

•综述•

椎体强化术后骨水泥分布情况对临床预后的影响

张益山 武壮壮 吕智

摘要 包括经皮椎体成形术和经皮椎体后凸成形术在内的椎体强化术可通过向骨折椎体内注入骨水泥来达到短时间内重建椎体强度和缓解疼痛的目的,是目前骨质疏松性椎体压缩骨折治疗中应用最广泛的微创技术。然而,越来越多的研究认为骨质疏松性椎体压缩骨折椎体强化术后,骨水泥弥散情况与临床预后之间存在相关性,但基于不同研究中观察角度的不同,其内在联系尚存争议。该文就椎体强化术后骨水泥分布情况对临床预后的影响进行综述。

关键词 骨水泥分布;经皮椎体成形;经皮椎体后凸成形;骨质疏松性椎体压缩骨折

DOI: 10.3969/j.issn.1673-7083.2023.05.003

骨质疏松症是公认的世界范围内非常严重的骨病之一^[1-2],其特征是骨量减少、骨组织微结构退化和骨强度下降^[3],常在低能量损伤后出现椎体、股骨近端、前臂等脆性骨折^[2,4]。其中,骨质疏松性椎体压缩骨折(OVCF)是最常见的骨折类型,约占脆性骨折的45%^[5]。OVCF可导致患者长期腰背部疼痛、活动受限、身体功能受损、生活质量下降甚至死亡^[6-7],给患者造成严重困扰。

目前临床治疗 OVCF 的方式有以镇痛、卧床休息、理疗等为主的保守治疗和包括经皮椎体成形术(PVP)和经皮椎体后凸成形术(PKP)在内的椎体强化术。但由于保守治疗常伴随骨折椎体畸形愈合或不愈合、压疮、肺部感染,甚至死亡率上升等相关风险,对老年患者并不友好^[8],而 PKP 和 PVP 均可通过向骨折椎体内注射骨水泥来实现椎体的机械稳定,且可在短期内缓解患者疼痛^[9],因此这两种微创技术在临床中得到广泛应用^[10]。然而,越来越多的研究认为,椎体强化术后骨水泥的分布情况对临床预后(如疼痛缓解情况、受损椎体再骨折、继发相邻椎体骨折等)存在影响^[11-13],但基于研究设计方案的差异,不同的骨水泥分布情况对临床预后的影响尚存争议^[14]。本文就 OVCF 患者 PKP 及 PVP 术后不同骨水泥弥散情况对临床预后的影响进行综述。

1 骨水泥弥散形状

根据椎体内骨水泥弥散形状进行分类,大致可分为弥散形和致密形。Li 等^[15]将 329 例接受双侧 PVP 的单节段 OVCF 患者根据椎体内骨水泥弥散形状分为块状组(正侧位 X 线片上呈致密实性分布)和海绵状组(正侧位 X 线片呈弥漫性、海绵状分布)。该研究显示,术后 24 h 及末次随访时两组患者局部后凸角和椎体前高度均得到有效矫正,尽管随着时间的推移,矫正程度逐渐降低,但海绵状组相对于块状组有优势;两组患者疼痛明显改善,但海绵状组疼痛视觉模拟评分(VAS)和 Oswestry 功能障碍指数评分(ODI 评分)均明显低于块状组;共发生相邻椎体骨折 42 例(12.8%),其中块状组 26 例(19.8%),海绵状组 16 例(8.1%),两组组间差异有统计学意义;虽然块状组骨水泥渗漏率低于海绵状组,但两组组间差异无统计学意义。Pan 等^[16]也得到了类似的结论。分析原因可能是,相对于骨水泥致密形分布,骨水泥弥散样分布可以使骨水泥与椎体松质骨更紧密地结合,在使椎体获得强度和恢复高度的同时,还可通过骨水泥对伤椎周围的痛觉神经产生热效应^[17-19],从而得到理想的止痛效果。当然也有学者持不同意见。陈建常等^[20]采用类似的分类方法进行研究,发现弥散形分布骨水泥较致密形骨水泥更易发生渗漏,而两组组间 VAS 评分、ODI 评分、Cobb 角、相邻椎体骨折发生率等差异均无统计学意义。

2 骨水泥弥散范围

2.1 骨水泥横向弥散程度

骨水泥横向弥散程度指骨水泥左右分布范围。

基金项目:山西省自然科学基金(20210302124419)

作者单位:030001 山西太原,山西医科大学第二临床医学院(张益山);030001 山西太原,山西医科大学第二医院骨科(武壮壮、吕智)

通信作者:吕智 E-mail:zhilv2013@163.com

目前多数研究认为,在骨水泥不渗漏的前提下,对称分布的骨水泥随着弥散范围的增大可获得较好的临床预后。

Zhou 等^[21]对接受 PVP 治疗的 OVCF 患者进行骨水泥横向弥散研究,在脊柱正位 X 线片上沿脊柱正中线和双侧椎弓根内侧缘作 3 条垂线,将椎体从左到右分为 4 个区域(图 1),然后基于这 4 个区域将骨水泥分布分为 5 型,即 I 型为骨水泥分布在 1~4 区(大部分骨水泥在椎体内连续分布),II 型为骨水泥分布在 2 区和 3 区(主要分布在椎体中部),III 型为骨水泥分布在 1 区和 4 区(主要分布于椎体两侧),IV 型为骨水泥分布在 1、2 区或 3、4 区(主要分布于正中侧一侧),V 型为骨水泥分布在 1 区或 4 区(主要分布于侧椎弓根外侧区)。该研究对患者进行评估,发现术后 1 年,IV 型与 V 型患者 VAS 评分和 ODI 评分均显著高于 I~III 型

患者,且 Cobb 角改善情况和椎体前高度恢复相较于 I~III 型患者也存在明显劣势,受损椎体再骨折和相邻椎体骨折发生率也明显高于 I~III 型患者,认为相对于分布不均匀的 IV、V 型,均匀对称分布的 I~III 型远期临床效果更为乐观。王雪峰等^[22]回顾性分析了 113 例接受 PKP 治疗的 OVCF 患者,在上述 4 个区域的基础上将椎体内骨水泥分布范围分为 3 类:限制在椎体一侧但未超过椎体中线;跨过椎体中线但未超过椎弓根内侧;跨过椎体中线且超过椎弓根内侧。该研究发现,尽管随着骨水泥分布范围的扩大,骨水泥渗漏的风险会相应升高,但这同样可以获得更满意的椎体前高度恢复率、Cobb 角改善情况及腰背部疼痛缓解效果。Lin 等^[23]同样认为,椎体内骨水泥分布范围越大,椎体前高度恢复率及 Cobb 角矫正越好,但必须注意发生骨水泥渗漏的可能。

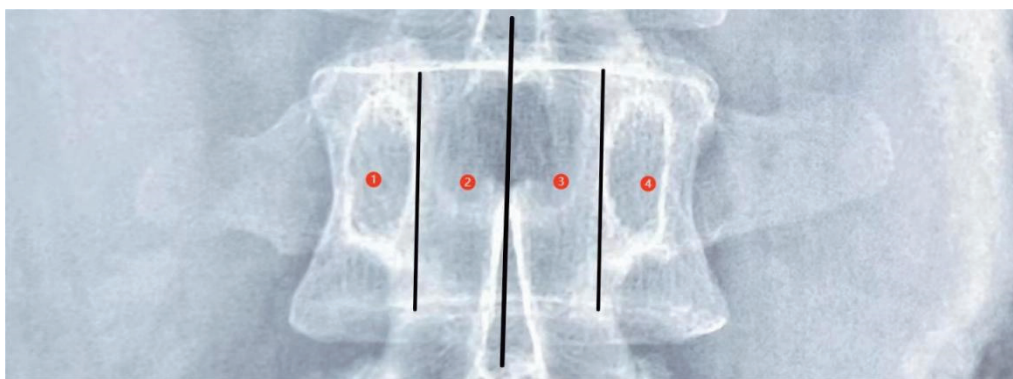


图 1 沿脊柱正中线和双侧椎弓根内侧缘作 3 条垂线,将椎体从左到右分为 4 个区域

Ding 等^[24]采取相似的分类方法根据椎体内骨水泥分布将患者分为单侧组(分布于椎体中线一侧)和双侧组(分布于椎体中线双侧),经对比研究认为双侧组的临床效果优于单侧组。He 等^[25]也有类似的分类研究,即根据骨水泥分布将患者分为“H”型组(椎体内骨水泥充填形式为 2 个团块,中间有或无水泥桥连接)和“O”型组(没有分离的完整团块),所有患者均完成至少 1 年以上随访,结果发现两组在影像学参数和临床结果上都有显著改善,虽然两组在骨水泥渗漏发生率、骨密度等方面无明显差异,但在随访 1 年时“H”型组 VAS 评分低于“O”型组,这表明“H”型骨水泥分布有更好的中期镇痛效果。Zhang 等^[26]通过断层 CT 扫描对椎体内骨水泥进行评估发现,骨水泥双侧分布的患者术后疼痛缓解率要高于骨水泥单侧分布的

患者。Song 等^[27]研究分布于椎体两侧的骨水泥连接性对临床预后的影响,结果显示连接组术后出现受损椎体再骨折及相邻椎体骨折的概率低于非连接组。但赵研等^[28]的生物力学有限元分析研究认为,骨水泥分布于椎体两侧可能会导致受损椎体及邻近椎体所受应力变小,从而降低骨水泥渗漏、受损椎体再骨折及相邻椎体骨折发生率。但值得注意的是,他们认为一旦分布于椎体两侧的骨水泥存在连接而非孤立分布,将会导致受损椎体及相邻椎体的应力增加,对临床预后造成不利影响。这与前文提到的观点有所不同,可能的解释是有限元分析并不能完全模拟复杂的脊柱活动,这在今后研究中还需深入研究。

2.2 骨水泥纵向弥散程度

骨水泥纵向弥散程度指骨水泥在椎体内纵行

方向的分布范围,在这类研究中考量的临床指标主要有椎体高度恢复及受损椎体再骨折情况。多数研究结果表明,骨水泥在纵向弥散时,上下同时靠近或接触椎体终板,可以获得较好的椎体高度恢复率及较低的受损椎体再骨折发生率。

目前骨水泥分布的纵向角度研究基本都提及了骨水泥与椎体终板的位置关系。Zhang等^[29]将接受PVP治疗的OVCF患者根据骨水泥分布分为4组,即上终板下方组(与上终板接触)、下终板上方组(与下终板接触)、上下终板同时接触组、椎体中部组,结果发现上下终板同时接触组受损椎体再骨折发生率低于其他3组。Tan等^[30]对137例接受PVP治疗的单节段OVCF患者采取与上述类似的分组方法,将上下终板同时接触组记作A组,其他3型归为B组,在末次随访时发现,A组VAS评分低于B组,且A组受损椎体再骨折和相邻椎体骨折发生率(分别为5.2%和8.6%)均低于B组(分别为16.5%和11.4%),B组局部后凸角变化也明显大于A组,这都表明骨水泥充分接触上下终板能更好地恢复椎体强度、降低受损椎体再骨折发生率和长期疼痛发生风险。林上进等^[31]结合脊柱正侧位X线检查和CT检查,将患者分为骨水泥与终板接触组和骨水泥与终板非接触组,结果显示骨水泥与终板接触组术后椎体高度丢失率及术后Cobb角变化均明显小于骨水泥与终板非接触组。该结论与上述其他研究较为接近,都认为骨水泥与终板接触更有利于预后,主张在行PVP治疗时除防止骨水泥渗漏外,还应尽量使骨水泥充满整个椎体直至接触到上下终板。

也有学者在考量纵向骨水泥分布时,对术后相邻椎体骨折发生率方面进行过相关研究。Sun等^[32]根据骨水泥分布范围将患者分为椎间盘水平组(骨水泥穿过椎板到达与相邻椎体间隔的椎间盘)、终板水平组(骨水泥在创伤椎体的某些部位与终板接触)、骨小梁水平组(骨水泥局限在骨小梁内,未与终板接触),对比3组相邻椎体骨折发生率,结果发现椎间盘水平组最高(44%),终板水平组适中(29%),骨小梁水平组最低(7%)。该研究认为,在PVP中将骨水泥限制在骨小梁水平或至少不突出到椎间盘水平可有效预防PVP后相邻椎体骨折的出现;骨小梁水平组相邻椎体骨折发生率最低的原因可能是由于缓冲组织(即位于骨折椎体与相邻椎体之间的正常椎间隙、椎体终板和部

分没有骨水泥累及的椎体小梁)的存在,当骨水泥到达椎间盘水平时,缓冲组织减少或完全丢失,从而导致椎间盘水平组相邻椎体骨折发生率最高。

3 骨水泥弥散形状与范围结合

事实上,椎体内注入的骨水泥呈现出空间分布的立体构型,从单一角度去观察伤椎内的骨水泥,并不能很好地描述骨水泥的空间分布情况。基于此,有学者综合骨水泥弥散形状与范围进行研究。

Lv等^[33]根据骨水泥弥散形状和横向弥散程度将接受PKP治疗的患者分为单一弥散组(A组)、单一致密组(B组)、双侧致密组(C组)以及双侧弥散组(D组)。该研究显示,C组和D组患者椎体前高度恢复率及后凸Cobb角改善方面均优于A组和B组;A组、D组患者末次随访时VAS评分和ODI评分均较术前明显改善,且末次随访时A组、D组VAS评分和ODI评分均低于B组、C组,说明骨水泥弥散形广泛分布对缓解疼痛有一定优势。Pan等^[16]将接受双侧入路行PKP治疗的OVCF患者根据骨水泥分布分为双侧弥散组、双侧致密组及混合组,发现骨水泥双侧弥散性分布可以获得较好的临床改善,即在缓解疼痛的同时,明显降低了受损椎体再骨折发生率。上述研究结果与前文提到的多数研究结论较为一致,都认为骨水泥弥散形、双侧广泛性分布更利于OVCF患者术后的临床预后。

然而,张保健等^[34]持有不同意见。他们综合椎体正侧位X线片,对椎体内骨水泥的整体弥散程度进行把握,将弥散好的标准规定为在正位X线片中骨水泥跨过椎体中线,侧位X线片中骨水泥长度和宽度方面大于椎体长度和宽度的3/4,但最终认为骨水泥弥散程度与受损椎体再骨折发生率及疼痛缓解无关。虽然该研究未得到有统计学意义的结果,但从整体空间(横向、纵向和前后)去描述骨水泥分布范围的思路可以引入今后研究中进行持续探讨。

4 结语

目前对OVCF患者椎体强化术后椎体内骨水泥分布情况的研究较多。从骨水泥弥散形状和横向弥散程度考量时,多数学者倾向于认为骨水泥双侧对称、弥散形分布可以获得较好的临床预后;从纵向弥散程度观察时,骨水泥上下同时靠近或接触椎体终板更有利于恢复椎体高度,防止受损椎体再骨折,但这同时也会导致相邻椎体骨折发

生率的上升。考虑到在既往实验中,多数研究都是从单一角度去描述椎体内的骨水泥分布,未能从整体空间的角度去把握,且大多为回顾性研究,存在总体样本量较少的问题,这些都可能会导致研究结果出现偏差,未来应在解决这些问题的基础上进一步进行探讨,最终期待阐明骨水泥分布与临床预后之间的内在联系,以便进一步指导临床实践。

参考文献

- [1] Barańska A, Religioni U, Klak A, et al. Coping strategies preferred by patients treated for osteoporosis and analysis of the difficulties resulting from the disease[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(9): 5677.
- [2] Čellár R, Dorko E, Rimárová K, et al. Long-term compliance of patients with osteoporosis treatment and its effect to fracture occurrence[J]. *Cent Eur J Public Health*, 2022, 30(Supplement): S22-S26.
- [3] Coughlan T, Dockery F. Osteoporosis and fracture risk in older people[J]. *Clin Med (Lond)*, 2014, 14(2): 187-191.
- [4] Testa EJ, Callanan TC, Evans AR, et al. Osteoporosis and fragility fractures[J]. *R I Med J* (2013), 2022, 105(8): 15-21.
- [5] Fang SY, Dai JL, Min JK, et al. Analysis of risk factors related to the re-fracture of adjacent vertebral body after PKP[J]. *Eur J Med Res*, 2021, 26(1): 127.
- [6] Mao W, Dong F, Huang G, et al. Risk factors for secondary fractures to percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: a systematic review[J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 644.
- [7] Dai C, Liang G, Zhang Y, et al. Risk factors of vertebral re-fracture after PVP or PKP for osteoporotic vertebral compression fractures, especially in Eastern Asia: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Orthop Surg Res*, 2022, 17(1): 161.
- [8] Prost S, Pesenti S, Fuentes S, et al. Treatment of osteoporotic vertebral fractures[J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2021, 107(1S): 102779.
- [9] Long Y, Yi W, Yang D. Advances in vertebral augmentation systems for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Pain Res Manag*, 2020, 2020: 3947368.
- [10] Cheng Y, Cheng X, Wu H. Risk factors of new vertebral compression fracture after percutaneous vertebroplasty or percutaneous kyphoplasty[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13: 964578.
- [11] 余俊喜, 吴少坚, 刘燕群, 等. 骨水泥分布状况与骨质疏松性椎体压缩骨折术后复发邻近骨折的关系 [J]. *中国临床医生杂志*, 2020, 48(4): 466-468.
- [12] An Z, Chen C, Wang J, et al. Logistic regression analysis on risk factors of augmented vertebra recompression after percutaneous vertebral augmentation[J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 374.
- [13] Tao W, Biao W, Xingmei C, et al. Predictive factors for adjacent vertebral fractures after percutaneous kyphoplasty in patients with osteoporotic vertebral compression fracture[J]. *Pain Physician*, 2022, 25(5): E725-E732.
- [14] Liu J, Tang J, Liu H, et al. A novel and convenient method to evaluate bone cement distribution following percutaneous vertebral augmentation[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 16320.
- [15] Li Q, Long X, Wang Y, et al. Clinical observation of two bone cement distribution modes after percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22(1): 577.
- [16] Pan Z, Zhou Q, Yang M, et al. Effects of distribution of bone cement on clinical efficacy and secondary fracture after percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Front Surg*, 2023, 9: 1054995.
- [17] Wang Q, Dong JF, Fang X, et al. Application and modification of bone cement in vertebroplasty: a literature review[J]. *Jt Dis Relat Surg*, 2022, 33(2): 467-478.
- [18] Lieberman IH, Togawa D, Kayanja MM. Vertebroplasty and kyphoplasty: filler materials[J]. *Spine J*, 2005, 5(6 Suppl): 305S-316S.
- [19] Lai PL, Chen LH, Chen WJ, et al. Chemical and physical properties of bone cement for vertebroplasty[J]. *Biomed J*, 2013, 36(4): 162-167.
- [20] 陈建常, 马在松, 陈文红, 等. 骨水泥分布形态对骨质疏松性椎体压缩性骨折手术效果影响 [J]. *解放军医药杂志*, 2015, 27(5): 82-85.
- [21] Zhou C, Liao Y, Huang S, et al. Effect of cement distribution type on clinical outcome after percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures in the aging population[J]. *Front Surg*, 2022, 9: 975832.
- [22] 王雪峰, 刘辉, 丁少成. 骨水泥分布模式对骨质疏松性椎体压缩骨折术后临床治疗效果 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2019, 8(11): 836-841.
- [23] Lin J, Qian L, Jiang C, et al. Bone cement distribution is a potential predictor to the reconstructive effects of unilateral percutaneous kyphoplasty in OVCFs: a retrospective study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2018, 13(1): 140.
- [24] Ding X, Zhang Q, Zhao Y, et al. Location and effect of bone cement in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Biomed Res Int*, 2022, 2022: 6127620.
- [25] He S, Zhang Y, Lv N, et al. The effect of bone cement distribution on clinical efficacy after percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(50): e18217.
- [26] Zhang Y, Chen X, Ji J, et al. Comparison of unilateral and bilateral percutaneous kyphoplasty for bone cement distribution and clinical efficacy: an analysis using three-dimensional computed tomography images[J]. *Pain Physician*, 2022, 25(6): E805-E813.
- [27] Song Q, Zhao Y, Li D, et al. Effect of different bone cement distributions in percutaneous kyphoplasty on clinical outcomes for osteoporotic vertebral compression fractures: a retrospective study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102(12): e33309.
- [28] 赵研, 宋启春, 李东, 等. 骨质疏松性椎体压缩骨折不同骨水泥分布的临床观察及生物力学的有限元分析 [J]. *创伤外科杂志*, 2022, 24(11): 818-824.
- [29] Zhang L, Wang Q, Wang L, et al. Bone cement distribution in the

- vertebral body affects chances of recompression after percutaneous vertebroplasty treatment in elderly patients with osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Clin Interv Aging, 2017, 12: 431-436.
- [30] Tan L, Wen B, Guo Z, et al. The effect of bone cement distribution on the outcome of percutaneous vertebroplasty: a case cohort study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 541.
- [31] 林上进, 林伟龙, 潘依潇, 等. 经皮椎体成形术骨水泥与终板关系对术后椎体高度丢失的影响[J]. 复旦学报(医学版), 2018, 45(2): 199-205.
- [32] Sun YC, Teng MM, Yuan WS, et al. Risk of post-vertebroplasty fracture in adjacent vertebral bodies appears correlated with the morphologic extent of bone cement[J]. J Chin Med Assoc, 2011, 74(8): 357-362.
- [33] Lv B, Ji P, Fan X, et al. Clinical efficacy of different bone cement distribution patterns in percutaneous kyphoplasty: a retrospective study[J]. Pain Physician, 2020, 23(4): E409-E416.
- [34] 张保健, 周红星. 骨水泥弥散对经皮椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折疗效的影响[J]. 临床骨科杂志, 2022, 25(1): 20-24.
- (收稿日期: 2023-04-06)
(本文编辑: 卢千语)

《国际骨科学杂志》投稿、邮购

《国际骨科学杂志》创刊于 1964 年,是国家级医学学术类期刊,入编中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)、中国学术期刊统计源期刊、中国期刊全文数据库收录期刊等,由国家卫计委、上海市卫计委主管,上海市医学科学技术情报研究所主办。

《国际骨科学杂志》以广大骨科及相关临床医师、教学人员和研究人员为读者对象,贯彻理论与实践、普及与提高相结合的办刊宗旨,主要介绍国内外骨科领域的临床和基础研究的新理论、新方法、新技术和新成果。栏目设置包括综述、论著、专题报告、学术争鸣、专利介绍、病例报告、新技术新概念、国外来访者报告及信息报道等。目前本刊的 5 年影响因子为 1.052(《中国期刊引证研究报告·2014 年版》),居“国际医学系列期刊”前茅。欢迎广大作者投送稿件!来稿若符合录用标准,均可在 6 个月内发表。

投稿通道: 官方网站 <http://gjgkx.paperopen.com> 注册后投稿或发送电子邮件至 intjorthop@163.com。同时需将打印稿 2 份、作者单位推荐(介绍)信、作者简介(出生年月、学位、技术职称、研究方向、联系手机号码)等邮寄至上海市建国西路 602 号《国际骨科学杂志》编辑部,邮编 200031。来稿需标明是否为省部级以上基金资助项目并注明编号,以便优先审稿。

本刊历史悠久、内容翔实、可读性强,深受广大骨外科及相关学科临床医生、教研人员的欢迎和好评。本刊为双月刊,大 16 开本,每单月 25 日出版。邮局发行代号:4 268(定价:12.00 元,全年 72.00 元)。编辑部全年接受个人邮购,免收邮费。

投稿、邮购联系电话:021-33262069(直线)