

· 综 述 ·

骨质疏松性椎体压缩骨折椎体成形术后 椎体再塌陷的研究进展

黄志辉¹, 吴钊², 李志钢¹

(1. 湖北中医药大学, 湖北 武汉 430065; 2. 湖北省中西医结合医院, 湖北 武汉 430015)

摘 要 骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)多见于老年人,病情严重时可造成残疾。经皮椎体成形术和经皮椎体后凸成形术是治疗 OVCF 的常用手术方法,能有效缓解临床症状,但术后容易出现椎体再塌陷,可影响远期疗效。本文对椎体再塌陷进行了概述,并从影响因素和预防措施两个方面对椎体成形术后椎体再塌陷的研究进展进行了综述。

关键词 骨质疏松性骨折; 脊柱骨折; 骨折, 压缩性; 椎体成形术; 后凸成型术; 手术后并发症; 综述

骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)是由原发性骨质疏松症引起的脊柱骨折,骨折可在无外力或轻微外力作用下发生,多见于绝经后女性和老年人,主要表现为胸腰背部疼痛,伴或不伴下肢神经症状^[1-2]。OVCF 是引起老年人胸腰背部疼痛的常见原因,病情严重时可导致残疾^[3-5]。椎体成形术是治疗 OVCF 的首选手术方法,其中最常用的是经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)和经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP),这两种手术方法均能缓解疼痛、恢复椎体强度^[6]。与传统开放手术相比,PVP 和 PKP 具有创伤小、短期效果好等优点,但术后容易出现椎体再塌陷、邻近椎体骨折等并发症,因此这两种手术方法治疗 OVCF 的远期疗效目前尚存在争议^[7-11]。椎体成形术后最常见的并发症是椎体再塌陷,因此如何避免椎体再塌陷是目前的研究热点。深入研究及探讨椎体再塌陷的发生机制和预防措施,对提高椎体成形术的远期疗效以及 OVCF 患者的生存质量具有重要意义。本文就 OVCF 椎体成形术后椎体再塌陷的研究进展综述如下。

1 椎体再塌陷概述

椎体成形术后,手术椎体的高度会不同程度丢失,为了区别这一改变与椎体再塌陷,临床多通过椎体后凸 Cobb 角、椎体高度比和椎体内裂隙征(intra-vertebral cleft, IVC)等加以区分。Ha 等^[12]报道的椎体再塌陷标准为:与初始值相比身高下降 $\geq 15\%$ 、伤椎

后凸 Cobb 角 $\geq 10^\circ$,且术后 6 个月内出现 IVC。IVC 是椎体内部坏死的特征性影像学表现,多见于椎体前部,在 X 线片上表现为横向、线性或半月形的阴影,在 CT 片上表现为椎体内骨小梁不规则或结构紊乱^[13]。

2 椎体成形术后椎体再塌陷的影响因素

椎体成形术后椎体再塌陷的影响因素较多,主要包括骨密度、机械应力、合并 IVC、手术方式、骨水泥分布情况及伤椎高度恢复情况等^[14-17]。Li 等^[14]研究发现,低骨密度、接受 PKP 手术、骨水泥注射剂量占椎体百分比较低的 OVCF 患者术后更容易出现椎体再塌陷。Ma 等^[15]通过 meta 分析发现,胸腰椎连接处骨折、术前 IVC、固体块状骨水泥分布模式与 PVP 术后椎体再塌陷呈正相关。Yu 等^[16]通过 meta 分析发现,伤椎在胸腰段、术前脊柱后凸畸形、固体块状骨水泥分布模式、伤椎高度恢复率过高是 PVP 术后椎体再塌陷的主要影响因素。

2.1 骨密度 OVCF 患者 PVP 术后椎体再塌陷与患者的骨质疏松程度关系密切^[18]。骨质疏松症患者的椎体骨小梁结构稀疏,在轻微外力作用下即可造成与骨水泥接触部分的椎体再塌陷,而骨密度高的患者则不容易出现椎体再塌陷^[19-20]。

2.2 机械应力 T₁₁ ~ L₂ 是椎体骨折的多发节段,也是术后椎体再塌陷的常见节段,这可能与胸腰段椎体的体积较小,却承受了较大的轴向压缩负荷有关^[21-24]。肥胖是椎体骨折术后再塌陷的高危因素,原因是肥胖增加了椎体的轴向压缩负荷^[14,23]。骨水泥可能影响椎体的应力分布,造成术后椎体再塌陷。骨水泥弥散情况良好的椎体具有更高的强度,会增加

邻近椎体的应力,造成邻近椎体塌陷,而且骨水泥不可被生物降解,骨组织与骨水泥之间易形成空隙,可造成椎体再塌陷^[25-27]。

2.3 合并 IVC 术前合并 IVC 的 OVCF 患者更易发生椎体再塌陷,原因可能是 IVC 影响了伤椎的骨水泥弥散效果。Yu 等^[16]研究发现,无论是 PKP 还是 PVP,IVC 都是术后椎体再塌陷的危险因素。合并 IVC 的 OVCF 患者,其骨水泥的分布模式以团块状为主,易引起椎体再塌陷^[28]。李诚等^[29-30]研究发现,对于合并 IVC 的 OVCF 患者,尤其是椎体壁破裂或椎体塌陷程度 > 75% 者,术中应注意骨水泥的注入技巧,避免增加术后椎体再塌陷风险。

2.4 手术方式 与 PVP 相比,PKP 术后更容易出现椎体再塌陷,主要原因可能是扩张的球囊破坏了松质骨的结构^[31-33]。扩张的球囊在恢复伤椎高度的同时挤压了非骨折区的骨小梁,会破坏骨小梁的连续性。球囊扩张形成的腔体使骨水泥的分布较为集中,会增加椎体上下缘的应力,从而使椎体再塌陷的风险增大。

2.5 骨水泥分布情况 骨水泥及其分布情况也是椎体成形术后椎体再塌陷的影响因素^[22,34]。Huang 等^[35-36]对源于椎体的骨水泥组织学切片进行了相关研究,发现骨坏死主要发生在骨水泥的外围,原因可能是骨水泥聚合过程中发生了放热反应。骨水泥分布不均会使椎体的应力分布出现异常,可导致脊柱不稳定,易向灌注骨水泥的对侧屈曲,造成椎体再塌陷;骨水泥分布较为集中,且离椎体终板较远,也容易发生椎体再塌陷^[37]。骨水泥呈团块型分布的椎体刚度高于骨水泥呈海绵型分布的椎体,因此骨水泥呈团块型分布的椎体更容易出现再塌陷^[38]。

2.6 伤椎高度恢复情况 伤椎高度的恢复情况与骨水泥的注入量有关,骨水泥注入量过少会使椎体因缺乏支撑而塌陷,骨水泥注入量过多会使邻近椎体骨折的风险增高^[39-41]。有研究^[22,39]发现,过多的骨水泥可能会撑开伤椎的骨折裂隙,甚至使伤椎上下终板分离,继而减缓骨折愈合速度、加速骨坏死进程。伤椎高度恢复过度,可能会造成椎旁软组织张力增加,从而增大椎体的机械负荷,导致脊柱不稳定^[16]。

3 椎体成形术后椎体再塌陷的预防措施

椎体成形术后椎体再塌陷的预防措施较多,主要包括科学防护和锻炼、合理应用抗骨质疏松药物、保持健康生活方式等。OVCF 的康复期相对较长,术后应注意保护骨折部位,避免影响骨折愈合;术后宜在

外固定支具保护下进行功能锻炼,锻炼内容包括“三点式”“五点式”“飞燕式”等,可以减少肌肉萎缩、增强肌肉力量,能够在促进骨折愈合的同时防止二次骨折^[39,41]。合理应用抗骨质疏松药物是防止 OVCF 术后椎体再塌陷的有效措施^[42-43]。在应用抗骨质疏松药物的同时补充钙剂和维生素 D,可以提高综合疗效^[44]。中医药治疗骨质疏松症具有不良反应少、患者治疗依从性高等优点,且能根据患者的具体情况进行个体化治疗。临床用于治疗骨质疏松症的中药较多,单味药物主要包括淫羊藿、鹿角胶、熟地黄、川芎、绞股蓝、丹参等^[45-46],复方制剂以具有补肾壮骨功效的药物为主^[47-52];这些药物均有助于防止 OVCF 患者椎体成形术后椎体再塌陷。中医药治疗骨质疏松症,可能通过抑制骨重塑、促进骨形成和调节钙磷代谢等发挥治疗作用,但目前其具体作用机制尚未完全明确^[53]。不良饮食和生活习惯对骨质疏松症也有负面影响^[54]。在日常饮食中注意增加钙和维生素 D 的摄入,戒除吸烟、酗酒等不良嗜好,同时加强体育锻炼,均有助于提高肌肉和骨骼强度,从而延缓骨质疏松症进程。

4 小 结

随着我国社会老龄化程度的加重,OVCF 患者逐渐增多。PVP 和 PKP 是治疗 OVCF 的有效方法,但长期疗效均存在争议,这主要与术后椎体再塌陷、邻近椎体骨折或骨水泥移位等并发症有关。椎体再塌陷是椎体成形术的常见并发症,引起这一并发症的原因较多,其中骨密度降低是关键。为了防止 OVCF 术后椎体再塌陷,可在规范应用抗骨质疏松药物的同时补充钙剂和维生素 D,并通过合理饮食和锻炼提高骨质量。

参考文献

- [1] 中国康复医学会骨质疏松预防与康复专业委员会. 骨质疏松性椎体压缩骨折诊治专家共识(2021 版)[J]. 中华医学杂志, 2021, 101(41): 3371-3379.
- [2] DEWAR C. Diagnosis and treatment of vertebral compression fractures[J]. Radiol Technol, 2015, 86(3): 301-320.
- [3] OLD J L, CALVERT M. Vertebral compression fractures in the elderly[J]. Am FamPhysician, 2004, 69(1): 111-116.
- [4] 唐任宏, 丁庆彬, 冯兰亭, 等. 骨质疏松脊柱骨折女性患者生活质量评价及影响因素研究[J]. 哈尔滨医科大学学报, 2021, 55(4): 385-389.
- [5] WU J, QU Y, WANG K, et al. Healthcare resource utiliza-

- tion and direct medical costs for patients with osteoporotic fractures in China[J]. Value Health Reg Issues, 2019, 18: 106 – 111.
- [6] 周凤鑫. 椎体成型术治疗腰椎骨折患者的研究进展[J]. 医疗装备, 2021, 34(12): 193 – 194.
- [7] KLAZEN C A, LOHLE P N, DE VRIES J, et al. Vertebroplasty versus conservative treatment in acute osteoporotic vertebral compression fractures (Vertos II): an open-label randomised trial[J]. Lancet, 2010, 376(9746): 1085 – 1092.
- [8] 李慧彬, 王婷婷, 张延辉, 等. PVP 与 PKP 治疗 OVCF 的研究进展[J]. 牡丹江医学院学报, 2021, 42(6): 146 – 148.
- [9] PARK J S, PARK Y S. Survival analysis and risk factors of new vertebral fracture after vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture[J]. Spine J, 2021, 21(8): 1355 – 1361.
- [10] YOKOYAMA K, KAWANISHI M, YAMADA M, et al. Long-term therapeutic effects of vertebroplasty for painful vertebral compression fracture: a retrospective comparative study[J]. Br J Neurosurg, 2017, 31(2): 184 – 188.
- [11] BUCHBINDER R, JOHNSTON R V, RISCHIN K J, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture [J/OL]. Cochrane Database Syst Rev, 2018, 4(4): CD006349 [2022 – 07 – 02]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29618171/>.
- [12] HA K Y, KIM Y H. Risk factors affecting progressive collapse of acute osteoporotic spinal fractures[J]. Osteoporos Int, 2013, 24(4): 1207 – 1213.
- [13] THEODOROU D J. The intravertebral vacuum cleft sign[J]. Radiology, 2001, 221(3): 787 – 788.
- [14] LI Y X, GUO D Q, ZHANG S C, et al. Risk factor analysis for re-collapse of cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty (PVP) or percutaneous kyphoplasty (PKP) [J]. Int Orthop, 2018, 42(9): 2131 – 2139.
- [15] MA Y H, TIAN Z S, LIU H C, et al. Predictive risk factors for recollapse of cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: a meta-analysis [J]. World J Clin Cases, 2021, 9(12): 2778 – 2790.
- [16] YU W, XU W, JIANG X, et al. Risk factors for recollapse of the augmented vertebrae after percutaneous vertebral augmentation: a systematic review and meta-analysis[J]. World Neurosurg, 2018, 111: 119 – 129.
- [17] KIM W J, MA S B, SHIN H M, et al. Correlation of sagittal imbalance and recollapse after percutaneous vertebroplasty for thoracolumbar osteoporotic vertebral compression fracture: a multivariate study of risk factors[J]. Asian Spine J, 2022, 16(2): 231 – 240.
- [18] ZHANG Z, FAN J, DING Q, et al. Risk factors for new osteoporotic vertebral compression fractures after vertebroplasty: a systematic review and meta-analysis[J]. J Spinal Disord Tech, 2013, 26(4): E150 – E157.
- [19] 宋春健, 周荣, 李东. PKP 椎体强化治疗骨质疏松性胸腰椎压缩骨折后椎体再塌陷的相关因素分析[J]. 系统医学, 2021, 6(22): 153 – 156.
- [20] 王中英, 侯建文, 王其尊, 等. 骨质疏松性椎体压缩骨折 PKP 术后长期效果不佳的危险因素分析[J]. 青岛大学学报(医学版), 2020, 56(4): 427 – 431.
- [21] 安珍, 杨定焯, 张祖君, 等. 骨质疏松性脊椎压缩性骨折流行病学调查分析[J]. 中国骨质疏松杂志, 2002, 8(1): 82 – 83.
- [22] HEO D H, CHIN D K, YOON Y S, et al. Recollapse of previous vertebral compression fracture after percutaneous vertebroplasty[J]. Osteoporos int, 2009, 20(3): 473 – 480.
- [23] DONG S T, ZHU J, YANG H, et al. Development and internal validation of supervised machine learning algorithm for predicting the risk of recollapse following minimally invasive kyphoplasty in osteoporotic vertebral compression fractures [J/OL]. Front Public Health, 2022, 10: 874672 [2022 – 07 – 02]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35586015/>.
- [24] BRIGGS A M, GREIG A M, WARK J D, et al. A review of anatomical and mechanical factors affecting vertebral body integrity[J]. Int J Med Sci, 2004, 1(3): 170 – 180.
- [25] 郭二松, 马朋朋, 张鑫, 等. 治疗骨质疏松性椎体压缩骨折低温骨水泥的最佳灌注量[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(16): 2542 – 2547.
- [26] 汤杰, 蔡海康, 徐镇, 等. 骨质疏松山羊椎体骨水泥强化后对其相邻椎体生物力学的影响[J]. 脊柱外科杂志, 2023, 21(1): 44 – 49.
- [27] AMEIS A, RANDHAWA K, YU H, et al. The global spine care initiative: a review of reviews and recommendations for the non-invasive management of acute osteoporotic vertebral compression fracture pain in low-and middle-income communities[J]. Eur Spine J, 2018, 27(Suppl 6): 861 – 869.
- [28] 李哲, 苏庆军, 海涌. 伴有椎体内裂隙征的骨质疏松性椎体压缩骨折的诊治进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27(7): 647 – 651.
- [29] 李诚, 程兆明, 张海波. 经皮椎体后凸成形术治疗伴周壁破裂的骨质疏松性胸腰椎骨折[J]. 脊柱外科杂志, 2021, 19(3): 195 – 197.
- [30] 唐海, 陈浩, 王炳强, 等. 椎体后凸成形术治疗重度骨质疏松性椎体压缩骨折[J]. 中华骨科杂志, 2010, 30(10):

- 978 - 983.
- [31] KIM Y Y, RHYU K W. Recompression of vertebral body after balloon kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fracture[J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(11): 1907 - 1912.
- [32] BELKOFF S M, MATHIS J M, JASPER L E, et al. The biomechanics of vertebroplasty. the effect of cement volume on mechanical behavior [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001, 26(14): 1537 - 1541.
- [33] LI D, WU Y, HUANG Y, et al. Risk factors of recompression of cemented vertebrae after kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Int Orthop*, 2016, 40(6): 1285 - 1290.
- [34] 孟胜伟, 蒋盛旦, 蒋雷生. 胸腰椎骨质疏松性椎体压缩性骨折椎体强化术后腰痛原因的研究进展[J]. *脊柱外科杂志*, 2017, 15(2): 117 - 122.
- [35] HUANG K Y, YAN J J, LIN R M. Histopathologic findings of retrieved specimens of vertebroplasty with polymethylmethacrylate cement: case control study [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30(19): E585 - 588.
- [36] STANCZYK M, VAN RIETBERGEN B. Thermal analysis of bone cement polymerisation at the cement-bone interface[J]. *J Biomech*, 2004, 37(12): 1803 - 1810.
- [37] 岳晨, 任亮, 李念虎. 椎体骨质疏松性压缩骨折患者 PVP/ PKP 术后再骨折相关因素分析[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2018, 18(16): 157 - 158.
- [38] 唐本强, 王彦辉, 许崧杰, 等. 骨质疏松性椎体压缩骨折经皮椎体强化术后椎体内骨水泥分布类型的研究进展[J]. *中华骨科杂志*, 2022, 42(5): 320 - 330.
- [39] 范鑫, 许超. PKP 术后椎体高度再丢失临床研究进展[J]. *浙江中西医结合杂志*, 2020, 30(2): 170 - 174.
- [40] 陈民. 经皮椎体成形术后骨水泥强化椎再骨折的临床研究[D]. 广东: 暨南大学, 2016.
- [41] 张圣飞, 张亮, 陶玉平, 等. OVCF 骨水泥强化术后椎体再骨折影响因素分析[J]. *实用骨科杂志*, 2019, 25(4): 293 - 296.
- [42] 邱贵兴, 裴福兴, 胡侦明, 等. 中国骨质疏松性骨折诊疗指南——骨质疏松性骨折诊断及治疗原则[J]. *黑龙江科学*, 2018, 9(2): 85 - 88.
- [43] YAMAUCHI K, ADACHI A, KAMEYAMA M, et al. A risk factor associated with subsequent new vertebral compression fracture after conservative therapy for patients with vertebral compression fracture: a retrospective observational study[J]. *Arch Osteoporos*, 2020, 15(1): 9.
- [44] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊疗指南(2017)[J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2017, 10(5): 413 - 444.
- [45] HE J, LI X, WANG Z, et al. Therapeutic anabolic and anti-catabolic benefits of natural Chinese medicines for the treatment of osteoporosis[J]. *Front pharmacol*, 2019, 10: 1344.
- [46] 中国中西医结合学会骨伤科专业委员会. 骨质疏松症中西医结合诊疗指南[J]. *中华医学杂志*, 2019, 99(45): 3524 - 3533.
- [47] 吴钊, 吴华珍, 黄志辉, 等. 补肾壮骨丸对初次椎体成形术后伤椎再塌陷的防治作用[J]. *实用医学杂志*, 2022, 38(1): 111 - 115.
- [48] 张斌, 胡伟, 谈荣珍, 等. 左归丸联合鲑鱼降钙素对老年骨质疏松性胸腰椎骨折疼痛疗效分析[J]. *药品评价*, 2021, 18(17): 1062 - 1064.
- [49] 王厚元, 谢义松. 经皮椎体后凸成形术联合独活寄生汤治疗骨质疏松性胸腰椎压缩骨折 40 例[J]. *中医临床研究*, 2021, 13(3): 103 - 105.
- [50] 徐旭冬, 王毅, 钱建敏, 等. 骨愈合原汤联合经皮椎体后凸成形术治疗骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折临床研究[J]. *新中医*, 2021, 53(19): 130 - 133.
- [51] 赵杨, 王平, 周鑫, 等. 复元活血汤加加减联合 PKP 治疗骨质疏松性胸腰椎压缩骨折对 VAS 评分及功能恢复的影响[J]. *辽宁中医杂志*, 2021, 48(9): 152 - 156.
- [52] 齐权律, 黄超文, 王晓晖, 等. 补肾益精汤联合椎体后凸成形术治疗老年骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折及对患者骨代谢指标的影响[J]. *中医临床研究*, 2021, 13(10): 66 - 68.
- [53] 周大标, 吴冰心, 阳越, 等. 基于肝脾肾探讨绝经后骨质疏松症治疗机制[J]. *陕西中医*, 2022, 43(6): 752 - 754.
- [54] HENDRICKX G, BOUDIN E, VAN HUL W. A look behind the scenes: the risk and pathogenesis of primary osteoporosis[J]. *Nat Rev Rheumatol*, 2015, 11(8): 462 - 474.

(收稿日期: 2022-07-03 本文编辑: 郭毅曼)

(上接第 36 页)

- [19] 李厚臣. 腰椎间盘突出症压痛点分布规律初探[D]. 北京: 北京中医药大学, 2015.
- [20] JOHNSON J. 姿势评估 治疗师操作指引[M]. 张钧雅, 译. 新北: 合记图书出版社, 2014: 12 - 18.
- [21] RUHE A, FEJER R, WALKER B. Pain relief is associated with decreasing postural sway in patients with non-specific

low back pain[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2012, 13: 39.

- [22] QASEEM A, WILT T J, MCLEAN R M, et al. Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: a clinical practice guideline from the American College of Physicians[J]. *Ann Intern Med*, 2017, 166(7): 514 - 530.

(收稿日期: 2022-10-24 本文编辑: 吕宁)