

✧ 骨骼肌肉影像学

Value of MRI in predicting intradiscal cement leakage during percutaneous vertebral augmentation

CAI Jinhui¹, LIU Qingyu^{2*}, ZENG Yurong², LIU Zhifeng¹,RUAN Yaoqin¹, GUO Donghua¹, WANG Zhen³

(1. Department of Radiology, 3. Department of Spinal Surgery, Zengcheng District People's Hospital of

Guangzhou, Guangzhou 511300, China; 2. Department of Radiology, Sun Yat-sen

Memorial Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510120, China)

[Abstract] **Objective** To assess the value of preoperative MRI in predicting the incidence of cement leakage into adjacent discs during percutaneous vertebral augmentation (PVA) for osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF). **Methods** Clinical and radiological characteristics of 127 patients who were treated with PVA for OVCF were analyzed retrospectively. The following clinical data of these patients were analyzed, including gender, age, location of treated vertebral body and surgical approach. The image features of endplate injury, fracture line extended to the endplate, adjacent intervertebral disc injury and intravertebral cleft were evaluated on the preoperative MRI. The incidence of cement leakage into the adjacent disc were compared for the above factors with statistical methods. **Results** Totally 127 patients were enrolled in our study, including 179 treated vertebral bodies, 358 endplates and 341 adjacent intervertebral discs. The incidence of intradiscal cement leakage was 57.73% (56/97) in endplate injury sign, 60.98% (25/41) in fracture line extended to endplate sign, 35.91% (51/142) in adjacent discs injury sign and 55.56% (20/36) in intravertebral cleft sign. The differences were statistically significant on preoperative MRI in patients with the above signs compared to those who had not ($P < 0.05$). The incidence of intradiscal cement leakage in percutaneous kyphoplasty (PKP) and percutaneous vertebroplasty (PVP) were 26.67% (16/60) and 42.86% (51/119), respectively, which was significant different ($P = 0.035$). For bone cement volume ≤ 5 ml vertebral bodies, the incidence of intradiscal cement leakage was 31.19% (34/109), lower than bone cement volume > 5 ml vertebral bodies (47.14% [33/70], $P = 0.031$). There was no statistically significant association between intradiscal cement leakage and age, gender and location of treated vertebral body ($P > 0.05$). **Conclusion** Preoperative MRI can predict the leakage of bone cement into adjacent discs effectively during PVA. The PKP and the lower volume of bone cement injection can reduce the risk of intradiscal cement leakage.

[Key words] Osteoporosis; Spinal fracture; Percutaneous vertebroplasty; Magnetic resonance imaging

DOI:10.13929/j.1003-3289.201701135

MRI 预测经皮椎体强化术骨水泥椎间盘渗漏的价值

蔡金辉¹, 刘庆余^{2*}, 曾玉蓉², 刘志锋¹, 阮耀钦¹, 郭栋华¹, 王 振³

(1. 广州市增城区人民医院影像科, 3. 脊柱外科 广东 广州 511300; 2. 中山大学

孙逸仙纪念医院放射科, 广东 广州 510120)

[摘要] **目的** 探讨术前 MRI 预测经皮椎体强化术(PVA)中骨水泥椎间盘渗漏的临床价值。 **方法** 回顾性分析经

[基金项目] 广东省科技计划项目(2014A020212426)、广州市科技计划项目(201510010087)、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] 蔡金辉(1986—),男,广东阳山人,本科,医师。研究方向:骨关节影像诊断。E-mail: caijinhui123456@163.com

[通信作者] 刘庆余,中山大学孙逸仙纪念医院放射科,510120。E-mail: liu.qingyu@163.com

[收稿日期] 2017-01-25 **[修回日期]** 2017-05-11

PVA 治疗的 127 例骨质疏松性椎体压缩性骨折(OVCF)患者的临床及影像资料,比较患者年龄、性别、手术椎体部位、手术方式及术前 MRI 是否存在骨折椎体终板损伤、达终板骨折线、邻近椎间盘损伤及椎体裂隙时骨水泥椎间盘渗漏率的差异。结果 127 例 OVCF 患者中,手术椎体 179 个,涉及 358 个终板及 341 个椎间盘。有终板损伤、达终板骨折线、邻近椎间盘损伤及椎体裂隙征象的骨水泥邻近椎间盘渗漏率分别为 57.73%(56/97)、60.98%(25/41)、35.91%(51/142)、55.56%(20/36),均高于无上述征象椎体(P 均 <0.05)。经皮椎体后凸成形术(PKP)及经皮椎体成形术(PVP)患者椎体骨水泥椎间盘渗漏率分别为 26.67%(16/60)、42.86%(51/119),两者差异具有统计学意义($P=0.035$)。骨水泥注入量 ≤ 5 ml 椎体骨水泥椎间盘渗漏率为 31.19%(34/109),低于骨水泥注入量 >5 ml 椎体[47.14%(33/70), $P=0.031$]。性别、年龄、手术椎体部位对邻近椎间盘骨水泥渗漏的影响无统计学意义($P>0.05$)。结论 术前 MRI 能有效预测 PVA 术中骨水泥向邻近椎间盘渗漏,选择 PKP 及控制骨水泥注入量等方式可以降低骨水泥椎间盘渗漏的风险。

[关键词] 骨质疏松;脊柱骨折;经皮椎体成形术;磁共振成像

[中图分类号] R683.2; R445.2 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2017)07-1061-05

骨质疏松性椎体压缩性骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)是老年人常见病及多发病,经皮椎体强化(percutaneous vertebral augmentation, PVA)术因创伤小、疗效显著,已成为目前治疗 OVCF 的主要手段。PVA 术后常发生邻近椎体骨折(adjacent vertebral fracture, AVF),其与骨水泥椎间盘渗漏密切相关^[1-2],若术前能准确判断骨水泥椎间盘渗漏的风险,则对降低 AVF 具有重要意义。本研究旨在探讨术前 MRI 预测 PVA 骨水泥椎间盘渗漏的可行性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2014 年 3 月—2016 年 11 月在我院接受 PVA 治疗的 OVCF 患者 127 例,男 26 例、女 101 例;年龄 52~91 岁,平均(73.5 $\pm$ 8.3)岁。接受手术的椎体 179 个,其中 T4~T10 34 个,T11~L2 114 个,L3~L5 31 个;2 个相邻椎体同时手术 10 例,3 个相邻椎体同时手术 2 例,4 个相邻椎体同时手术 1 例;共涉及终板 358 个及椎间盘 341 个。

1.2 仪器与方法 患者均于术前 1 周内行胸腰椎正侧位及 MR 检查,并于术后复查胸腰椎正侧位片。采用 Siemens Aristos MX-R DR 进行胸腰椎正侧位检查。采用 GE Signa HDi 1.5T 超导型 MR 扫描仪进行胸腰椎扫描。扫描参数:矢状位 T1WI,TR 450 ms,TE 8.2 ms;矢状位 T2WI,TR 2 500 ms,TE 90 ms;矢状位短时间反转恢复序列(short time inversion recovery, STIR),TR 550 ms,TE 65 ms;轴位 T2WI,TR 2 500 ms,TE 90 ms;层厚 4 mm,层间距 0.4 mm,FOV 300 mm,矩阵 256 $\times$ 256。手术器械为椎体成形成套手术器械 201、202 型(山东冠龙医疗用品有限公司),增强材料为 Osteopal V 脊柱骨水泥(Heraeus Medical GmbH)。

1.3 手术方法 患者取俯卧位,在 C 形臂 X 线透视监

控及局麻下施行经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP; $n=119$)或经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP; $n=60$),同时记录骨水泥注入量。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^[3],PKP 的基本操作方法同 PVP,穿刺成功后运用球囊扩张病变椎体,再注入骨水泥。

1.4 图像分析 由 2 名从事 MRI 诊断的主治医师对患者术前胸腰椎正侧位片及 MRI 进行回顾性分析,评价是否存在终板损伤、达终板骨折线、椎间盘损伤及椎体裂隙;由另外 2 名主治医师分析患者术后胸腰椎正侧位片,评价骨水泥椎间盘渗漏的情况。终板损伤:矢状位 T1WI 及 T2WI 显示椎体终板连续性中断、矢状位 STIR 显示终板区存在高信号或出现椎间盘组织疝入终板^[4]。达终板骨折线:责任椎体内与终板相连续的线状或带状异常信号,T1WI 及 T2WI 上呈低信号,STIR 上可为低信号或高信号。椎间盘损伤:矢状位 T2WI 及 STIR 上责任椎体邻近椎间盘存在明显高的条、片状信号^[4]。椎体裂隙:术前胸腰椎平片示线形或半月形的透亮影,MR T2WI 及 STIR 上呈边缘清楚的脑脊液样高信号、低信号或高低混杂信号^[5]。骨水泥椎间盘渗漏:术后胸腰椎正侧位片显示 PVA 椎体邻近椎间隙内出现超过终板皮质致密线的骨水泥样高密度影。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 20 统计分析软件。数据比较采用 χ^2 检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

127 例 179 个接受 PVA 的椎体中,63 例 67 个椎体(67/179,37.43%)发生骨水泥漏入邻近椎间盘,其中 6 个椎体同时出现骨水泥向上、下邻近椎间盘渗漏,共 73 个椎间盘(73/341,21.41%)出现骨水泥渗漏。

2.1 MRI 征象与骨水泥椎间盘渗漏的关系 骨折椎

体终板损伤、达终板骨折线、邻近椎间盘损伤及椎体裂隙的发生率分别为 27.09% (97/358)、22.91% (41/179)、41.64% (142/341)、20.11% (36/179);存在上述征象时骨水泥椎间盘渗漏率均高于无上述征象患者[椎体终板损伤:57.73% (56/97) vs 6.51% (17/261), $\chi^2 = 114.3$, $P < 0.001$;达终板骨折线:60.98% (25/41) vs 30.43% (42/138), $\chi^2 = 12.6$, $P = 0.001$;邻近椎间盘损伤 35.91% (51/142) vs 11.06% (22/199), $\chi^2 = 30.4$, $P < 0.001$;椎体裂隙:55.56% (20/36) vs 32.87% (47/143), $\chi^2 = 6.3$, $P = 0.02$],见表 1,图 1~3。上终板损伤患者骨水泥椎间盘渗漏率为 70.15% (47/67),高于下终板损伤患者[30% (9/30); $\chi^2 = 13.7$, $P < 0.001$]。

表 1 术前 MRI 征象对 PVA 骨水泥椎间盘渗漏的影响(个)

MRI 征象	骨水泥椎间盘渗漏	
	有	无
终板损伤		
是	56	41
否	17	244
达终板骨折线		
是	25	16
否	42	96
椎间盘损伤		
是	51	91
否	22	177
椎体裂隙		
是	20	16
否	47	96

2.2 临床相关因素与骨水泥椎间盘渗漏的关系 119 个椎体接受 PVP 治疗,51 个(51/119,42.86%)发生骨水泥椎间盘渗漏,60 个椎体接受 PKP 治疗,16 个发生骨水泥椎间盘渗漏(16/60,26.67%),差异有统计学意义($\chi^2 = 4.5$, $P = 0.035$);骨水泥注入量 ≤ 5 ml 椎体的骨水泥椎间盘渗漏率低于骨水泥注入量 > 5 ml 的椎体[31.19% (34/109) vs 47.14% (33/70); $\chi^2 = 4.6$, $P = 0.031$]。性别、年龄及手术椎体部位对邻近椎间盘骨水泥渗漏的影响差异无统计学意义(P 均 > 0.05),见表 2。

3 讨论

PVA 作为治疗 OVCF 的主要手段,因其创伤小、风险低且疗效显著,目前已广泛应用于临床^[6-7]。骨水泥渗漏是 PVA 最常见的并发症,发生率达 77.7%^[8],按解剖部位可分为椎体周围渗漏、椎管内渗

表 2 临床相关因素对 PVA 骨水泥椎间盘渗漏的影响(个)

因素	骨水泥椎间盘渗漏	
	有	无
性别(例)		
男	15	11
女	48	53
年龄(例)		
≤ 70 岁	22	26
71~80 岁	28	23
> 80 岁	13	15
手术方式(个)		
PVP	51	68
PKP	16	44
骨水泥注入量(个)		
≤ 5 ml	34	75
> 5 ml	33	37
手术椎体部位(个)		
T4~T10	10	24
T11~L2	46	68
L3~L5	11	20

漏、椎间孔内渗漏、椎间盘内渗漏、椎旁软组织内渗漏及混合型渗漏^[9]。椎间盘内渗漏一般不会引起临床症状,易被临床医师忽视。然而,目前 PVA 常用的骨水泥存在化学毒性及聚合产热效应,破坏椎间盘生理结构,加速椎间盘退变^[10];此外,渗漏入椎间盘的骨水泥会引起椎间盘应力增大及分布不均,诱发邻近椎体终板损伤,增加 AVF 发生的风险^[1,11]。Nieuwenhuijse 等^[2]研究显示,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。尽管骨水泥渗入椎间盘不影响 PVA 近期疗效,但对其中、远期疗效是否有影响还不明确且潜在危害大,需引起足够的重视。本研究结果显示,术前 MRI 能有效预测 PVA 骨水泥椎间盘渗漏。

终板是位于椎体上、下缘的皮质外层结构,完整的终板在 MRI 各序列上均呈连续的线状低信号带。当出现终板皮质连续性中断、T2WI 或 STIR 序列终板区高信号或邻近椎间盘组织疝入终板时,提示存在终板损伤^[4]。终板损伤在 OVCF 中并不少见,在 PVA 注射骨水泥的过程中,骨水泥容易通过损伤的终板渗入邻近椎间盘。Hiwatashi 等^[5]研究显示,终板损伤是 PVP 术后骨水泥椎间盘渗漏的危险因素,存在终板损伤时骨水泥椎间盘渗漏发生率达 65%。本研究发现,终板损伤椎体骨水泥椎间盘渗漏的发生率为 57.73%,其渗漏风险是终板完整椎体的 8.9 倍,且上终板损伤椎体骨水泥椎间盘渗漏率明显高于下终板损

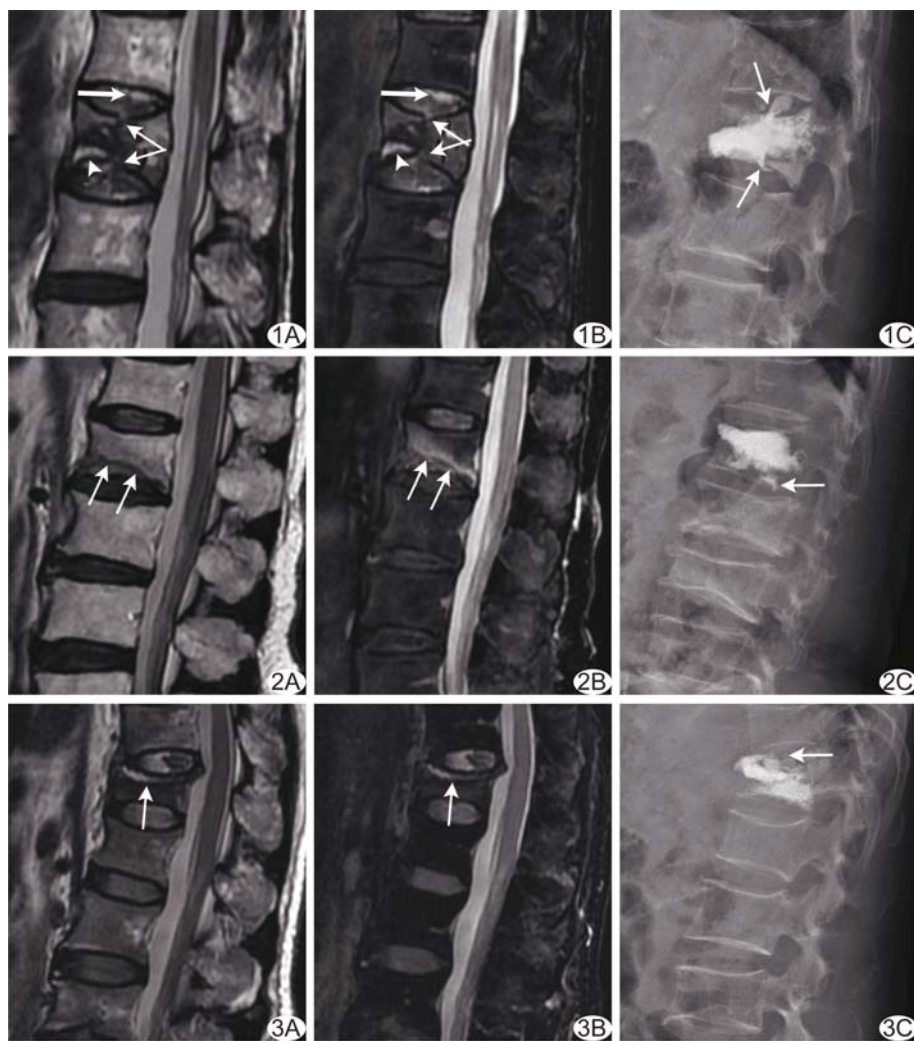


图 1 患者男, 84 岁, L1 骨质疏松性椎体压缩性骨折行 PVP 治疗 A、B. 术前 MR T2WI 及 STIR 示 L1 椎体上、下终板损伤(细箭)、椎体裂隙(箭头)及上位椎间盘损伤(粗箭); C. 术后腰椎侧位片, 骨水泥向上、下位椎间盘渗漏(箭) **图 2** 患者男, 81 岁, L1 骨质疏松性椎体压缩性骨折行 PVP 治疗 A、B. 术前 MR T2WI 及 STIR 序列示 L1 椎体下份存在达终板骨折线(箭); C. 术后腰椎侧位椎间盘(箭) **图 3** 患者女, 61 岁, T12 骨质疏松性椎体压缩性骨折行 PVP 治疗 A、B. 术前 MR T2WI 及 STIR 示 T12 椎体上份存在椎体裂隙(箭); C. 术后腰椎侧位片示骨水泥渗漏入上位椎间盘(箭)

伤椎体, 表明终板损伤是骨水泥椎间盘渗漏的高危因素, 上终板损伤时发生渗漏的风险更高, 与姚海燕等^[12]研究结果一致。在轴向负荷的作用下, OVCF 患者骨折椎体上终板损伤的发生率明显高于下终板, 上终板损伤率高达 68%^[4], 因此 PVA 过程中骨水泥更易通过上终板渗漏入邻近椎间盘。此外, 本研究结果显示达终板骨折线椎体骨水泥椎间盘渗漏较无达终板骨折线椎体高, 可能原因是骨水泥沿达终板骨折线方向弥散, 并通过损伤的终板渗入椎间盘。本研究认为, 终板损伤及达终板骨折线在骨水泥渗漏入椎间盘的过程起到“渗漏通道”的作用, 故可将其作为骨水泥椎间

盘渗漏的预测指征。

在 OVCF 患者的骨折椎体邻近椎间盘可见条片状 T2WI 高信号, 其病理基础为椎间盘撕裂或水肿, 提示存在椎间盘损伤。Ortiz 等^[4]研究显示, OVCF 责任椎体邻近椎间盘损伤的发生率为 79%, 且大部分伴有终板损伤, 其评价椎间盘损伤的标准包括椎间盘水肿及形态的改变, 然而胸腰椎退行性变过程中椎间盘会出现高度下降、向椎体或椎管突出等形态改变, 很难与椎间盘损伤引起的形态改变区分, 因此本研究仅采用椎间盘 T2WI 高信号征作为评价椎间盘损伤的指标。本研究显示, 邻近椎间盘损伤的发生率为 41.64%, 其中 35.91% 发生骨水泥椎间盘渗漏, 高于无椎间盘损伤(11.06%), 提示椎间盘损伤是骨水泥椎间盘渗漏的危险因素, 与 Hiwatashi 等^[5]的研究结果相似。邻近椎间盘损伤常与终板损伤同时存在, 当 OVCF 责任椎体邻近椎间盘损伤时, 提示终板存在损伤, 在 PVA 过程中应注意骨水泥椎间盘渗漏的风险。

椎体裂隙是 Maldague 等^[13]于 1978 年首先报道, 主要发生于 OVCF 的患者中。孙钢等^[14]研究显示, 椎体裂隙的病理基础是椎体缺血性坏死、塌陷, 椎体内形

成低压裂隙, 气体或液体渗出填充其中而形成。椎体裂隙主要位于椎体前部中央区或终板下区, 在 X 线平片上呈线状或半月形的透亮影, MR T1WI 呈低信号, T2WI 上则由于裂隙内成分的不同(气体、液体或气液共存)而表现为低信号、液体样高信号或高低混杂信号^[15]。Ding 等^[8]对 292 例接受 PVP 治疗的 OVCF 患者骨水泥渗漏情况进行分析, 结果显示骨水泥椎间盘渗漏率为 20.3%, 椎体裂隙是骨水泥椎间盘渗漏的独立危险因素。Hiwatashi 等^[5]则认为椎体裂隙是骨水泥椎间盘渗漏的保护因素, 在椎体裂隙内注射骨水泥时遇到的阻力低, 骨水泥不易渗漏。本研究显示, 椎

体裂隙发生率为 20.11%，其椎间盘骨水泥渗漏率(55.56%)明显高于无裂隙椎体(32.87%)，与 Ding 等^[8]的研究结果一致。这主要是由于椎体裂隙多伴终板骨折，并通过骨折的终板与椎间盘相通^[16]，骨水泥易经终板骨折缺损区渗漏至邻近椎间盘。

手术方式及骨水泥注入量也是影响 PVA 术中骨水泥向邻近椎间盘渗漏的重要因素。本研究显示 PKP 术中骨水泥椎间盘渗漏率低于 PVP，由于球囊扩张使椎体内形成空腔并于周围形成致密“骨壁”，降低了骨水泥注入压力，同时致密“骨壁”阻挡骨水泥向周围扩散，从而降低了骨水泥椎间盘渗漏的风险，与 Wang 等^[17]的研究结果一致。此外，骨水泥注入量较小时(≤ 5 ml)时可降低 PVA 术骨水泥椎间盘渗漏率。

总之，MRI 不仅能很好地显示骨髓水肿及确定责任椎体，同时还能很好地显示终板损伤、达终板骨折线、椎间盘损伤及椎体裂隙，这些征象在预测 PVA 骨水泥椎间盘渗漏方面具有重要作用。

[参考文献]

- [1] Rho YJ, Choe WJ, Chun YI. Risk factors predicting the new symptomatic vertebral compression fractures after percutaneous vertebroplasty or kyphoplasty. *Eur Spine J*, 2012, 21 (5): 905-911.
- [2] 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. *Radiology*, 2013, 266 (3): 862-870.
- [3] 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. *中华放射学杂志*, 2014, 48(1): 6-9.
- [4] Ortiz AO, Bordia R. Injury to the vertebral endplate-disk complex associated with osteoporotic vertebral compression fractures. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2011, 32(1): 115-120.
- [5] Hiwatashi A, Ohgiya Y, Kakimoto N, et al. Cement leakage during vertebroplasty can be predicted on preoperative MRI. *AJR Am J Roentgenol*, 2007, 188(4): 1089-1093.
- [6] 李雪松, 袁浩雄, 张丽梅, 等. 经皮椎体成形术和经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折. *中国介入影像与治疗学*, 2009, 6(1): 10-13.
- [7] 陈建宇, 刘庆余, 郑召民, 等. 经皮椎体成形术治疗骨质疏松性压缩性骨折. *中国医学影像技术*, 2004, (5): 745-747.
- [8] Ding J, Zhang Q, Zhu J, et al. Risk factors for predicting cement leakage following percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures. *Eur Spine J*, 2016, 25(11): 3411-3417.
- [9] 倪文飞, 池永龙, 林焱, 等. 经皮椎体强化术并发骨水泥渗漏的类型及其临床意义. *中华外科杂志*, 2006, 44(4): 231-234.
- [10] Shen M, Niu J, Zhou H, et al. Adjacent disc height reduction and clinical outcome after intradiscal cement leakage. *Int J Spine Surg*, 2016, 10: 34.
- [11] Seo DH, Oh SH, Yoon KW, et al. Risk factors of new adjacent compression fracture after percutaneous vertebroplasty: Effectiveness of bisphosphonate in osteoporotic or osteopenic elderly patients. *Korean J Neurotrauma*, 2014, 10(2): 86-91.
- [12] 姚海燕, 李青, 赵成毅, 等. PVP 术中椎间盘骨水泥渗漏的危险因素及对策. *中国骨科临床与基础研究杂志*, 2016, 8(3): 133-140.
- [13] Maldague BE, Noel HM, Malghem JJ. The intravertebral vacuum cleft: A sign of ischemic vertebral collapse. *Radiology*, 1978, 129(1): 23-29.
- [14] 孙钢, 金鹏, 李敏, 等. 压缩性骨折椎体真空征的病理与影像表现对照研究. *中华放射学杂志*, 2010, 44(2): 165-168.
- [15] Yu CW, Hsu CY, Shih TT, et al. Vertebral osteonecrosis: MR imaging findings and related changes on adjacent levels. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2007, 28(1): 42-47.
- [16] Nieuwenhuijse MJ, Van Erkel AR, Dijkstra PD. Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: Identification of risk factors. *Spine J*, 2011, 11(9): 839-848.
- [17] Wang H, Sribastav SS, Ye F, et al. Comparison of percutaneous vertebroplasty and balloon kyphoplasty for the treatment of single level vertebral compression fractures: A meta-analysis of the literature. *Pain Physician*, 2015, 18(3): 209-222.

消 息

《中国医学影像技术》作者投稿请登录本刊网站(www. cjmit. com)主页, 点击左上角“作者登录”进入, 第一次投稿需完成作者注册; 专家审稿请点击“审稿登录”进入。

为了便于广大作者、读者查阅本刊文献, 本站提供从 1985 年起的过刊和现刊上午全文检索。