

骨水泥强化空心侧孔椎弓根螺钉内固定术后 骨水泥心肺栓塞 1 例报道

Cardiopulmonary cement embolism after bone cement-augmented fenestrated pedicle screw fixation: a case report

陈华健^{1,2}, 陈德元¹, 黄福立¹, 吴俊哲¹, 刘永恒¹

(1 广州中医药大学附属中山医院脊柱一科 528400 中山市; 2 广州中医药大学研究生院 510000 广州市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2022.08.14

中图分类号: R687.3, R619 文献标识码: B 文章编号: 1004-406X(2022)-08-0765-04

骨水泥心肺栓塞是骨水泥渗漏的一种罕见类型,其病因是由于骨水泥渗漏进入体内静脉系统,回流至右心房、右心室以及肺脏,从而造成心肺栓塞。我院 1 例腰椎管狭窄症合并骨质疏松患者行腰椎后路切开减压植骨融合+骨水泥强化空心侧孔椎弓根螺钉钉棒系统内固定术,术后因骨水泥渗漏导致心脏和肺脏骨水泥栓塞,紧急行心脏外科手术治疗,术后患者恢复良好,报告如下。

患者女性,70 岁,因“反复腰痛伴双下肢麻木、疼痛半年余,加重 1 周”于 2021 年 7 月 12 日入院。既往 1 年前因 L1 椎体压缩性骨折行 L1 椎体成形术。患者自述半年前无明显诱因出现腰痛伴双下肢麻木、疼痛,活动受限,间歇性跛行。1 周前患者双下肢麻木、疼痛加重,VAS 评分 8 分,行走困难,步行<300m。L3~L5 局部压痛、叩击痛,双下肢大腿、小腿后外侧感觉减弱,放射性疼痛。入院后检查:骨密度(L2~L4)T 值-3.9;术前腰椎 CT 示 L1 椎体压缩骨折并行经皮穿刺椎体成形术(percutaneous vertebroplasty,PVP)术后,L4 椎体压缩骨折,腰椎退行性变,L1/2~L4/5 椎间盘膨出(图 1a、b)。术前腰椎 MRI 示 L1、L4 椎体陈旧性压缩骨折,L1 椎体 PVP 术后,L1/2~L4/5 椎间盘不同程度突出,L3/4、L4/5 双侧黄韧带增厚,相应节段腰椎管狭窄(图 1c、d)。入院后诊断:(1)腰椎管狭窄症;(2)腰椎间盘突出症;(3)骨质疏松症;(4)L1 椎体 PVP 术后;(5)L4 椎体陈旧性压缩性骨折。2021 年 7 月 20 日于全麻下行 L3~L5 腰椎后路切开减压植骨+骨水泥强化空心侧孔椎弓根螺钉内固定术。患者取俯卧位,常规消毒铺巾,后正中切口,切口定位于 L3~L5,切口长 6cm。剥离软组织,显露 L3~L5 棘突、椎板、上下关节突,于 L3~L5 各椎弓根开路,开路时明显感觉骨质疏松,L3、L5 拧入长臂万向空心侧孔椎弓根螺钉 4 枚(富乐长臂万向单芯侧孔椎弓根螺钉 COX),L4 椎体普通

螺钉 2 枚。室温 20℃调制空心螺钉配套骨水泥(法国 Eurofix VTP 骨水泥)至拉丝状,经螺钉空心孔处少量、间隔、分次注入骨水泥各 2~3ml。对 L3~L5 进行全椎板减压,并保留自体骨,刮除 L3/4、L4/5 椎间盘,见 L4 椎体上终板破坏较严重,L3/4 予自体骨块植骨融合,L4/5 椎间隙打入部分自体骨后再置入含有自体骨颗粒 cage,用明胶海绵封闭椎间隙保护硬脊膜。将连接棒安置于椎弓根螺钉内行钉棒系统固定,拧入螺帽并固定。逐层缝合,术毕。术后安返病房,予五水头孢唑林钠(1g 静脉注射,每 8h 一次,共 3 次)预防感染。术后立即复查腰椎 DR 正侧位 X 线片示 L4 椎体压缩性骨折术后改变,椎体压缩改变如前,L3、L5 椎体内可见骨水泥影,L3~L5 椎体内固定无松脱,L1 椎体压缩骨折 PVP 术后改变(图 1e、f)。但术后 3h,患者自述胸闷,且 10min 后伴有持续性胸痛和恶心;心电图显示:窦性心动过速,ST-T 改变;急查磷酸肌酸激酶为 511U/L,乳酸脱氢酶为 341U/L,超敏肌钙蛋白 I 为 0.809ng/ml;心脏彩超示右室内条索状强回声并部分嵌入心肌层,右房右室增大,三尖瓣关闭不全(重度)(图 1g);胸部 CT 示心内多发片状及条形致密影,异物?(图 1h);胸部 DR 正位 X 线片示双肺多发点状及条形高密度影,心内多发片状及条形致密影,异物?(图 1i)。心胸外科紧急会诊后诊断为心脏异物、双肺异物,予依诺肝素钠注射液(0.4ml,皮下注射,每日两次)抗凝,予强心、雾化、化痰、维持电解质平衡、止痛等对症治疗。因肺脏骨水泥栓子较少,且集中在肺部血管末梢,肺栓塞症状不重,患者高流量吸氧下血氧饱和度为 93%,无其他呼吸系统相关症状,双肺少量骨水泥栓塞暂予密切观察处理。2021 年 8 月 1 日于全麻体外循环下行心脏内异物取出、三尖瓣成形术。术中见右心房条索状异物嵌入房壁,骨水泥栓子 15×3mm,质硬;右心室内见长条状端尖“鱼肠样”不规则骨水泥栓子(图 1j),40×10mm,质硬,嵌入三尖瓣内,三尖瓣前瓣损毁以及部分腱索断裂。术后复查心脏彩超示右房、右室内异物清除术后,未见明显残留,三尖瓣成形术后(图 1k)。2021 年 8 月 8 日螺旋 CT

第一作者简介:男(1994-),硕士研究生在读,研究方向:脊柱骨科
电话:(0760)89980198 E-mail:chainharkin@outlook.com

通讯作者:黄福立 E-mail:11557377@qq.com

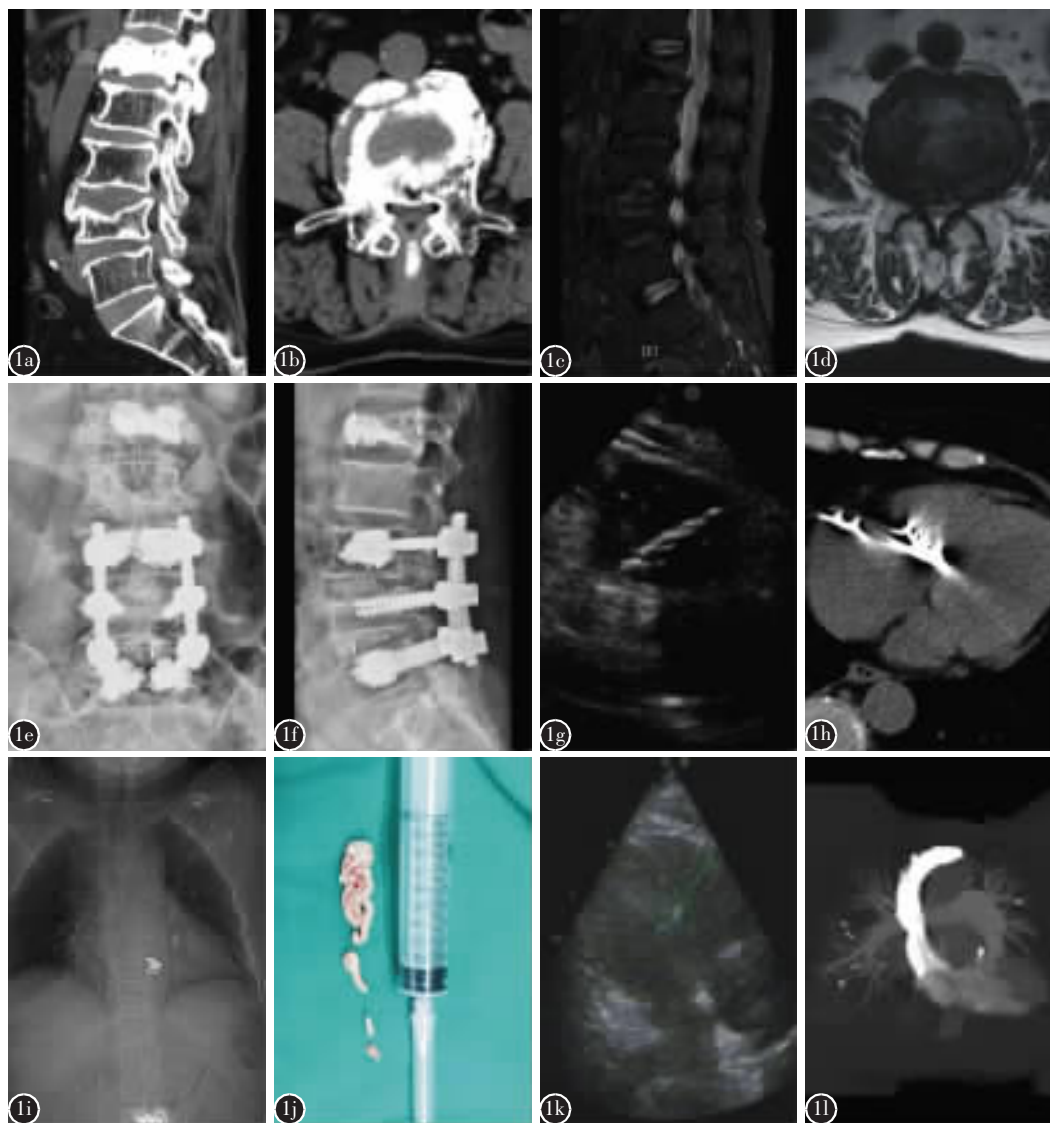


图 1 a,b 术前腰椎 CT 示 L1 椎体压缩骨折并 PVP 术后, L4 椎体压缩骨折, 腰椎退行性变, L1/2~L4/5 椎间盘膨出 c,d 术前 MRI 示 L1、L4 椎体陈旧性压缩骨折, L1 椎体 PVP 术后, L1/2~L4/5 椎间盘不同程度突出, L3/4、L4/5 平面双侧黄韧带增厚, 相应节段椎管狭窄 e、f 术后腰椎 DR 正侧位 X 线片示骨水泥强化椎弓根钉棒系统固定在位, 骨水泥无椎体外渗漏 g 腰椎术后第 2 天心脏彩超示右心房右心室内异物 h 腰椎术后第 3 天, 胸部 CT 示心内多发片状及条形致密影 i 腰椎术后第 3 天胸部 DR 正位 X 线片示双肺多发点状及条形高密度影, 心内多发片状及条形致密影 j 体外循环下心脏内异物取出并三尖瓣成形术取出异物证实为“鱼肠状”骨水泥 k 心脏术后第 1 天, 心脏彩超示右房右室内异物清除术后, 未见明显残留后 l 心脏手术后 7d 螺旋 CT 肺动脉造影: 双肺多发点状及条形高密度影, 部分呈条形与血管走行一致

Figure 1 a, b CT of the lumbar spine before operation showed L1 vertebral body compression fracture, and after PVP, L4 vertebral body compression fracture, lumbar spine degeneration, L1/2~L4/5 intervertebral disc herniation c, d Preoperative MRI of the lumbar spine showed chronic compression fracture of L1 and L4 vertebral bodies, L1/2~L4/5 intervertebral disc herniation in different degrees, ligamentum flavum thickening at the levels of L3/4 and L4/5, and lumbar spinal canal stenosis after L1 PVP e, f Postoperative AP and lateral lumbar DR showed that bone cement augmented pedicle screw fixation and fusion was in place, no extravertebral leakage of bone cement g Day 2 after surgery, cardiac color Doppler ultrasound showed foreign body in right atrium and right ventricle h Day 3 after surgery, CT of chest showed multiple lamellar and striped dense shadows in the heart i Day 3 after surgery, chest DR orthopantomogram showed multiple dotted and striped high-density shadows in both lungs, multiple lamellar and striped dense shadows in the heart j After the intracardiac foreign body removal and tricuspid valvuloplasty under cardiopulmonary bypass surgery, the foreign body was removed and confirmed as "fish-intestine" bone cement k Day 1 after cardiac surgery, cardiac color Doppler ultrasound showed no significant residuals seen after right atrial right ventricular foreign body removal l 7 days after cardiac surgery, spiral CT pulmonary angiography showed multiple dotted and striped high-density shadows in both lungs, some of which were striped and in line with the vascular pathway

肺动脉造影示双肺多发点状及条形高密度影,部分呈条形与血管走行一致(图 11)。心脏骨水泥栓子已取出,术后患者症状好转,于 2021 年 9 月 10 日出院。出院后 3 个月随访,患者腰背部及双下肢麻木疼痛明显缓解,VAS 评分 3 分,胸痛、胸闷好转,复查磷酸肌酸激酶 MB 同工酶 7U/L,超敏肌钙蛋白 I 0.013ng/ml,复查胸部 DR 正位 X 线片示心脏异物已取出(图 2),Barthel 指数评分 65 分。

讨论 椎体强化术导致骨水泥渗漏发生心脏骨水泥栓塞概率为 3.9%,有症状的心脏骨水泥栓塞则更罕见为 0.3%^[1]。虽然钉道强化与椎体强化二者术后骨水泥渗漏的后果相似,但前者比后者的骨水泥渗漏发生率要高^[2]。即便如此,使用骨水泥钉道强化技术仍被认为是骨质疏松患者内固定术的优选方案^[3]。

根据相关文献报道^[4],骨水泥渗漏的类型根据骨水泥渗漏的路径可以分为以下几种类型:(1)椎基底静脉漏“B”型;(2)椎体节段静脉漏“S”型;(3)椎体皮质缺损渗漏“C”型。椎基底静脉和静脉交通支的完整是“S”型渗漏风险增加的解剖基础^[5]。本例渗入椎体节段静脉,属于“S”型。骨水泥的渗漏和椎体皮质骨的破坏、骨小梁的稀疏程度、骨水泥注入的压力、骨水泥注入的速度、骨水泥黏稠度等相关。

生物力学研究^[6]发现,相较于常规的椎弓根螺钉置入,骨水泥强化椎弓根钉道技术具有更加牢靠、稳固、不易退钉等优势。Chang 等^[7]的研究表明,低剂量(<2ml/螺钉)和高剂量骨水泥(>5ml/螺钉)椎弓根螺钉的拔出力没有明显差异,并且发现将少量骨水泥(2.0~3.0ml)注入椎体前中部即钉道的远端,即可获得有效的固定效果,因此用少量骨水泥行螺钉尖端尾部强化即可,且能降低由于高剂量骨水泥灌注导致骨水泥渗漏的发生率。本例虽然每颗骨水泥强化的空心螺钉均注入了 2~3ml 骨水泥,获得了良好的螺钉强化效果。但有部分专家认为行椎体强化术时单个椎体的骨水泥灌注量应个性化考虑骨水泥注射量和椎体的体积之比^[8]。我们建议行钉道强化术时,每枚被强化螺钉的骨水泥

注射量也应该个性化考量。

骨水泥强化空心侧孔椎弓根螺钉相对于普通椎弓根螺钉有明显的优势,骨水泥强化普通螺钉分为两种形式,一是预注射骨水泥再置钉,在置钉的压力下,很难保证骨水泥不出现渗漏,二是置钉后再注入骨水泥,骨水泥则很难保证能够精准在钉尾部获得均匀弥散。空心侧孔椎弓根螺钉能够精准控制骨水泥分布在钉尾部的侧孔处,达到更好地强化效果。本例手术操作规范并一次置钉完成,且分次间隔推注骨水泥。车艳军等^[9]研究认为,骨水泥间隔灌注比传统一次性注入方式能显著降低术后骨水泥渗漏的风险。但是不同型号和厂家生产的空心侧孔椎弓根螺钉有着不一样的侧孔设计并带来不同的弥散分布情况和不同的骨水泥渗漏潜在风险。Yang 等^[10]研究发现,不同的空心侧孔椎弓根螺钉的侧孔设计和骨水泥渗漏发生率有一定的相关性,侧孔越靠近螺纹尖的设计有更好的骨水泥弥散分布并能降低渗漏的发生率。杨述华等^[11]研究证实,骨水泥强化空心侧孔椎弓根螺钉较普通实心螺钉能降低骨水泥渗漏的发生率。本例所使用的空心侧孔椎弓根螺钉钉尾端侧孔为直径相等两排六孔对称设计,这能使每个侧孔注射的骨水泥能在椎体内达到均匀地弥散分布获得更强的最大拔出力。

本例中的骨水泥是空心钉厂家配套的,其基本成分、使用方法和适用范围与常规所使用的骨水泥一致。在调配骨水泥的过程中,术者将骨水泥调至拉丝状并间隔推注。因此我们考虑术中推送骨水泥过稀或许是导致本例骨水泥渗漏的原因。骨水泥通过椎体静脉系统进入了下腔静脉,Iwanaga 等^[12]的研究表明,在腰椎椎体前部中心注入乳胶或空气,可以观察到乳胶和/或空气都进入了下腔静脉,而没有进入椎管,证实了骨水泥是通过下腔静脉进入人体循环,并在细小的静脉中聚结,最后以“鱼肠状”的不规则长条形态迅速堆积在心脏右心房、右心室和三尖瓣间。钉道强化术出现骨水泥渗漏主要发生于静脉内,因此了解椎体内静脉回流及周围静脉丛的解剖至关重要^[13]。由于受重力的影响,四肢的静脉瓣较多,而躯干的大静脉静脉瓣较少,骨水泥进入了椎体静脉后,通过椎外前静脉进入下腔静脉,注入右心房,经三尖瓣入右心室。向下或可在 L4、L5 右前方进入左、右髂总静脉,可经由各个躯干内与之相连接的无瓣膜静脉进入各个脏器。“鱼肠状”的骨水泥栓子是在细小的静脉中“塑形”再由静脉血回流推挤快速进入右心房,并在右心房经三尖瓣进入右心室这一有瓣膜的路径上迅速“堆积”起来并“凝结”形成“鱼肠状”栓子。骨水泥渗漏不止可能进入静脉系统也有可能进入动脉,张伟伟等^[14]报道 1 例椎体内骨水泥在瞬时高压下经节段动脉逆流进入腹主动脉,腹主动脉内骨水泥条状不规则向下延伸,部分骨水泥进入右肾动脉,导致部分肾组织栓塞,缺血坏死。

对于心脏骨水泥栓塞,建议根据病情和心脏骨水泥栓子的位置进行治疗。Wang 等^[15]指出多维成像技术对于诊治心脏骨水泥栓塞的重要性。本例患者及早行胸部 CT



图 2 出院后 3 个月随访胸部 DR 示心脏不规则异物已取出

Figure 2 DR of the chest after discharged from hospital for 3 months showed the irregular foreign body in the heart was removed

和心脏彩超等检查,对心脏骨水泥栓子的部位、形状、大小都进行了严密的监测并对随后的治疗起到了指导性的作用。Hatzantonis 等^[16]建议,若患者心脏无症状,可以选择通过低分子肝素钙和华法林抗凝进行保守治疗。Grifka 等^[17]报道了使用双向圈套经导管取出粘附于右心房的骨水泥栓子,该患者心脏骨水泥栓子已至右心房但尚未引起心房穿孔,当心脏骨水泥栓塞出现临床症状、栓子形状尖锐过长导致心肌损害、心脏穿孔、瓣膜破损伴严重反流等威胁生命安全的并发症时,需要紧急进行开胸手术治疗。本例患者已经出现了严重的三尖瓣损害伴严重反流,需要紧急进行开胸心脏手术治疗。而对于肺脏骨水泥栓塞,文献研究证实肺脏骨水泥栓塞并不会直接导致死亡^[18],本例患者肺脏骨水泥栓子较小,未造成大面积肺栓塞,但临床医生对肺脏骨水泥栓塞应保持时刻警惕,严密监测以避免发生大面积的肺部栓塞。本例患者经过及时的手术治疗(心脏内异物取出、三尖瓣成形术)症状明显好转,两周后顺利康复出院,说明空心侧孔椎弓根螺钉骨水泥强化术后若出现心肺骨水泥栓塞并发症,如果得到及时的诊断和准确的治疗,则预后良好。

综上所述,心肺骨水泥栓塞是骨水泥强化空心侧孔椎弓根螺钉内固定术后的一种罕见的并发症,需要我们在临床上能及早诊断和处理,笔者希望通过分享该案例,对于术中出现“S”型渗漏时要警惕患者可能出现心肺骨水泥栓塞。在手术操作过程时,制备骨水泥应避免过稀,牙膏状为佳,以降低骨水泥进入血管的风险。骨水泥渗漏出现心脏栓塞并心肌损害的时间短、发生迅速,当心肌酶谱出现异常升高时,及早行胸部 CT 以快速鉴别心脏骨水泥栓塞是十分重要的。临床医生对骨水泥渗漏造成的心脏骨水泥栓塞这类严重并发症应保持警惕和及早识别,及时处理。

参考文献

1. Fadili Hassani S, Cormier E, Shotar E, et al. Intracardiac cement embolism during percutaneous vertebroplasty: incidence, risk factors and clinical management[J]. Eur Radiol, 2019, 29(2): 663–673.
2. Janssen I, Ryang YM, Gempt J, et al. Risk of cement leakage and pulmonary embolism by bone cement-augmented pedicle screw fixation of the thoracolumbar spine[J]. Spine J, 2017, 17(6): 837–844.
3. Bula P, Lein T, Strassberger C, et al. Balloon kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral fractures: indications – treatment strategy – complications [J]. Z Orthop Unfall, 2010, 148(6): 646–656.
4. 张保良, 陈仲强. 椎体强化术后继发骨水泥渗漏类型及其危险因素的临床评价[J]. 中华骨科杂志, 2021, 41(5): 330–338.
5. 崔利宾, 唐本强, 王彦辉, 等. 年龄 ≥ 80 岁骨质疏松性椎体压缩骨折患者经皮椎体成形术骨水泥渗漏的危险因素分析 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2020, 30(6): 530–538.
6. Riesner HJ, Blattner TR, Krezdorn R, et al. Can cavity-based pedicle screw augmentation decrease screw loosening? A biomechanical in vitro study[J]. Eur Spine J, 2021, 30(8): 2283–2291.
7. Chang MC, Liu CL, Chen TH. Polymethylmethacrylate augmentation of pedicle screw for osteoporotic spinal surgery: a novel technique [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(10): E317–324.
8. 江晓兵, 黄伟权, 庞智晖, 等. 基于 Mimics 软件计算椎体强化术后椎体内骨水泥体积及骨水泥/椎体体积比的新方法[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(3): 238–243.
9. 车艳军, 胡丹, 司卫兵, 等. 骨水泥间隔灌注联合体位复位治疗高龄骨质疏松性椎体压缩骨折 [J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(10): 1483–1489.
10. Yang K, You Y, Wu W. The influence of different injection hole designs of augmented pedicle screws on bone cement leakage and distribution patterns in osteoporotic patients [J]. World Neurosurg, 2022, 157: e40–e48.
11. 杨述华, 胡勇, 陈中海, 等. 空心侧孔椎弓根螺钉添加聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥的生物力学研究 [J]. 中华创伤杂志, 2002, 18(1): 17–22.
12. Iwanaga J, Rustagi T, Ishak B, et al. Venous drainage of lumbar vertebral bodies: anatomic study with application to kyphoplasty, vertebroplasty, and pedicle screw complications [J]. World Neurosurg, 2020, 137: e286–e290.
13. Becker S, Chavanne A, Spitaler R, et al. Assessment of different screw augmentation techniques and screw designs in osteoporotic spines [J]. Eur Spine J, 2008, 17(11): 1462–1469.
14. 张伟伟, 董永强, 袁波, 等. 经皮椎体成形术后肾动脉栓塞 1 例报道[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2020, 30(7): 670–672.
15. Wang B, Li Y, Peng Y, et al. Vertebroplasty and right heart cement embolism[J]. QJM, 2021, 114(2): 124–126.
16. Hatzantonis C, Czyz M, Pyzik R, et al. Intracardiac bone cement embolism as a complication of vertebroplasty: management strategy[J]. Eur Spine J, 2017, 26(12): 3199–3205.
17. Grifka RG, Tapio J, Lee KJ. Transcatheter retrieval of an embolized methylmethacrylate glue fragment adherent to the right atrium using bidirectional snares[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2013, 81(4): 648–450.
18. Kang HR, Kim TH, Chung CK, et al. The impact of incidental pulmonary cement embolism on mortality risk [J]. J Thromb Thrombolysis, 2020, 49(3): 468–474.

(收稿日期:2022-02-07 修回日期:2022-03-31)

(本文编辑 李伟霞)