(6): 1339-1345.
- [5] Lee DG, Park CK, Park CJ, et al. Analysis of risk factors causing new symptomatic vertebral compression fractures after percutaneous vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral compression fractures: a 4-year follow-up[J]. J Spinal Disord Tech, 2015, 28(10): E578-583.
- [6] Levy H, Seydalkan S, Rice JD, et al. Comparative efficacy of vertebroplasty, kyphoplasty, and medical therapy for vertebral fractures on survival and prevention of recurrent fractures[J]. Endocr Pract, 2012, 18(4): 499-507.
- [7] Syed MI, Patel NA, Jan S, et al. Symptomatic refractures after vertebroplasty in patients with steroid-induced osteoporosis[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2006, 27(9): 1938-1943.
- [8] Chen LH, Hsieh MK, Liao JC, et al. Repeated percutaneous vertebroplasty for refracture of cemented vertebrae[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2011, 131(7): 927-933.
- [9] Yang SC, Chen WJ, Yu SW, et al. Revision strategies for complications and failure of vertebroplasties[J]. Eur Spine J, 2008, 17(7): 982-988.
- [10] 范顺武, 万双林, 马彦. 骨质疏松性骨折椎体成形术后再骨折与新发椎体骨折的相关问题[J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(1): 86-91.
- Fan SW, Wan SL, Ma Y. Related factors of the refractures and subsequent fractures after vertebroplasty[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2014, 34(1): 86-91. Chinese.
- [11] McKiernan F, Faciszewski T, Jensen R. Does vertebral height restoration achieved at vertebroplasty matter? [J]. J Vasc Interv Radiol, 2005, 16(7): 973-979.

(收稿日期: 2015-09-27 本文编辑: 连智华)