

· 综 述 ·

椎体成形术中骨水泥渗漏的研究进展

李俊毅¹, 孔赏², 马虎升¹, 马潇苒³

(1. 河南省洛阳正骨医院/河南省骨科医院, 河南 郑州 450016; 2. 河南中医药大学, 河南 郑州 450046; 3. 湖南中医药大学, 湖南 长沙 410208)

摘 要 骨水泥渗漏是椎体成形术常见的并发症, 可导致神经压迫和肺栓塞等灾难性后果, 如何减少和避免骨水泥渗漏一直是研究者探讨的热点。骨水泥渗漏与椎体的解剖特点、骨折后椎体骨质破坏、骨折后椎体内压力增高等客观因素有关, 与术者的经验、手术操作熟练程度等主观因素也密切相关。防止骨水泥渗漏要熟悉椎体解剖结构、处理骨质裂缝、规范手术操作, 尽量规避主观因素的影响, 并加强对新技术的探索。本文从骨水泥渗漏的危害、分型、原因和预防策略几个方面, 对椎体成形术中骨水泥渗漏的研究进展进行了综述。

关键词 椎体成形术; 手术中并发症; 骨水泥渗漏; 综述

椎体成形术主要用于椎体压缩骨折、椎体血管瘤、椎体肿瘤等疾病的治疗, 其优点在于创伤小、可迅速缓解疼痛、有效恢复椎体强度并维持脊柱的稳定、术后患者可早期下地活动等。骨水泥渗漏是椎体成形术的常见并发症^[1]。骨水泥在未凝固前有一定的流动性, 术中向椎体注入骨水泥的过程不完全可控, 稍有不慎便会造成渗漏, 且渗漏部位和方式具有随机性^[2]。虽然骨水泥渗漏后很多患者并无临床症状, 然而一旦患者出现临床症状, 则可能会是肺栓塞、脊髓受压导致瘫痪等严重后果。因此, 防止骨水泥渗漏对于提高椎体成形术的安全性、普及该术式的应用、减少医疗费用支出等具有十分重要的意义。目前对椎体成形术中的骨水泥渗漏问题, 亟待形成统一的标准和共识来评估其严重程度, 并找到有效的办法来解决此问题。笔者从骨水泥渗漏的危害、分型、原因和预防策略几个方面, 对椎体成形术中骨水泥渗漏的研究进展综述如下。

1 骨水泥渗漏的危害

骨水泥渗漏可造成脊髓或神经根压迫、肺动脉栓塞、相邻椎体骨折、腹主动脉受压等后果^[3]。骨水泥向终板、椎间盘渗漏, 虽然少数患者会有腰背部不适等症状, 但通常经非手术治疗可缓解, 对患者的影响并不显著, 也不是椎体成形术后再发骨折的危险因素^[4]; 骨水泥渗漏至椎间孔会导致神经根受压而出现放射状疼痛^[5]; 渗漏至椎管并对脊髓严重压迫, 则需

尽早通过经皮脊柱内镜^[6]或行后路手术清除多余的骨水泥; 经静脉渗漏应警惕肺栓塞的可能性^[7]; 经针道渗漏到椎弓根多为骨水泥过于稀薄或拔针过早造成, 较少出现临床症状; 经针道渗漏至椎旁软组织, 肌肉收缩时可出现局部酸痛症状, 经治疗后多可缓解^[8]。

2 骨水泥渗漏的分型

骨水泥渗漏的分型目前尚未形成统一标准。Yeom 等^[9]依据渗漏途径将骨水泥渗漏分为经椎基静脉型(B 型)、经椎间静脉型(S 型)和经骨皮质裂缝型(C 型)3 型。Ding 等^[10]在以上分型的基础上又增加了椎间盘内渗漏型(D 型)。这种分型方法受到大多数研究者的认可, 但由于没有考虑到一些主观因素的影响, 如手术操作不当而引起的经工作针道渗漏等, 有一些学者也对该分型方法的合理性提出了质疑。Wang 等^[11]认为有些 B 型骨水泥渗漏是通过后壁缺损, 而不是单纯通过椎基底静脉渗漏, 认为 B 型骨水泥渗漏应定义为通过椎基底孔和相关后壁缺损引起的渗漏。目前临床上多根据渗漏部位将骨水泥渗漏分为以下类型^[12]: 经椎体静脉渗漏、椎管内硬膜外渗漏、椎间孔渗漏、椎体间隙渗漏(椎间盘及邻近椎体渗漏)、针道通路渗漏(包括椎弓根或椎旁软组织渗漏)。Hulme 等^[13]在此基础上还增加了一种混合型渗漏, 即几种渗漏类型同时存在。虽然分型不同, 但 these 方法都对预防骨水泥渗漏有一定的指导意义。

3 骨水泥渗漏的原因

3.1 客观原因 ①椎体骨折造成的骨质破坏是骨水

泥沿缺损渗漏的重要原因^[14]。椎体在生理状态下骨皮质连续,骨小梁完整,一旦发生骨折就造成了骨裂缝。椎体成形术是在椎体内完成骨水泥的注入,势必会造成骨水泥沿骨折破损处流溢。梁德等^[15]发现合并有椎体骨壁裂缝的骨折,骨水泥渗漏的风险较高。外伤性椎体骨折由于骨皮质破坏更严重,骨水泥渗漏率更高^[16]。②椎体的解剖特点也是骨水泥渗漏的重要客观原因。椎基静脉孔是椎体后壁近中央处的皮质缺损区,直接通于椎体骨髓腔,是椎基动、静脉与神经的通道,形态结构复杂,且个体差异明显^[17]。椎基静脉和椎基静脉孔的存在会使椎体后壁失去屏障,使骨水泥渗漏至椎管^[18]。Wang 等^[19]发现椎基静脉型骨水泥渗漏在椎体内有裂隙的患者中更为常见,推断椎体内裂隙和椎基静脉孔可能存在通道导致骨水泥更容易渗漏。③椎体骨折造成的椎体内压力过大是骨水泥渗漏的另一客观因素。椎体压缩骨折即松质骨在椎体内压缩,如果没有有效的复位或撑开,椎体内空间狭小,势必会造成骨水泥在高压下向缝隙处渗漏。椎体成形术前采用手法使椎体复位或者采用经皮椎体后凸成形术可有效降低椎体内压力。

3.2 主观原因 骨水泥渗漏与术者的经验和手术操作熟练程度密切相关,对伤椎骨折线位置、皮质缺损形态的认识和对不同厂家生产的骨水泥特性的掌握程度等主观因素都对骨水泥的注入有重要影响。钟远鸣等^[20]认为造成骨水泥渗漏的原因包括:术者手术熟练度欠缺;对受伤椎体的情况了解不够彻底;骨水泥注入时间和注入量掌控不足;术后拔针过早;术中 C 形臂 X 线机不能满足透视的需要。此外穿刺针通道造成的损伤也会加大骨水泥渗漏的风险,手术中应尽量减少穿刺的次数,较少的针道可以降低骨水泥沿破损处渗漏的概率。史腾等^[21]认为当椎弓根内壁和下壁破裂时,反复的穿刺容易使椎弓根骨皮质受损,导致骨水泥从破裂口渗出。

4 骨水泥渗漏的预防策略

4.1 熟悉椎体解剖结构 熟悉椎体解剖结构是进行椎体成形术的基础,也是规避骨水泥渗漏的必备功课。椎体静脉分为椎内静脉和椎外静脉,椎内静脉在椎体中呈放射状,通过椎间静脉与椎外静脉吻合,前部接收椎体内静脉窦流出的血液,后部与穿过黄韧带的交通支吻合。唐志宏等^[22]通过 CT 检查发现椎体血管沟分布在椎弓根上 2/3,认为椎体存在无血管沟

分布的“安全区”,穿刺点在“安全区”可有效减少骨水泥渗漏。

4.2 处理骨质裂缝 椎体骨质裂缝是骨水泥渗漏的主要通道,通过预注骨水泥、应用新型材料等方法,充分对裂缝进行填充、封堵,才能有效预防骨水泥的渗漏。

Inoue 等^[23]制作了一个由聚乙烯醇膜组成的可植入球囊,其表面由乙烯基基团修饰,可以与骨水泥共价反应,形成的膜能有效防止骨水泥渗漏。明胶海绵是经过现代工艺加工制成的胶原蛋白制品,广泛应用于脊柱手术的填塞止血。在椎体成形术中,常用明胶海绵与骨水泥混合提高骨水泥黏稠度、降低骨水泥的流动性,以防止骨水泥的渗漏。徐林飞等^[24]将混有明胶海绵颗粒的骨水泥混悬液提前注入离体椎体,结果发现低黏度骨水泥结合明胶海绵预注射的方法能明显减少骨水泥的渗漏。杨智贤等^[25]将明胶海绵剪成 3~5 mm 长的颗粒,用生理盐水浸泡后注入椎体,再注入骨水泥,认为明胶海绵的填堵作用能大大减低骨水泥渗漏的概率。陈智能等^[26]将卷条状的明胶海绵填塞于椎体裂缝处,用克氏针探查裂缝处有阻挡感后,再注入骨水泥,利用明胶海绵的机械阻挡作用防止骨水泥渗漏。但 Oh 等^[27]的研究结果与以上研究结果相反,认为预注射明胶海绵并不能降低骨水泥渗漏率。因此,预注射明胶海绵防止骨水泥渗漏的有效性值得进一步研究。此外,椎体后壁的完整性对骨水泥渗漏的影响很大,椎体后壁破坏严重被列为椎体成形术的相对禁忌证。对后壁破裂严重者可先少量注入骨水泥填补骨质裂缝,待其稍加凝固后再分步推注骨水泥^[28]。网袋成形术也是预防后壁骨折骨水泥渗漏的有效途径,网袋由致密的高分子网层结构构成,能包裹大部分骨水泥并允许少部分骨水泥渗透至网层外与组织紧密结合,从而有效防止渗漏^[29]。骨折线累及椎基静脉孔的爆裂性椎体骨折可在伤后 2~3 周行椎体成形术,以降低骨水泥渗漏风险。

4.3 规范手术操作 规范手术操作,能有效降低骨水泥渗漏率。术者应于术前了解伤椎的数目、骨折节段、压缩程度、有无旋转、有无后壁破裂,于术中严格进行规范化手术操作^[30]。①选择正确穿刺点,把握穿刺方向。穿刺针尽量斜行向下,靠近椎体裂缝且与中线保持较大的距离,针尖尽量到达椎体前 1/3 处,使骨水泥充分布满椎体,又能避开静脉丛。Bokov

等^[31]认为椎体成形术中使针尖与中线保持较大的距离能降低硬膜外骨水泥渗漏的风险。刘加元等^[32]认为穿刺靶点靠近椎体裂缝能有效增加骨水泥弥散,减少渗漏。②熟悉骨水泥的特性,把握注入时机。准确记录调制骨水泥的时间,把握其黏稠度,选择合适时机缓慢注射。骨水泥成形分湿砂期(粗砂期)、拉丝期、团状期和硬化期 4 期。骨水泥调制后 5~7 min 较稀薄、7~10 min 稍黏稠、10 min 以上呈面团状,注入时机为拉丝期(呈牙膏状),此时骨水泥较稳定兼有流动性,可控性较好,可以避免随孔隙渗漏,又能使骨水泥有效地与组织结合。③掌握骨水泥注入的技巧。骨水泥注入时需勤透视,每注入 0.5 mL 透视一次,即使有渗漏也可以保证渗漏量控制在一定范围,但这要求手术要争分夺秒,防止错过最佳的骨水泥注入时机。Hoppe 等^[33]的研究证实,分批连续注入少量骨水泥也是防止渗漏的有效办法。这种方法简单易行,可以利用人体与室温之间的温度差,使注射器内的骨水泥保持较低的黏度,而椎体内的骨水泥黏度增加,有效防止骨水泥渗漏。骨水泥注入的量目前尚无定论,要根据具体的情况确定,并非注入的越多越好,一般胸椎注入 2~4 mL、腰椎注入 4~6 mL,就能满足维持椎体强度的需要^[34]。骨水泥注入量与骨水泥渗漏的发生率、术后疼痛缓解程度均呈正相关^[35],过多的注入骨水泥并不能达到更好的临床效果,反而增加了骨水泥渗漏的风险^[36]。骨水泥注入后停 5~10 min 待水泥固化,再旋转拔出推管或替换空的推注器,可有效防止骨水泥沿针道渗流。推注骨水泥时手下有落空感或突感压力降低,提示可能有骨水泥的渗漏和椎体破裂,应在透视下观察并及时调整针道,防止更严重的渗漏发生。经皮椎体后凸成形术能有效降低椎体内压力,在骨水泥注入时阻力较小,骨水泥渗漏率也较低^[37-38]。术前联合手法减压可以使椎体内形成腔隙,使注射压力减小,从而降低骨水泥渗漏的风险^[39]。④合理利用影像监测。术中影像监测为防止骨水泥渗漏提供了直观的手段,清晰的影像能避免过度和盲目的穿刺,防止骨水泥的渗漏^[40]。

4.4 探索新技术 研究者也在不断探索预防骨水泥渗漏的新技术。李松华等^[41]在 3D 技术辅助下行椎体成形术,该技术可在冠状面、矢状面和横断面上三维重建类似于 CT 的图像,可清晰观察到穿刺针的位置,防止骨水泥渗漏。传统骨水泥推注杆在前方开

口,注入骨水泥时压力集中在顶端,骨水泥向四周弥散,难以预测骨水泥流向。张志强等^[42-43]改良骨水泥推注杆,将其在侧方开口,当术中发现骨水泥渗漏,旋转手柄即可改变骨水泥注入的靶区,可在一定程度上控制骨水泥流向。赵胜军等^[44]使用侧开口骨水泥推注器,将骨水泥分两次注入,后注入的骨水泥在推注器侧开口内备用且用冰盐水浸泡的纱布包裹,这样骨水泥在外界温度较低的状态下,可以缓慢达到拉丝期,为骨水泥第二次注入赢得了时间。Jin 等^[45]在 X 线透视引导下通过遥控注射系统注射骨水泥,操作者站在辐射场外,可实时监测骨水泥的注入情况。Arabmotlagh 等^[46]采用腔体成形术,即在注射骨水泥前在椎体内形成一个小而不规则的腔体,可有效减少骨水泥渗漏。Hoppe 等^[47]采用双侧椎弓根椎体灌注法,也可减少骨水泥的渗漏。

5 小 结

各种预防骨水泥渗漏的方法,效果参差不齐,目前尚无统一的评判标准。如何在保证椎体强度和脊柱稳定的情况下尽可能降低骨水泥渗漏的风险,值得进一步深入研究。规范的手术操作是解决骨水泥渗漏的重要手段,可视化骨水泥注入、压力恒定的推注器、用机器代替人工调配骨水泥及新材料的应用等能从一定程度上预防骨水泥渗漏。结合现代技术,依托大数据个体化设计骨水泥注入的体积和方式,可能是未来的一个研究方向。

6 参考文献

- [1] CORCOS G, DBJAY J, MASTIER C, et al. Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for spinal metastases [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2014, 39(5): e332 - e338.
- [2] PARK J H, KIM H S, KIM S W. Cement leakage into adjacent vertebral body following percutaneous vertebroplasty [J]. *Korean J Spine*, 2016, 13(2): 74 - 76.
- [3] 刘洋, 李明辉, 梅红军. 经皮椎体成形术后骨水泥渗漏的回顾性分析及预防策略 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2013, 19(4): 375 - 380.
- [4] CHEN X, REN J, ZHANG J, et al. Impact of cement placement and leakage in osteoporotic vertebral compression fractures followed by percutaneous vertebroplasty [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2016, 29(7): e365 - e370.
- [5] 孙发运, 陈红梅. 椎体成形术中骨水泥渗漏原因分析及防治策略 [J]. *安徽医药*, 2013, 17(7): 1169 - 1170.
- [6] ŞENTURK S, AKYOLDAS G, ÜNSAL Ü Ü, et al. Minimally

- invasive translaminal endoscopic approach to percutaneous vertebroplasty cement leakage: technical note [J]. World Neurosurg, 2018, 117: 15 – 19.
- [7] ZHAO Y T, LIU T J, ZHENG Y H, et al. Successful percutaneous retrieval of a large pulmonary cement embolus caused by cement leakage during percutaneous vertebroplasty case report and literature review [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39(26): e1616 – e1621.
- [8] 孙启才, 茹选良, 宋柏杉, 等. 经皮椎体后凸成形术骨水泥渗漏的中期随访及应对策略 [J]. 中国骨伤, 2017, 30(9): 810 – 816.
- [9] YEOM J S, KIM W J, CHOY W S, et al. Leakage of cement in percutaneous transpedicular vertebroplasty for painful osteoporotic compression fractures [J]. J Bone Joint Surg Br, 2003, 85(1): 83 – 89.
- [10] DING J, ZHANG Q, ZHU J, et al. Risk factors for predicting cement leakage following percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures [J]. Eur Spine J, 2016, 25(11): 3411 – 3417.
- [11] WANG C, ZHAO F. Re: identification of risk factors for the occurrence of cement leakage during percutaneous vertebroplasty for painful osteoporotic or malignant vertebral fracture [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2015, 40(13): 1055.
- [12] 李智, 周海林, 吴海辉, 等. 骨质疏松性胸腰椎骨折经皮椎体后凸成形术后并发骨水泥渗漏的临床观察及分析 [J]. 国际骨科学杂志, 2014, 35(6): 400 – 402.
- [13] HULME P A, KREBS J, FERGUSON S J, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(17): 1983 – 2001.
- [14] LIU T, LI Z, SU Q, et al. Cement leakage in osteoporotic vertebral compression fractures with cortical defect using high – viscosity bone cement during unilateral percutaneous kyphoplasty surgery [J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(25): e7216.
- [15] 梁德, 叶林强, 江晓兵, 等. 骨水泥 – 椎体体积比及椎体骨壁裂口与经皮椎体成形术骨水泥渗漏的相关性分析 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2014, 28(11): 1358 – 1363.
- [16] 姚玉龙, 程子韵, 张磊磊, 等. 经皮椎体成形术后椎管内骨水泥渗漏的回顾性研究 [J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23(24): 2209 – 2213.
- [17] 康小燕, 李洁, 王星, 等. 胸椎椎基静脉孔的 CT 影像学观测 [J]. 中国临床解剖学杂志, 2015, 33(6): 641 – 645.
- [18] 王永江, 王清, 姚琦. PKP 治疗骨质疏松性爆裂骨折疗效及骨水泥渗漏途径的探讨 [J]. 重庆医学, 2015, 44(11): 1457 – 1459.
- [19] WANG C, FAN S, LIU J, et al. Basivertebral foramen could be connected with intravertebral cleft: a potential risk factor of cement leakage in percutaneous kyphoplasty [J]. Spine J, 2014, 14(8): 1551 – 1558.
- [20] 钟远鸣, 付拴虎, 张家立, 等. 经皮穿刺椎体成形术中骨水泥渗漏的原因及预防 [J]. 中国矫形外科杂志, 2014, 22(4): 294 – 298.
- [21] 史腾, 苏祥正, 周亮, 等. 经皮椎体成形术骨水泥渗漏相关因素分析 [J]. 解放军医学院学报, 2014, 35(11): 1093 – 1096.
- [22] 唐志宏, 邹国耀, 肖颖, 等. 胸腰段椎体内血管分布与安全区内穿刺减少骨水泥的渗漏 [J]. 中国组织工程研究, 2013, 17(3): 387 – 391.
- [23] INOUE M, SAKANE M, TAGUCHI T. Fabrication of reactive poly(vinyl alcohol) membranes for prevention of bone cement leakage [J]. J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2014, 102(8): 1786 – 1791.
- [24] 徐林飞, 胡侦明, 江维, 等. 明胶海绵预注射在椎体成形术中预防骨水泥渗漏的体外研究 [J]. 重庆医科大学学报, 2015, 40(2): 207 – 211.
- [25] 杨智贤, 彭小忠, 卓祥龙, 等. 椎体成形术中注射明胶海绵预防骨水泥渗漏的临床观察 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2014, 29(5): 479 – 480.
- [26] 陈智能, 孙正友, 叶俊材, 等. 明胶海绵的使用对椎体后凸成形术中骨水泥渗漏的影响 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2015, 30(11): 1145 – 1148.
- [27] OH J S, DOH J W, SHIM J J, et al. The effectiveness of gel-foam technique before percutaneous vertebroplasty: is it helpful for prevention of cement leakage? a prospective randomized control study [J]. Korean J Spine, 2016, 13(2): 63 – 66.
- [28] 徐跃根, 罗远明. 经皮椎体后凸成形术中分步推注骨水泥治疗椎体后壁破损的骨质疏松性椎体骨折 [J]. 临床骨科杂志, 2013, 16(6): 624 – 626.
- [29] 李东华, 刘训伟, 彭湘涛, 等. 骨填充网袋灌注骨水泥修复椎体压缩骨折: 可降低骨水泥椎体外渗漏率 [J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(3): 358 – 363.
- [30] 董刚, 乐军, 周辉, 等. 椎体内部强化术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折并发骨水泥渗漏的临床观察 [J]. 中国骨伤, 2014, 27(06): 504 – 507.
- [31] BOKOV A, MLYAVYKH S, ALEYNIK A, et al. The potential impact of venobasillar system morphology and applied technique on epidural cement leakage with percutaneous vertebroplasty [J]. Pain Physician, 2016, 19(6): 357 – 362.

- [32] 刘加元,李业成,刘守正,等. 单边靶点穿刺分期灌注骨水泥经皮椎体成形术治疗伴椎体内裂隙征之骨质疏松性胸腰椎骨折[J]. 微创医学, 2014, 9(1): 57-60.
- [33] HOPPE S, WANGLER S, AGHAYEV E, et al. Reduction of cement leakage by sequential PMMA application in a vertebroplasty model[J]. Eur Spine J, 2016, 25(11): 3450-3455.
- [34] SUN H B, JING X S, LIU Y Z, et al. The optimal volume fraction in percutaneous vertebroplasty evaluated by pain relief, cement dispersion, and cement leakage: a prospective cohort study of 130 patients with painful osteoporotic vertebral compression fracture in the thoracolumbar vertebra[J]. World Neurosurg, 2018, 114: e677-e688.
- [35] FU Z, HU X, WU Y, et al. Is there a dose-response relationship of cement volume with cement leakage and pain relief after vertebroplasty? [J]. Dose Response, 2016, 14(4): 1559325816682867.
- [36] ZHU S Y, ZHONG Z M, WU Q, et al. Risk factors for bone cement leakage in percutaneous vertebroplasty: a retrospective study of four hundred and eighty five patients[J]. Int Orthop, 2016, 40(6): 1205-1210.
- [37] 李自强,杜科伟,杜夏铭,等. 椎体成形术与椎体后凸成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折发生骨水泥渗漏的相关临床评价[J]. 解放军医药杂志, 2016, 28(5): 54-58.
- [38] WANG H, SRIBASTAV S S, 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[J]. Pain Physician, 2015, 18(3): 209-222.
- [39] 吴鸿,袁源,刘礼金,等. 单侧经皮椎体成形修复骨质疏松性椎体压缩性骨折:骨水泥渗漏少利于恢复[J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(31): 4960-4966.
- [40] PALM H G, RIESNER H J, LANG P, et al. Diagnostic accuracy of fluoroscopy, radiography, and computed tomography in detecting cement leakage in kyphoplasty[J]. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg, 2018, 79(6): 502-510.
- [41] 李松华,杨凯,申玉兰,等. Innova3D 技术指导经皮椎体成形穿刺路径:降低骨水泥渗透发生率[J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(16): 2473-2478.
- [42] 张志强,杨建东,冯新民,等. 改良骨水泥推注套管治疗骨质疏松椎体压缩性骨折可减少骨水泥渗漏[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(2): 165-170.
- [43] LI J, LI T, MA Q, et al. Using side-opening injection cannulas to prevent cement leakage in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures, does it really work? [J]. J Orthop Sci, 2017, 22(5): 811-815.
- [44] 赵胜军,赵丽,金宝城,等. 侧开口骨水泥推注器结合分阶段注射技术治疗老年胸腰段骨质疏松性压缩骨折疗效分析[J]. 大连医科大学学报, 2018, 40(5): 418-423.
- [45] JIN P, LIU X, LI M, et al. Clinical experience using a remote control injection system in vertebroplasty: feasibility, safety, and cement leakage of osteoporotic and malignant compression fractures [J]. J Spinal Disord Tech, 2017, 30(3): e305-e309.
- [46] ARABMOTLAGH M, RICKERT M, LUKAS A, et al. Small cavity creation in the vertebral body reduces the rate of cement leakage during vertebroplasty [J]. J Orthop Res, 2017, 35(1): 154-159.
- [47] HOPPE S, ELFIKY T, KEEL M J, et al. Lavage prior to vertebral augmentation reduces the risk for cement leakage [J]. Eur Spine J, 2016, 25(11): 3463-3469.

(收稿日期:2019-04-18 本文编辑:杨雅)

(上接第 40 页)

- [22] 杨永光. 针灸联合正骨推拿手法对退行性腰椎滑脱患者腰椎稳定性的影响分析[J]. 四川中医, 2019, 37(4): 195-198.
- [23] 盛有根. 不同成角三维牵引对腰椎滑脱症疗效的影响[J]. 浙江中西医结合杂志, 2017, 27(10): 867-869.
- [24] 陈泽林,张洁文,谭周纯,等. 整脊手法联合浮针疗法治疗退行性腰椎滑脱症临床疗效观察[J]. 广州中医药大学学报, 2019, 36(6): 843-846.
- [25] 左金红,吕立江,陈羽峰,等. 吕立江教授治疗腰椎间盘突出症的技术创新与临床经验总结[J]. 陕西中医学院学报, 2015, 38(5): 29-31.
- [26] 邓颖,李文豪,韦佳佳,等. 手法治疗腰椎间盘突出症的脊柱内外源性稳定系统机制研究进展[J]. 云南中医中药杂志, 2018, 39(12): 84-85.

(收稿日期:2019-06-05 本文编辑:郭毅曼)