

临床论著

经皮椎体强化术后骨水泥椎间盘渗漏与邻近椎体骨折的相关性分析

蔡金辉¹, 刘庆余², 阮耀钦¹, 曾玉蓉², 刘志锋¹, 郭栋华¹, 伍志华¹

(1 广州市增城区人民医院影像科 511300; 2 中山大学孙逸仙纪念医院放射科 510120 广州市)

【摘要】目的:探讨经皮椎体强化(percutaneous vertebral augmentation, PVA)术后骨水泥椎间盘渗漏与邻近椎体骨折(adjacent vertebral fracture, AVF)的相关性,分析骨水泥椎间盘渗漏的位置及渗漏量对 AVF 的影响。**方法:**对 151 例经 PVA 治疗的骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)患者进行随访研究,随访 1~3 年,获取患者年龄、性别、手术椎体部位、手术方式及骨水泥注入量等临床资料,记录 PVA 术中是否存在骨水泥椎间盘渗漏、渗漏位置,计算骨水泥-椎间盘相对面积比,分析上述各因素与 AVF 的相关性,应用 ROC 曲线检验骨水泥注入量及骨水泥-椎间盘相对面积比对 AVF 的预测效能,采用二分类 Logistics 回归模型分析 AVF 的相关危险因素。**结果:**151 例患者手术椎体共 192 节,55 节在 PVA 时发生了骨水泥渗漏(55/192, 28.6%),其中 23 节发生 AVF;137 节无骨水泥椎间盘渗漏,其中 32 节发生 AVF,骨水泥渗漏与无骨水泥渗漏 AVF 的发生率有统计学差异(41.8% vs 20.4%, $P=0.002$)。AVF 组骨水泥-椎间盘相对面积比为(24.4±11.0)%,无 AVF 组的骨水泥-椎间盘相对面积比为(13.7%±9.3%),两组比较差异有统计学意义($P<0.001$)。骨水泥-椎间盘相对面积比的 ROC 曲线下面积为 0.807,骨水泥-椎间盘相对面积取值为 16.1%时,其预测 AVF 的敏感性为 87.0%,特异性为 72.2%。AVF 组的年龄为 75.8±7.8 岁,高于无 AVF 组的 73.0±8.3 岁($P=0.036$)。110 节椎体骨水泥注入量<5ml,其中 22 节发生 AVF,骨水泥注入量≥5ml 的 82 节椎体有 29 节发生 AVF,两组 AVF 发生率比较有统计学差异(20.0% vs 35.4%, $P=0.017$)。骨水泥注入量的 ROC 曲线下面积为 0.537,取骨水泥注入量 5.25ml 作为阈值时,其预测 AVF 的敏感性为 58.3%,特异性为 63.9%。二分类 Logistics 回归模型多因素分析结果显示,年龄及骨水泥-椎间盘相对面积比是 AVF 的独立危险因素($P<0.05$)。**结论:**骨水泥椎间盘渗漏是 AVF 的重要危险因素之一,且与渗漏至椎间盘的骨水泥量呈正相关,骨水泥-椎间盘相对面积比对 AVF 具有较好的预测效能,可作为 PVA 术后评价 AVF 风险的参考指标。

【关键词】骨质疏松性椎体压缩骨折;经皮椎体成形术;经皮椎体后凸成形术;骨水泥椎间盘渗漏;邻近椎体骨折

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2018.08.07

中图分类号:R682.3, R619 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2018)-08-0713-07

The correlation analysis of intradiscal cement leakage and adjacent vertebral fracture after percutaneous vertebral augmentation/CAI Jinhui, LIU Qingyu, RUAN Yaoqin, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2018, 28(8): 713-719

【Abstract】 Objectives: To assess the correlation between intradiscal cement leakage and adjacent vertebral fracture(AVF) after percutaneous vertebral augmentation(PVA), and further to determine the effects of cement leakage location and volume into adjacent discs on AVF. **Methods:** A total of 151 patients with osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF), who were treated with PVA and followed up for 1 to 3 years, were rolled in this study. The followings were collected: gender, age, location of treated vertebral body, bone cement volume and surgical options. Whether or not intradiscal cement leakage, leakage location (anterior, middle, or posterior of the adjacent disc), and relative area ratio of leaked cement-adjacent disc were

基金项目:广东省科技计划项目(2014A020212426);广州市科技计划项目(1563000399);广州市增城区人民医院青年医学人才培养基金(2013-QN-005)

第一作者简介:男(1986-),医师,在职硕士研究生,研究方向:骨关节影像诊断

电话:(020)82713152 E-mail:caijinhui123456@163.com

通讯作者:刘庆余 E-mail:liu.qingyu@163.com

evaluated on the post-operative X-ray of thoracic and lumbar spine. The correlations of the above factors and AVF were assessed. The risk factors of AVF were analyzed by using binary logistic regression model.

Results: There were 192 vertebrae augmented in 151 cases, and intradiscal cement leakage were found in 55 vertebrae. The incidence of AVF was 41.8% in intradiscal cement leakage group and 20.4% in none intradiscal cement leakage group ($P=0.002$). The relative area ratio of leaked cement-adjacent disc was $(24.4\pm 11)\%$ in AVF group and $(13.7\pm 9.3)\%$ in none AVF group ($P<0.001$). The area under the ROC curve of leaked cement-adjacent disc relative area ratio for occurrence of AVF was 0.807, with a cut-off value of 16.1%, and the sensitivity was 87.0% and the specificity was 72.2%. The age of AVF group was 75.8 ± 7.8 years, larger than none AVF group 73.0 ± 8.3 years ($P=0.036$). The incidence of AVF in bone cement volume $< 5\text{ml}$ and $\geq 5\text{ml}$ was 20.0% and 35.4% respectively, and the difference was statistically significant ($P=0.017$). The area under the ROC curve of bone cement volume for occurrence of AVF was 0.537 with a cut-off value of 5.25ml, and the sensitivity was 58.3% and the specificity was 63.9%. There was no statistically significant association of AVF and gender, location of treated vertebral body, surgical approach, location of cement leakage ($P>0.05$). The results of binary logistic regression analysis showed that age and relative area ratio of leaked cement-adjacent disc were independent risk factors of AVF ($P<0.05$). **Conclusions:** Intradiscal cement leakage is an important risk factor of AVF, which correlates positively with the cement leakage volume into adjacent disc. Reducing or avoiding the cement leakage into adjacent disc during PVA can reduce the risk of AVF. The relative area ratio of leaked cement-adjacent disc can predict AVF effectively, and can be an useful tool for evaluating the risk of AVF after PVA.

[Key words] Osteoporotic vertebral compression fractures; Percutaneous vertebroplasty; Percutaneous kyphoplasty; Intradiscal cement leakage; Adjacent vertebral fracture

[Author's address] Department of Imaging, Zengcheng District People's Hospital of Guangzhou, 511300, China

经皮椎体强化术 (percutaneous vertebral augmentation, PVA) 包括经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 和经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP), 是有效治疗骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF) 的微创方法, 因其创伤小、缓解疼痛效果确切, 同时能强化椎体、矫正脊柱后凸畸形等特点, 目前已被广泛用于临床。邻近椎体骨折 (adjacent vertebral fracture, AVF) 是 PVA 术后的常见并发症, 对于 PVA 骨水泥椎间盘渗漏是否增加术后 AVF 的风险, 目前尚存在较大争议。部分学者认为骨水泥椎间盘渗漏是 AVF 的重要危险因素^[1-3], 也有研究显示骨水泥椎间盘渗漏并不增加 AVF 的风险^[4,5]。但目前大部分研究并未对骨水泥椎间盘渗漏的位置及渗漏量进行评估, 这可能是导致存在上述两种不同结论的重要原因。本研究拟探讨骨水泥椎间盘渗漏与 AVF 的相关性, 并进一步分析骨水泥椎间盘渗漏的位置及渗漏量对 AVF 的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2012 年 8 月~2017 年 1 月于我院行 PVA 治疗的 OVCF 患者 151 例, 男 34 例, 女 117 例; 年龄 51~91 (74.6 ± 8.0) 岁; 其中胸椎 (T4~T10) 30 节, 胸腰段 (T11~L2) 131 节, 腰椎 (L3~L5) 31 节。OVCF 诊断参照中华医学会骨科学分会骨质疏松学组制定的骨质疏松性骨折诊疗指南^[6]。入选标准: (1) 确诊为胸椎或者腰椎 OVCF, 并接受 PVA 治疗; (2) 术后常规行胸腰椎 X 线片检查; (3) 术后随访 1~3 年。排除标准: (1) 继发性骨质疏松者; (2) 伴有精神疾病或有恶性肿瘤病史者; (3) 合并脊柱感染性疾病或代谢性骨病者。随访方法: 对 PVA 术后患者进行电话随访, 若患者在随访过程中出现新发腰背痛或原疼痛加剧, 则要求患者进行胸腰椎 MRI 检查, 明确是否存在 AVF; 在随访过程中发生 AVF 者为 AVF 组, 随访结束时无 AVF 为对照组。

1.2 影像学检查方法

采用 GE 1.5T 超导型磁共振扫描仪 (Signa HDi, 美国) 及 8 通道脊柱相控阵线圈行胸腰椎 MRI 常规矢状面 T2W 及 STIR、T1W 及横断面 HDi, 美国) 及 8 通道脊柱相控阵线圈行胸腰椎 MRI 常规矢状面 T2W 及 STIR、T1W 及横断面

T2W 成像, 扫描参数: 矢状面 T2WI, TR/TE 2500ms/90ms; STIR, TR/TE 550ms/65ms; T1WI, TR/TE 450ms/8.2ms; 横断面 T2WI, TR/TE 2500ms/90ms; 层厚/层间距 4mm/0.4mm, FOV 300mm, 矩阵 256×256。采用西门子 DR(Aristos MX-RD, 德国)行胸腰椎正侧位 X 线片检查。所有患者均于术后 3d 内复查胸腰椎正侧位 X 线片。

1.3 手术方法

患者俯卧位, 在 C 型臂 X 线透视设备监控及利多卡因局麻下经椎弓根入路施行 PVP 或 PKP, 并记录骨水泥注入量。PVP 操作技术遵循中华医学会放射学分会介入学组制定的标准方法^[7], 手术器械为山东冠龙医疗用品有限公司生产的椎体成形成套手术器械 201 型或 202 型。PKP 的基本操作方法同 PVP, 在穿刺成功后运用球囊使病变椎体恢复一定高度并于椎体内形成一腔隙, 再注入骨水泥。PVP 及 PKP 增强材料均为德国 Heraeus Medical GmbH 公司生产的 Osteopal V 脊柱骨水泥(主要成分: 聚甲基丙烯酸甲酯)。

1.4 影像学评价与测量

由 2 名从事影像诊断的主治医师对患者术后胸腰椎正侧位 X 线片进行分析, 评价是否存在骨水泥椎间盘渗漏及渗漏位置, 并测量骨水泥-椎间盘相对面积比; 由另外 2 名从事 MRI 诊断的主治医师对患者术后随访的 MRI 进行分析, 明确患者是否存在 AVF。

1.4.1 骨水泥椎间盘渗漏 PVA 术后胸腰椎正侧位 X 线片显示邻近椎间隙内出现超过终板皮质致密线的高密度影时, 认为存在骨水泥渗漏入

邻近椎间盘(图 1a)。

1.4.2 椎间盘骨水泥渗漏位置 在 PVA 术后胸腰椎侧位 X 线片上, 将椎间盘按前后方向平均分为前部、中部、后部三等分, 判断邻近椎间盘骨水泥渗漏的位置, 若渗漏的骨水泥大于 1 个等分, 则按骨水泥主体来划分其位置(图 1b)。

1.4.3 骨水泥-椎间盘相对面积比 在 PVA 术后胸腰椎侧位 X 线片上, 手动勾画、测量渗漏至椎间盘的骨水泥的投影面积和邻近椎间盘的投影面积, 当椎体终板在脊柱 X 线侧位片未完全重合即存在“双影征”时, 根据以往研究^[8,9], 取手术椎体上缘的致密线与上位椎体下缘的淡影线(或手术椎体下缘的致密线与下位椎体上缘的淡影线)作为邻近椎间盘上、下边界(图 1c)。骨水泥-椎间盘相对面积比=渗漏入椎间盘的骨水泥投影面积/椎间盘投影面积, 取 2 名医生测得的平均值。

1.4.4 AVF PVA 术后出现的新发椎体骨折, 符合 OVCF 诊疗指南^[6]的诊断标准, 并经 MRI 确认责任椎体位于 PVA 椎体邻近节段。

1.5 统计方法

运用 SPSS 20 软件包对计数资料进行 χ^2 检验; 计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 组间差异比较采用非参数检验(Mann-Whitney U), 采用二分类 Logistic 回归模型分析 AVF 的独立危险因素; 骨水泥注入量及骨水泥-椎间盘相对面积比预测 AVF 的效能则运用 ROC 曲线进行检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

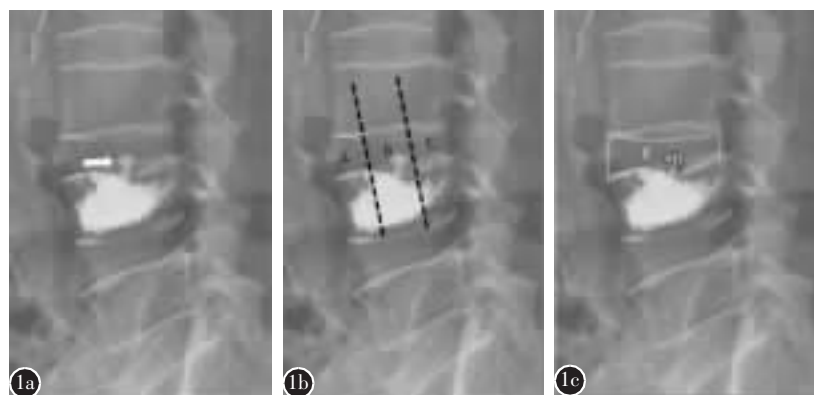


图 1 患者女, 65 岁, L4 骨质疏松性椎体压缩性骨折行 PVP 治疗 **a** 术后腰椎侧位 X 线片示骨水泥渗漏入上位椎间盘 **b** 将椎间隙分为前部(A)、中部(B)、后部(C)三等分, 划分骨水泥椎间盘渗漏位置 **c** 骨水泥-椎间盘相对面积比=渗漏入椎间盘的骨水泥投影面积(D)/椎间盘投影面积(E)

Figure 1 female, 65 years old, L4 osteoporotic vertebral compressive fracture and treated with PVP **a** The

post-operative lumbar spine X-ray showed bone cement leakage into the superior intervertebral disc(arrow) **b** The adjacent disc was divided into trisection—anterior (A), middle (B), and posterior(C), and determine the location of bone cement leaked into adjacent intervertebral disc **c** Leaked cement-adjacent disc relative area ratio=Projected area of bone cement leaked into adjacent intervertebral disc(D)/Projected area of adjacent intervertebral disc(E)

151例患者手术椎体共 192 节,55 节手术椎体在 PVA 时发生了骨水泥椎间盘渗漏,其中 2 节椎体在手术过程中出现骨水泥向上、下邻近椎间盘渗漏。39 例共 51 节发生 AVF(图 2),发生率为 26.6%(51/192),发生 AVF 的平均时间为术后 8.5 个月,其中 29 节(29/51,56.9%)发生于 PVA 术后 6 个月内。

2.1 骨水泥椎间盘渗漏与 AVF

39 例有 AVF 与 112 例无 AVF 患者骨水泥椎间盘渗漏情况见表 1。55 节发生了骨水泥渗漏的手术椎体与 137 节无骨水泥渗漏的手术椎体在随访过程中 AVF 的发生率有统计学差异(41.8% vs 20.4%, $P=0.002$)。59 个存在骨水泥渗漏的邻近椎间盘中,骨水泥渗漏位于前部、中部、后部 AVF 的比例无统计学意义(52.4%、28.1%、50%, $P=0.176$)。有 AVF 组骨水泥-椎间盘相对面积比与无 AVF 组比较差异有统计学意义($P<0.001$)。骨水泥-椎间盘相对面积比的 ROC 曲线下面积为 0.807,取阈值为 16.1%时,其预测 AVF 的敏感性为 87.0%,特异性为 72.2%(图 3a)。

2.2 临床相关因素与 AVF

AVF 组患者与无 AVF 组患者的性别比、年龄、手术方式、骨水泥注入量和手术椎体部位见表 2。AVF 组患者年龄大于无 AVF 组患者 ($P=$

0.036)。行 PVP 治疗的椎体 AVF 发生率与行 PKP 治疗的椎体比较无统计学差异(24.4% vs 30.1%, $P=0.380$)。骨水泥注入量 $<5\text{ml}$ 的患者 AVF 的发生率与骨水泥注入量 $\geq 5\text{ml}$ 的患者比较有统计学差异(20.0% vs 35.4%, $P=0.017$)。骨水泥注入量

表 1 192 个强化术椎体骨水泥椎间盘渗漏与邻近椎体骨折情况 (个)

Table 1 The correlation between intradiscal cement leakage and adjacent vertebral fractures in 192 augmented vertebrae

	邻近椎体骨折 Adjacent vertebral fracture		P值 P-value
	有 Yes	无 No	
骨水泥椎间盘渗漏 Intradiscal cement leakage			
有 Yes	23	32	0.002
无 No	28	109	
渗漏位置 Leakage location			
椎间盘前部 Anterior of the adjacent disc	11	10	0.176
椎间盘中部 Middle of the adjacent disc	9	23	
椎间盘后部 Posterior of the adjacent disc	3	3	
骨水泥-椎间盘相对面积比(%) Leakaged cement-adjacent disc relative area ratio	24.4±11	13.7±9.3	<0.001



图 2 患者女,80 岁,T12 骨质疏松性椎体压缩性骨折行 PKP 治疗 a 术前 MRI STIR 序列示 T12 椎体新鲜压缩性骨折 b 术后腰椎侧位 X 线片示骨水泥同时渗漏至上位椎间盘及下位椎间盘 c、d 术后 8 个月复查 MRI,STIR 及 T2WI 序列示 PVP 术椎下位椎体(L1)发生急性压缩性骨折

Figure 2 A female, 80 years old, T12 osteoporotic vertebral compressive fracture and treated with PKP a The pre-operative MRI STIR sequence showed the acute osteoporotic vertebral compression fracture of T12 b The postoperative lumbar spine X-ray showed bone cement leakage into the superior intervertebral disc and inferior intervertebral disc concurrently c, d The post-operative MRI showed the acute compression fracture of the inferior vertebrae (L1) 8 months after the procedure

的 ROC 曲线下面积为 0.537, 取 5.25ml 作为阈值为时, 其预测 AVF 的敏感性为 58.3%, 特异性为 63.9% (图 3b)。性别、手术椎体部位对 AVF 的影响无统计学意义。二分类 Logistics 回归模型多因素分析结果显示, 年龄及骨水泥-椎间盘相对面积比是 AVF 的独立危险因素 (表 3, $P < 0.05$)。

3 讨论

临床实践证明, PVA 是治疗 OVCF 的有效方法, 目前已广泛应用于临床, 但术后常发生 AVF, 文献报道其发生率为 6.5%~51%^[1-4, 10], 严重影响患者 PVA 术后的生活质量, 越来越受到临床医生的重视。

既往研究认为, 骨水泥椎间盘渗漏是 AVF 的重要危险因素之一^[1-3, 11]。Lin 等^[11]回顾性分析了 38 例行 PVP 治疗的患者资料, 18 例发生了椎间隙骨水泥渗漏, 56% 在随访时间内发生 AVF, 而 20 例无骨水泥椎间盘渗漏的患者中, AVF 的发生率仅为 20%, 这表明骨水泥渗漏至椎间隙明显增加了 AVF 的风险。Rho 等^[2]对 147 例行 PVP/ PKP 治疗的 OVCF 患者进行分析, 发现 AVF 组骨水泥椎间盘渗漏率为 55.6%, 明显高于对照组 (25%), 骨水泥椎间盘渗漏率与 AVF 的发生呈正相关性。本研究结果显示, 骨水泥椎间盘渗漏组 AVF 的发生率为 41.8%, 明显高于无骨水泥椎间盘渗漏组 (20.4%), 表明骨水泥椎间盘渗漏是 PVA 术后继

发 AVF 的危险因素, 与文献^[1-3, 11]报道结果一致。正常椎间盘有较强的应力缓冲作用, 在承受压迫应力时, 各个部位受力接近于均衡。而骨水泥渗漏至椎间盘时, 会对椎间盘造成化学损伤及热损伤, 破坏椎间盘生理结构, 加速椎间盘退变, 导致其对

表 2 邻近椎体有骨折和无骨折患者临床相关因素比较

Table 2 The effect of clinic-related factors on adjacent vertebral fracture

	邻近椎体骨折 Adjacent vertebral fracture		P 值 P-value
	有 Yes	无 No	
性别 Gender			
男 Male	8	26	0.298
女 Female	40	77	
年龄 (岁) Age	75.8±7.8	73.0±8.3	0.036
手术方式 Surgical procedure			
PVP	29	90	0.380
PKP	22	51	
骨水泥注入量 Bone cement volume			
<5ml	22	88	0.017
≥5ml	29	53	
手术椎体部位 Location of treated vertebral body			
T4~T11	15	27	0.170
T12~L2	31	88	
L3~L5	5	26	

注: PVP, 经皮椎体成形术; PKP, 经皮椎体后凸成形术

Note: PVP, percutaneous vertebroplasty; PKP, percutaneous kyphoplasty

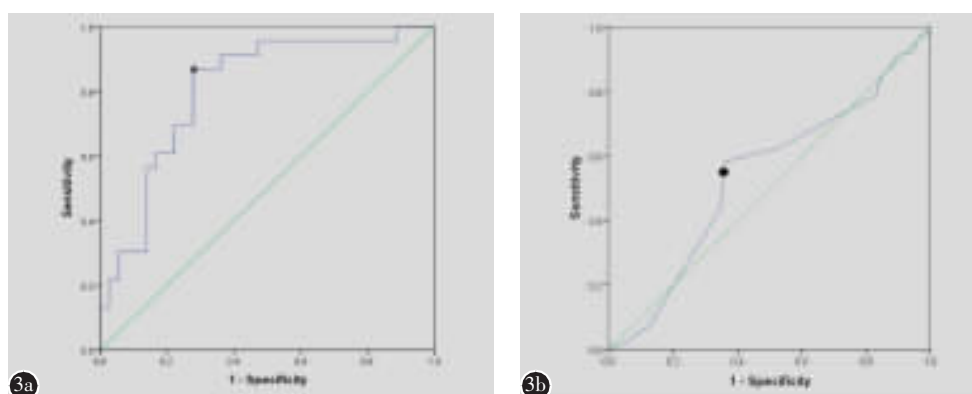


图 3 a 骨水泥-椎间盘相对面积比 ROC 曲线, 曲线下面积为 0.807, 骨水泥-椎间盘相对面积比阈值为 16.1% 时, 其预测 AVF 的敏感性为 87.0%, 特异性为 72.2% b 骨水泥注入量的 ROC 曲线, 曲线下面积为 0.537, 取骨水泥注入量 5.25ml 作为阈值为时, 其预测 AVF 的敏感性为 58.3%, 特异性为 63.9%

Figure 3 a The ROC curve of leaked cement-adjacent disc relative area ratio. The area under the ROC curve for occurrence of AVF was 0.807 with a cut-off value of 16.1%, and the sensitivity was 87.0% and the specificity was 72.2% b The area under the ROC curve of bone cement volume. The area under the ROC curve for occurrence of AVF was 0.537 with a cut-off value of 5.25ml, and the sensitivity was 58.3% and the specificity was 63.9%

表 3 邻近椎体骨折危险因素的 Logistics 回归分析

Table 3 Binary logistic regression analysis of risk factors of adjacent vertebral fracture

危险因素 Risk factors	回归系数(B) Regression coefficient	相对危险度 (OR) Odds ratio	95% CI Confidence interval	P值 P-value
性别 Gender	-0.705	0.494	0.169~1.447	0.198
年龄 Age	0.054	1.055	1.002~1.111	0.041
手术椎体部位 Location of treated vertebral body				
T12-L2	0.988	2.685	0.984~7.323	0.069
L3-L5	-0.032	0.968	0.298~3.151	0.957
手术方式 Surgical procedure	-0.027	0.973	0.450~2.103	0.945
骨水泥注入量 Bone cement volume	0.261	1.298	0.954~1.765	0.097
骨水泥椎间盘渗漏 Intradiscal cement leakage	0.601	1.824	0.522~6.367	0.346
骨水泥-椎间盘相对面积比 Leakaged cement-adjacent disc relative area ratio	10.9	55812.5	143.0~21787058.8	<0.001

不良应力的缓冲作用下降,且应力分布不均匀;同时退变的椎间盘组织与骨水泥强化的伤椎共同构成一个高刚度节段,增加了邻近椎体终板的应力,引起邻近椎体终板损伤并诱发 AVF^[12]。此外,渗漏至椎间盘内的骨水泥通过“支柱作用”对邻近椎体产生集中应力效应,进一步增加了邻近椎体发生骨折的风险^[10]。

在评价骨水泥椎间盘渗漏对 AVF 的影响方面,目前大部分文献^[1-3,11]仅对是否存在骨水泥椎间盘渗漏与 AVF 的相关性进行分析,并未进一步分析渗漏入椎间盘的骨水泥量及渗漏位置对 AVF 的影响,而这些信息对判断骨水泥渗漏是否增加 AVF 方面具有重要作用。Nieuwenhuijse 等^[1]对 115 例行 PVP 治疗的 OVCF 患者进行 1 年随访研究,结果显示,骨水泥椎间盘渗漏使 PVP 术后 1 年内发生 AVF 的风险增加 5.47 倍,且与渗漏骨水泥的体积呈正相关,当渗漏入椎间盘的骨水泥体积 $\geq 1\text{ml}$ 时,发生 AVF 的风险高达 96%。本研究通过术后胸腰椎侧位 X 线片获取骨水泥-椎间盘相对面积比间接反映骨水泥渗漏量,结果显示,AVF 组骨水泥-椎间盘相对面积比明显高于对照组,表明骨水泥渗漏量越大,PVA 术后发生 AVF 的风险越高,与 Nieuwenhuijse 等^[1]研究结果相似。本研究多因素 Logistics 回归分析结果显示,骨水泥-椎间盘相对面积比是 AVF 的独立危险因素。运用 ROC 曲线评价骨水泥-椎间盘相对面积比预测 AVF 的价值,ROC 曲线下面积为 0.807,表明骨水泥-椎间盘相对面积比对 AVF

具有良好的预测效能;骨水泥-椎间盘相对面积比取阈值为 16.1%时,其预测 AVF 的敏感性为 87.0%,特异性为 72.2%。渗漏入邻近椎间盘的骨水泥量越多,对椎间盘的生理结构及功能破坏越大,同时对邻近椎体所造成的应力负荷也更大,因此更容易诱发 AVF。骨水泥-椎间盘相对面积比是基于 PVA 术后复查的胸腰椎侧位 X 线片获取的、能间接反映骨水泥椎间盘渗漏量的参数,具有操作简便、辐射剂量低及经济成本低等特点,当存在骨水泥椎间盘渗漏时,骨水泥-椎间盘相对面积比是进一步评价 AVF 风险的良好手段。本研究结果显示,骨水泥椎间盘渗漏的位置主要位于椎间盘前部及中部,但与 AVF 无明显相关性。

此外,本研究结果显示 PVA 骨水泥注入量与 AVF 相关,骨水泥注入量 $<5\text{ml}$ 组 AVF 的发生率为 20.0%,低于骨水泥注入量 $\geq 5\text{ml}$ 组(35.8%),与 Jin 等^[13]的研究结果一致。本课题组前期研究^[14]及 Chen 等^[15]的研究显示,骨水泥注入量过大会导致骨水泥椎间盘渗漏率增加,进而加大 AVF 的风险。体外实验研究^[16]显示,在椎体成形术中,骨折椎体刚度随骨水泥注入量的增加而增加,骨折椎体注入 10%骨水泥即可有效恢复椎体生物力学稳定性,在胸腰段注入 2~4ml 骨水泥即可恢复骨折椎体原有的刚度。注入大剂量的骨水泥会明显增大手术椎体的刚度,使邻近椎间盘、椎体所受到的应力明显升高,进而增大 AVF 的风险。骨水泥注入量 ROC 曲线对 AVF 的预测效能欠佳(曲线下面积 0.537),这可能是由于 AVF 不仅与骨水泥

注入量相关,也与骨水泥在椎体内弥散形态、分布状态等相关^[17-19]。本研究多因素 Logistics 回归分析显示,年龄是 AVF 的独立危险因素,AVF 与年龄呈正相关。这可能是由于脊柱骨量丢失随年龄增大而增加^[20,21],由此造成的骨脆性增加是导致 AVF 的重要原因之一。

总之,骨水泥椎间盘渗漏是 PVA 常见并发症,是导致 AVF 的重要危险因素之一,且与渗漏至椎间盘的骨水泥量呈正相关,而与骨水泥椎间盘渗漏位置无明显关联,在 PVA 过程中应尽量避免或减少骨水泥渗漏,有助于降低 AVF 的风险。渗漏骨水泥-椎间盘面积相对比是预测 AVF 的良好指标,但其数据获取基于胸腰椎侧位 X 线片,只能间接反映骨水泥渗漏量;运用客观、精确的方法测量骨水泥渗漏量可能会更准确判断骨水泥渗漏量与 AVF 的关系。

4 参考文献

1. Nieuwenhuijse MJ, Putter H, van Erkel AR, et al. New vertebral fractures after percutaneous vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral compression fractures: a clustered analysis and the relevance of intradiscal cement leakage[J]. Radiology, 2013, 266(3): 862-870.
2. 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.
3. Yang S, Liu Y, Yang H, et al. Risk factors and correlation of secondary adjacent vertebral compression fracture in percutaneous kyphoplasty[J]. Int J Surg, 2016, 36(Pt A): 138-142.
4. Lee KA, Hong SJ, Lee S, et al. Analysis of adjacent fracture after percutaneous vertebroplasty: does intradiscal cement leakage really increase the risk of adjacent vertebral fracture[J]. Skeletal Radiol, 2011, 40(12): 1537-1542.
5. Lee WS, Sung KH, Jeong HT, et al. Risk factors of developing new symptomatic vertebral compression fractures after percutaneous vertebroplasty in osteoporotic patients[J]. Eur Spine J, 2006, 15(12): 1777-1783.
6. 中华医学会骨科学分会骨质疏松学组. 骨质疏松性骨折诊疗指南[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(1): 1-10.
7. 中华医学会放射学分会介入学组. 经皮椎体成形术操作技术专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2014, 48(1): 6-9.
8. 孟庆兰, 姜成瑛. 椎体高度及椎间盘间隙的 X 线测量法[J]. 青岛医学院学报, 1999, 35(3): 188-189.
9. 韩雪, 赵金勇, 刘军莲, 等. X 线平片腰骶椎间隙高度测量及对腰椎间盘突出病变诊断价值的研究[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2011, 9(5): 422-424.
10. Jesse MK, Petersen B, Glueck D, et al. Effect of the location of endplate cement extravasation on adjacent level fracture in osteoporotic patients undergoing vertebroplasty and kyphoplasty[J]. Pain Physician, 2015, 18(5): E805-814.
11. Lin EP, Ekholm S, Hiwatashi A, et al. Vertebroplasty: cement leakage into the disc increases the risk of new fracture of adjacent vertebral body[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2004, 25(2): 175-180.
12. 费琦, 李秋军, 李东, 等. 椎体后凸成形术后骨水泥椎间盘渗漏对邻近节段力学影响的有限元分析[J]. 中华医学杂志, 2011, 91(1): 51-55.
13. Jin YJ, Yoon SH, Park KW, et al. The volumetric analysis of cement in vertebroplasty: relationship with clinical outcome and complications[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2011, 36(12): E761-772.
14. 蔡金辉, 刘庆余, 曾玉蓉, 等. MRI 预测经皮椎体强化术骨水泥椎间盘渗漏的价值[J]. 中国医学影像技术, 2017, 33(7): 1061-1065.
15. 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.
16. 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.
17. 林达生, 郝健明, 李林, 等. 骨水泥体积分数对单侧经皮椎体后凸成形术后相邻椎体骨折的影响[J]. 中华创伤骨科杂志, 2014, 16(9): 765-769.
18. He X, Li H, Meng Y, et al. Percutaneous kyphoplasty evaluated by cement volume and distribution: an analysis of clinical data[J]. Pain Physician, 2016, 19(7): 495-506.
19. 付兆宗, 陈忠美, 秦英, 等. 骨水泥分布指数对椎体成形术后症状性邻近节段骨折的影响[J]. 南方医科大学学报, 2017, 37(7): 947-951.
20. 黄定贵, 黄国秀, 闭应洲, 等. 南宁地区 20899 名壮族、汉族正常人群峰值骨量和年龄相关骨丢失的临床意义[J]. 中国骨质疏松杂志, 2017, 23(11): 1507-1511.
21. 李慧林, 朱汉民, 程群, 等. 绝经妇女绝经后年限及年龄与骨量丢失率关系[J]. 中国骨质疏松杂志, 2007, 13(7): 502-504.

(收稿日期:2018-05-10 末次修回日期:2018-07-20)

(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)