

[16] 杨瑞,刘修恒.肾移植中缺血再灌注损伤的机制及治疗进展[J].职业与健康,2017,33(24):3448-3452.

[17] 胡红林,习小庆,唐伟伟,等. microRNA-21 和 microRNA-664 减轻肾缺血再灌注损伤的研究[J].中国现代医学杂志,2017,27(2):19-25.

[18] WANG J F,ZHA Y F,LI H W, et al. Screening plasma miRNAs as biomarkers for renal ischemia-reperfusion injury in rats[J]. Med Sci Monit,2014,20(10):283-289.

[19] 马艳春,翟秀宇,李红芹.影响肾移植术后移植肾失功的因素[J].中国老年学,2016,36(18):4568-4569.

[20] SCIAN M J,MALUF D G,DAVID K G, et al. microRNA profiles in allograft tissues and paired urines associate with chronic allograft dysfunction with IF/TA[J]. Am J Transpl,2011,11(10):2110-2122.

[21] MALUF D G,DUMUR C I,SUH J L, et al. The urine microRNA profile may help monitor post-transplant renal graft function[J]. Kid Int,2014,85(2):439-449.

[22] 邵芳,谢红浪.促红细胞生成素产生细胞与肾脏纤维化

[J].肾脏病与透析肾移植杂志,2017,26(5):471-475.

[23] 李霜青,应俊,许旭春. miRNA-219 与 TGFBR2 的调控关系在肾脏纤维化中的作用[J].中国病理生理杂志,2019,35(4):703-709.

[24] ZHANG J, YAO T, WANG Y, et al. Long noncoding RNA MEG3 is downregulated in cervical cancer and affects cell proliferation and apoptosis by regulating miRNA-21[J]. Cancer Biol Ther,2016,17(1):104-113.

[25] SCHAUERTE C, HÜBNER A, RONG S, et al. Antagonism of profibrotic microRNA-21 improves? outcome of murine chronic renal allograft dysfunction [J]. Kidney Int,2017,92(3):646-656.

[26] LOPEZ-ANTON M, LAMBIE M, LOPEZ-CABRERA M, et al. miRNA-21 promotes fibrogenesis in peritoneal dialysis [J]. Am J Pathol,2017,187(7):1537-1550.

(收稿日期:2019-12-30 修回日期:2020-04-02)

• 综述 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2020.15.045

## 经皮椎体成形术后并发骨水泥肺动脉栓塞的研究进展

杨 涵 综述,赵 年 审校

湖北医药学院附属东风医院介入诊疗室,湖北十堰 442000

关键词:经皮椎体成形术; 肺动脉栓塞; 脊柱骨折

中图法分类号:R687.3

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2020)15-2251-04

经皮椎体成形术(PVP)用于治疗骨质疏松引起的椎体压缩性骨折(OVCF),具有手术操作过程简便,术中只需使用局部麻醉,患者的创伤小,缓解疼痛效果快且明显,短期可出院等优点,同时可以增强椎体强度<sup>[1]</sup>,现已被广泛应用于临床。PVP 的治疗见效快,但常伴相关的手术并发症,最常见的并发症是骨水泥渗漏,其中未完全凝固的骨水泥经椎体静脉进入循环系统可导致骨水泥肺动脉栓塞(PCE)<sup>[2]</sup>,以往报道认为 PCE 为 PVP 术后少见并发症,现在越来越多的学者认为 PCE 比较常见<sup>[3]</sup>。据统计,PCE 发生率为 3.5%~26.0%<sup>[4]</sup>,大部分患者临床症状不明显,但也有因为患者发生严重心肺功能并发症导致死亡的案例<sup>[5]</sup>。OVCF 患者以年老者居多,心肺功能障碍可能性大,PVP 术后发生 PCE 可能压垮其心肺功能,因此,PCE 是 OVCF 患者 PVP 术后一种严重的、潜在致命风险的并发症<sup>[5]</sup>,其防治值得关注。早期诊断和治疗 PCE,对避免患者发生严重不良后果具有重要意义。本文旨在提高对 PVP 治疗 OVCF 术后可能发生骨水泥 PCE 的认识,并根据最近的文献,对 PCE 的诊断、治疗和预防提出建议。

### 1 骨水泥 PCE 发生的原因

PCE 发生的解剖基础:椎内、硬膜外和椎旁 3 套无瓣膜的静脉网组成椎体静脉系统,手术过程中骨水泥从椎体溢出后进入椎体静脉→上下腔静脉的交通

支→右心房+右心室,最后移行至肺引起 PCE,其属于骨水泥血管源性渗漏,为 Yeom 分型 S 型(椎间静脉渗漏型)。因此,骨水泥渗漏入椎体静脉系统往往容易并发 PCE<sup>[6]</sup>。

除了椎体内血管沟的存在及分布走行特点与骨水泥血管性渗漏有关<sup>[7]</sup>,医生的专业水平、对手术适应证的掌握、术前对患者的身体状况和责任椎体部位、骨折性质、骨折程度了解及影像设备的清晰度等均与骨水泥血管源性渗漏有关<sup>[6]</sup>。有研究者通过体外实验发现,骨水泥灌注时增高了椎体内压力,灌注压如果比椎体内静脉压高时,骨水泥就有可能通过椎体静脉途径渗漏。穿刺椎体时针尖位置应位于椎体前中 1/3 交界处,其他位置容易损伤椎体内静脉,骨水泥容易沿椎体内静脉路径渗漏。在骨水泥稀薄期注入椎体内,由于这个阶段骨水泥流动性大,容易发生骨水泥静脉渗漏,导致 PCE 的发生<sup>[8]</sup>。PCE 的发生与注入骨水泥量的增加无关,也与手术治疗的椎体数目、患者性别、年龄等无关,然而,有研究发现,PCE 在治疗椎体总数较多的患者中发生更为频繁<sup>[9]</sup>。

有研究显示,PCE 并非全因骨水泥机械梗阻所致,PVP 术中大量骨水泥单体入血可激活凝血系统,促使肺毛细血管凝血酶产生,导致血液高凝,这些因素也可导致 PCE<sup>[6]</sup>;有时 PCE 临床症状会在手术过程中表现出来,更多的是在术后逐步出现,部分患者

出现迟发型 PCE,有可能是血管内骨水泥栓改变了血流动力,导致血管内继发血栓形成,然后骨水泥表面的栓子脱落,导致迟发型 PCE。就目前而言,PCE 的发病机制需要更加深入的研究。

## 2 骨水泥 PCE 的症状

临床上 PCE 大部分无症状,病情较重者出现呼吸困难、呼吸过速、咳嗽、肺部啰音、胸痛、胸闷、心动过速、心律失常、低血压、发绀、发热、恶心等症状,严重者可能出现呼吸循环衰竭。PCE 部分症状是肺动脉高压导致的,急性肺动脉高压和继发性右心功能衰竭是可逆的,骨水泥大栓子与微栓子栓塞都能导致肺动脉压升高,大栓子主要是对肺循环的机械性梗阻,微栓子栓塞则在机械性梗阻的基础上引起血小板聚集和血管收缩活性物质的释放,降低肺组织的顺应性,从而对 PCE 后的肺动脉高压起到放大作用。对长期随访的 PCE 患者的研究表明,肺动脉中的骨水泥栓稳定,其位置、大小、形态均未发生明显变化,也未引起肺部其他继发性改变<sup>[10]</sup>,然而值得注意的是,有部分患者本身就有心、肺功能障碍,一旦发生 PCE 可能导致严重后果。

## 3 骨水泥 PCE 的诊断

PVP 术后发现患者出现急性肺循环障碍、肺动脉高压及氧合障碍等症状,发生 PCE 的可能性较大<sup>[10]</sup>。根据患者临床病史,结合胸片上有不透 X 线的骨水泥栓子等<sup>[11]</sup>,可做出该并发症的诊断,CT 可进一步确诊,并与肺部的钙化病变区别<sup>[12]</sup>。肺纹理内斑点状、线纹状、血管铸型样或血管造影样、柱条状、枯树枝样密度增高影是 PCE 的影像学表现,骨水泥密度高,CT 值大于 500 Hu,其分布范围、形态与骨水泥的渗漏量有关,PCE 需要与其他原因导致的肺栓塞相鉴别,如血栓栓塞、脂肪栓塞、恶性肿瘤栓塞等,这些原因引起的肺栓塞由于栓子密度较低,常规胸片和 CT 检查中栓子本身并不显影,容易与 PCE 进行鉴别<sup>[13]</sup>。

多数情况下 PCE 患者无明显症状,可能未被诊断。一些学者建议 PVP 术后 24 h 内常规行胸部 X 线检查,必要时行胸部 CT 检查,尤其是术中出现骨水泥血管源性渗漏的患者,早期发现肺动脉中的骨水泥栓子,将有利于及早发现 PCE<sup>[14]</sup>。大部分骨水泥栓子很小,术中透视下未发现骨水泥血管渗漏,并不能排除骨水泥未进入肺循环中。但多数 PCE 患者无临床症状或症状较轻,PVP 术后常规行胸片检查增加患者的辐射量及费用,对患者来说意义不大。因此,建议仅对术后有可疑 PCE 的患者行胸片或 CT 检查。

## 4 骨水泥 PCE 的治疗

目前,对 PCE 没有标准的治疗指南,PCE 的预后与患者自身情况、骨水泥栓塞的位置、大小及是否及时有效治疗等有关。术中、术后及时发现 PCE 很重要,在确诊为 PCE 后,PCE 患者的进一步治疗取决于骨水泥栓塞的部位、栓子的大小及患者症状<sup>[12]</sup>。PCE 患者可分为 4 组:(1)无症状性外周肺栓塞;(2)症状

性外周栓塞;(3)无症状中央栓塞;(4)症状性中央栓塞。中央栓塞被定义为累及主肺动脉干和(或)右或左主肺动脉,其他栓塞均被定义为是外周肺栓塞。

对于无症状性外周栓塞患者,建议先予以观察、随访即可<sup>[15]</sup>。对于有症状的外周肺栓塞或无症状中央栓塞的患者,建议给予抗凝、扩血管等治疗,根据个体情况采取个体化治疗措施,尽管这些措施并没有将已经存在于肺内的骨水泥栓子清除,但通过药物保守治疗可改善肺部血液循环,预防血栓形成,消除骨水泥刺激机体所引起的系统性神经-体液反应。有研究者对 2 例有症状的 PCE 患者采用抗凝治疗后,症状明显缓解,术后 1 年随访时患者无明显临床症状,而对于症状性中央栓塞的患者,应考虑手术取栓<sup>[16]</sup>。

综合以往病例报道,急性症状性 PCE 的处理原则为:对于患者术中或术后突然出现呼吸急促、发绀、烦躁、意识模糊、血压下降、心律失常、心脏骤停等心肺栓塞症状,应马上拔出针停止灌注骨水泥,将患者由俯卧位改为仰卧位,面罩给氧,若给氧后动脉血氧分压持续低于 50 mm Hg 或患者进行性呼吸困难,行气管插管正压给氧,将动脉血氧分压维持在 60 mm Hg 以上,心脏骤停患者应及时施行心肺复苏,尽早使用低分子肝素,以防止骨水泥栓子激活凝血效应。保守治疗效果不明显时可经股静脉路径导管介入取栓<sup>[17]</sup>,如果介入取栓失败可考虑开胸手术取栓。

## 5 骨水泥 PCE 的防范

降低血管源性骨水泥渗漏是预防 PCE 的关键环节。(1)严格把握 PVP 手术的适应证及禁忌证,对患者进行详细查体并询问病史,做好术前讨论评估,术前需完善心肺功能检查,尤其老年患者,必要时请相关科室会诊及治疗。完善影像学检查,通过胸部 X 线、CT 和 MRI 等充分掌握病椎情况。与患者及家属做好术前谈话,详细说明此类并发症及危害,尤其注意迟发型 PCE。(2)初开展 PVP 的医生应谨慎,要掌握扎实的解剖学知识,提高穿刺技术,避免反复穿刺,恰当评估手术风险和手术效果,患者安全第一。对于操作技术难度大、风险高的 PVP,应由经验丰富、操作熟练的医生完成。(3)手术过程中透视图像清晰的影像监测设备必不可少。术中全程透视下操作,如穿刺不满意,可及时调整。骨水泥是在侧位透视下注射,术中及时发现被椎体内骨水泥影遮挡的骨水泥渗漏,有条件时可选择双平面 X 线透视实时正侧位监测骨水泥的灌注。密切监测骨水泥是否向椎旁静脉、下腔静脉内渗漏。(4)术中应与患者充分交流,询问患者一般情况,同时,术中生命体征的监测至关重要<sup>[12]</sup>。当多个椎体行 PVP 时更应小心,建议一次手术最多 3 个椎体<sup>[18]</sup>。(5)手术医生最好选用自己熟悉的骨水泥,严格按照制造商的指示配制,配制时应将粉剂与单体充分混合。(6)建议穿刺完成后行椎体静脉造影。椎体静脉造影可以查看椎体内静脉回流,有效预

测骨水泥渗漏到静脉的方向,从而调整骨水泥注入时机、速度。(7)在灌注骨水泥之前将硬化剂或明胶海绵注入椎体内,以关闭静脉通道。(8)掌握好灌注骨水泥的时机、方法和灌注量。有学者研究发现在室温为 19℃时,聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥混合后 9 min 为理想灌注时间点<sup>[19]</sup>。缓慢灌注骨水泥,骨水泥刚开始注射速度不能过快,可先少量灌注,以封闭濒危静脉,透视了解有无骨水泥渗漏及渗漏量的多少,如果没有骨水泥渗漏可继续推注,如果有少量渗漏入椎体内静脉,可先暂停注入,使骨水泥在椎旁血管内凝固,20~30 s 后视具体情况再定,必要时调整骨水泥针的深度及头倾角度再继续注射。应注意骨水泥注射量,PVP 术后疗效与骨水泥的灌注量并非呈正相关,目前,大多学者建议胸椎骨水泥灌注量小于 3 mL,腰椎骨水泥灌注量小于 5 mL<sup>[20]</sup>。但这种标准在具体操作过程中通常难以控制,因为患椎骨水泥充盈容积个体差异大,且术中如果骨水泥发生渗漏势必影响椎体内骨水泥充盈量的判断。有学者通过总结 PVP 术后疼痛缓解的患者,认为最佳骨水泥注射剂量为占椎体体积百分比的 24%左右。(9)一旦发现骨水泥椎旁静脉渗漏应警惕发生 PCE 的可能,术后及时行胸片或 CT 检查<sup>[10]</sup>,如果发生 PCE,应该密切监测患者的各项生命体征,并及时对症处理,从而避免严重并发症的发生。(10)优先选用球囊扩张椎体后凸成形术,使椎体内形成空腔,避免高压注射引起血管源性骨水泥渗漏。(11)寻找新的骨水泥替代品或者改造注射设备可减少 PCE 的发生<sup>[2]</sup>。目前临床上使用较多的是聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥(PMMA),新型带负电荷硫酸钙/ $\beta$ -磷酸三钙复合骨水泥(BCC)使用较少,对 PCE 后血流动力学指标的影响 BCC 小于 PMMA,安全性较高,因此,BCC 具有良好的可替代性<sup>[4]</sup>。有研究显示,低黏度骨水泥容易发生血管源性骨水泥渗漏,其渗漏率是高黏度骨水泥的 3 倍,注射高黏度骨水泥可以防止 PCE<sup>[8]</sup>。新型 Vessel-X 骨材料填充器可降低骨水泥静脉内渗漏,大大降低 PCE 的风险<sup>[21]</sup>。(12)腔静脉滤器可以捕获骨水泥,防止其迁移至肺循环<sup>[22]</sup>。

## 6 结 论

综上所述,骨质疏松性 OVCF 患者绝大多数为老年患者,其心肺功能本来就欠佳,PVP 并发骨水泥 PCE 虽然大部分患者没有明显的临床症状,但少数情况下会导致严重后果,医护人员应高度重视,在现有的知识基础上积极探索 PCE 的发病机制,发现危险因素,提前预防,尽早发现,妥善操作,及时补救。目前有新的治疗骨质疏松的药物不断投入临床使用,部分疗效显著,为骨质疏松患者带来了希望,老年骨质疏松患者 OVCF 有望得到预防,因此,老年患者在体检中应重视骨质疏松的检查,同时,未来通过在骨水泥材料、手术方式及监测技术等方面进行改进,准确的术前诊断、精确的术中操作和优质的术中监测,能

将 PCE 的风险降至最低。

## 参考文献

- [1] PARK J S, KIM J, LEE Y, et al. Intra-cardiac embolism of a large bone cement material after percutaneous vertebroplasty removed through a combination of an endovascular procedure and an inferior vena cava exploration: a case report[J]. J Korean Med Sci, 2018, 33(19): e141.
- [2] RAHIMI B, BOROOFEH B, DINPARASTISALEH R, et al. Cement pulmonary embolism after percutaneous vertebroplasty in a patient with cushing's syndrome: a case report[J]. Resp Med Case Rep, 2018, 25(1): 78-85.
- [3] MANSOUR A, ABDEL-RAZEQ N, ABUALI H, et al. Cement pulmonary embolism as a complication of percutaneous vertebroplasty in cancer patients[J]. Cancer Imaging, 2018, 18(1): 5.
- [4] XIN L, BUNGARTZ M, MAENZ S, et al. Decreased extrusion of calcium phosphate cement versus high viscosity PMMA cement into spongy bone marrow-an ex vivo and in vivo study in sheep vertebrae[J]. Spine J, 2016, 16(12): 1468-1477.
- [5] D'ERRICO S, NIBALLI S, BONUCCELLI D. Fatal cardiac perforation and pulmonary embolism of leaked cement after percutaneous vertebroplasty [J]. J Forensic Leg Med, 2019, 63(1): 48-51.
- [6] 李非, 李盛华, 李红专, 等. 经皮椎体成形术后血管源性骨水泥渗漏的临床研究进展[J]. 实用中西医结合临床, 2017, 17(7): 163-165.
- [7] 张阳, 龚维明, 宋宏亮, 等. 骨水泥渗漏与胸腰段椎体血管解剖关系: 105 例患者资料回顾性分析[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(34): 5426-5432.
- [8] 张亮, 王静成, 冯新民, 等. 高粘度骨水泥椎体成形术与普通粘度椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折的效果比较[J]. 中国老年学杂志, 2017, 37(18): 4601-4603.
- [9] HERSHKOVICH O, LUCANTONI C, KAPOOR S, et al. Bone marrow washout for multilevel vertebroplasty in multiple myeloma spinal involvement. Technical note[J]. Europ Spine J, 2019, 28(6): 1455-1460.
- [10] 唐永超, 梁德, 江晓兵, 等. 经皮椎体成形术后无症状性骨水泥肺栓塞 7 年随访结果及文献回顾[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2015, 25(11): 1042-1044.
- [11] RIBEIRO-NETO M L, ALBUQUERQUE M L, CAV-ALCANTE D B, et al. Pulmonary cement embolism[J]. J Brasil de Pneumol, 2015, 41(4): 395-396.
- [12] BARAKAT A S, OWAIS T, ALHASHASH M, et al. Presentation and management of symptomatic central bone cement embolization[J]. Europ Spine J, 2018, 27(10): 2584-2592.
- [13] BOTIA-GONZALEZ C M, HERNANDEZ-SANCHEZ L, PLASENCIA-MARTINEZ J M. Cement Pulmonary Embolism[J]. Am J Med Sci, 2017, 353(5): 507.
- [14] CIANCIULLI T F, MC LOUGHLIN D E, MORITA L A, et al. Bone cement cardiac and pulmonary(下转第 2263 页)

展,在学术的交流讨论中获得课题创新的灵感。

### 3 科研能力素养方面

科研能力素养主要包括发现、分析、处理问题,科研思维、实验方法开拓创新,科研论文、课题撰写等方面的能力<sup>[2]</sup>。科研工作是在科学实践中发现新问题,针对发现的问题提出新见解,并拟定解决方案的创造性活动<sup>[1]</sup>。研究生创新思维及能力的体现贯穿于发现问题、分析问题、处理问题的全过程中。医学生在科学研究中普遍存在着跟风现象,导致创新性大打折扣,以至于不能发高分文章及优质文章。培养发现问题的能力,能在科学实践中留心看似意外的“小插曲”,这个“小插曲”可能就是新发现。科学史上不乏这样的例子,如“笑气”可用作麻醉剂、青霉素可用作抗菌药物的发现,缺乏发现问题的敏锐性,就不可能有创新性的发现。发现新问题只是创造性活动的第一步,还需要对问题进行分析,出现问题的原因是什么,是一种本质现象还是实验操作出现了问题,通过查阅文献资料、重复实验,做出综合判断,而不是想象、猜测。解决问题是创造性活动的关键环节,在分析得出假设的基础上,通过实验手段明确问题的本质,得出结论。研究生可以通过每周的课题组会提出自己在科研实践中遇到的问题,导师利用自己的专业知识及经验,通过答疑及提问引导研究生进行思考,研究生通过自己查阅文献及重复实验在下一次的课题组会给出答案,在不断的训练中研究生分析问题、解决问题的能力逐步提高。在严格控制实验条件、反复重复的基础上,如果研究生发现自己的实验结果与已有报道不一致,应鼓励研究生要敢于怀疑,并在课题组会中提出,这可能就是创新,但决不能盲目怀疑。首先,必须严格审视自己实验的每一个步骤,包括实验设计是否合理,逻辑是否严谨,是否严格控制干扰因素等。导师在课题组会上提出疑问,并指导组内其他成员进行从头验证,保证数据的正确性及真实性。

(上接第 2253 页)

- embolism [J]. *Echocardiography* (Mount Kisco, NY), 2017, 34(8):1239-1241.
- [15] GOROSPE L, BLANCHARD-RODRIGUEZ M J, CHINEA-RODRIGUEZ A. Cement pulmonary embolism after percutaneous vertebroplasty in multiple myeloma[J]. *Asian cardio-vasc Thorac Ann*, 2016, 24(4):400-401.
- [16] CHANG C H, KENG L T, KO J C. Cementing an unwanted relationship[J]. *Thorax*, 2017, 72(8):766.
- [17] LAMPARELLO N A, JASWANI V, DESOUSA K, et al. Percutaneous retrieval of an embolized kyphoplasty cement fragment from the pulmonary artery: a case report and literature review[J]. *J Radiol Case Reports*, 2016, 10(7):40-47.
- [18] AWWAD A, LE JEUNE I, KUMARAN M, et al. A rock in a hard place: cement pulmonary emboli after percutaneous vertebroplasty[J]. *Int J Cardiol*, 2016, 208:162-163.

研究生面临毕业,最后还需要将所得实验结果进行整理、分析、总结成文,以论文的形式发表。研究生一入学导师即应注重英文听、说、读、写的能力,养成看英文文献的习惯,每周精读 1 篇本领域最新的高分文章,通过阅读、理解将其制作为幻灯片,每周课题组上指定 1 名研究生用全英文进行汇报、讲解,汇报后全组成员进行英文提问及讨论,以提高英语能力,通过 3 年坚持不懈的训练,研究生科研能力素养必能有量变到质变的飞跃。

### 4 结 论

研究生的培养不仅只是让他们获得毕业证书、取得文凭,随着医学知识与技术的更新与发展,研究生科研素养的培养显得尤为重要,这需要导师投入大量的时间与精力,以身作则,入学开始即注重科研基本理论素养、科研能力素养、科研道德素养的培养并贯穿整个研究生阶段。科研素养的培养对研究生以后的科研工作大有裨益,使他们获益一生。

### 参考文献

- [1] 翟惠虹,刘爱琴,夏玲玲,等.医学学术学位研究生科研素质培养状况初探[J]. *医学教育管理*, 2016, 2(增 1):96-98.
- [2] 江芳,张红雨,施维.提升学术型研究生科研素养的探索与实践[J]. *大学教育*, 2018, 3(12):176-178.
- [3] 杜毅.浅谈如何提高医学专业型研究生的科研素养[J]. *眼科学报*, 2017, 32(3):176-178.
- [4] 明道琴.硕士研究生应具备科研素养的几点思考[J/CD]. *新教育时代(电子杂志)*, 2016, 5(4):115.
- [5] 李卓,柳文博,郭蔚莹,等.医学硕士研究生早期多模式接触科研对厚植科研素养的探索[J]. *中国实验诊断学*, 2018, 22(4):760-761.

(收稿日期:2019-12-22 修回日期:2020-03-21)

- [19] 李琰,李朝辉,邓东焕,等.经皮穿刺椎体成形术骨水泥渗漏的研究进展[J]. *实用中西医结合临床*, 2016, 16(5):87-89.
- [20] 殷渠东,孙振中,顾三军.经皮椎体后凸成形术中减少骨水泥渗漏的策略[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2015, 30(9):938-940.
- [21] HE C J, LIU G D. Comparison of the efficacy and safety of bone-filling mesh container and simple percutaneous balloon kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Pain physician*, 2018, 21(3):259-268.
- [22] GUO W, ZHENG Q, LI B, et al. An experimental study to determine the role of inferior vena cava filter in preventing bone cement implantation syndrome[J]. *Iran J Radiol*, 2015, 12(3):e14142.

(收稿日期:2019-12-26 修回日期:2020-03-25)