

# 骨质疏松椎体压缩性骨折椎体成形术后伤椎再塌陷的研究进展

吴钺<sup>1,2</sup> 黄朝靖<sup>3</sup> 邱伟<sup>3</sup> 宋建东<sup>2</sup>

[关键词] 骨质疏松椎体压缩性骨折;椎体成形术;伤椎再塌陷;研究进展;文献综述

[中图分类号] R683.2 [文献标志码] A [文章编号] 1005-0205(2023)08-0078-04

DOI:10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230817

骨质疏松椎体压缩性骨折(Osteoporotic Vertebral Compression Fractures, OVCFs)是老年人急、慢性疼痛的主要病因,其临床症状以胸/腰背部疼痛为主,严重时可能导致残疾<sup>[1-2]</sup>。椎体成形术能够有效缓解病人疼痛症状,且手术时间短、创伤小;目前成为治疗骨质疏松椎体压缩性骨折的首选方法<sup>[3-4]</sup>。而术后伤椎再塌陷是最常见的并发症,其导致术后再发疼痛、后凸畸形、再次手术等严重影响患者的远期疗效<sup>[5]</sup>;如何避免伤椎再塌陷成为研究热点。本文对术后伤椎再塌陷相关研究进行综述,为预防术后伤椎再塌陷、提高远期疗效提供参考。

## 1 伤椎再塌陷的定义

临床上将椎体成形术后由于原发性疾病或者骨质疏松症等相关因素导致术后伤椎高度不同程度丢失定义为术后伤椎再塌陷。为了评估是否发生术后伤椎再塌陷,Ha等<sup>[6]</sup>将下列三种情况判断为伤椎再塌陷:1)首次随访至6个月间伤椎高度丢失 $\geq 15\%$ ;2)首次随访至6个月间局部后凸角(Local Kyphotic Angle, LKA)增加 $\geq 10^\circ$ ;3)随访期间出现椎体裂隙征(Intravertebral Cleft Sign, IVC)。

对于术后伤椎再塌陷的计算方法主要为以下几种:1)评估与计算原伤椎高度,具体公式为(下位椎体高度+上位椎体高度)/2。2)计算伤椎高度压缩比,其具体公式为伤椎高度压缩比=(伤椎原高度-伤椎现高度)/伤椎原高度。3)局部后凸角计算方法:局部后凸角采用Cobb角的测量方法,根据以伤椎为中心的

脊柱X线侧位片,测量伤椎上一个椎体的上终板与伤椎下一个椎体的下终板垂线的夹角 $\alpha$ 即为局部后凸角。4)椎体裂隙征是椎体内部坏死的特征性影像学表现,多在伤椎椎体前部出现;在X线平片上表现横向、线性或半月形的阴影,在CT平扫上椎体裂隙征则表现为椎体内骨小梁不规则型或结构异常<sup>[7]</sup>。

## 2 伤椎再塌陷的流行病学分析

目前文献报道对于术后伤椎再塌陷的发生率千差万别,其主要原因在于术后伤椎再塌陷早期临床表现不典型,腰部僵硬、活动受限以及进展性的后凸畸形等被认为是老年患者术后的正常现象,从而使得其发生率的报道差异较大。Hou等<sup>[8]</sup>将末次随访椎体高度下降超过1 mm、伴有后凸角度增大超过 $3^\circ$ 作为术后伤椎再次塌陷的标准,研究发现281例骨质疏松椎体压缩性骨折患者接受椎体成形术,随访12个月术后伤椎再塌陷率为37.7%。同样,Zhang等<sup>[9]</sup>报道了172例骨质疏松椎体压缩性骨折患者接受经皮穿刺椎体成形术(PVP),术后平均随访时间为29.6个月,有29%的病例发生了术后伤椎再塌陷。而He等<sup>[10]</sup>将末次随访时椎体高度下降4 mm作为术后伤椎再次塌陷的标准,他们报道224例骨质疏松椎体压缩性骨折患者术后伤椎再塌陷的发生率仅为16.5%;有些研究者甚至认为术后伤椎再塌陷的发生率可能更低。笔者进一步分析后发现,之所以有着如此大差别,其主要原因在于不同单位及不同地区随访时间各不相同;其次不同单位收集的病例样本量大小也不同;再就是不同研究单位的手术方式也存在一定的差异,评判塌陷的标准不一样。

## 3 伤椎再塌陷的影响因素分析

前期许多研究者提出了一些潜在的风险因素,但总的来说由于大家对手术方式的选择不一致、术前病例严重程度不一致等原因,导致对术后伤椎再塌陷的危险因素目前仍存在争议,有些结果甚至是相互矛盾的。例如大多数研究者认为术前椎体裂隙征可能会增

基金项目:2023湖北省中医药管理局面上项目(ZY2023M013)  
2023湖北省中西医结合医院“杏林人才工程”院级  
科研青年项目(H2023Q002)

<sup>1</sup> 广州中医药大学第一临床学院(广州,510405)

<sup>2</sup> 湖北省中西医结合医院骨科

<sup>3</sup> 鄂州市中医医院骨科

加手术椎体术后再塌陷的风险<sup>[11-12]</sup>；而也有研究者认为术前椎体裂隙征与术后伤椎再塌陷无关。还有研究者认为术前潜在危险因素如年龄、性别、骨密度、术前全椎体截骨(VCR)、骨水泥注射量、局部后凸角恢复程度、骨水泥漏入椎间盘间隙等与术后伤椎再塌陷有一定关系<sup>[13-14]</sup>；但也有研究者认为术前潜在危险因素与术后伤椎再塌陷无显著关系<sup>[15-16]</sup>。

笔者对文献进行分析后发现上述文献均存在一定的局限性：第一，所纳入的研究之间存在较大的异质性，不同研究的随访时间和研究质量不同，这可能会影响最终结果的论点和可靠性。第二，大部分研究是在亚洲(例如韩国、中国大陆、中国台湾等)地区进行的，目前尚不确定研究结果是否适用于其他地区的患者。因此，笔者首先回顾了上述接受椎体成形术的患者的特征，然后通过对所有符合条件者进行综合分析，最终将这些危险因素分为手术因素与非手术因素。手术因素主要包括手术方式选择(经皮椎体后凸成形术/经皮穿刺椎体成形术、单边穿刺/双侧穿刺等)、骨水泥分布与弥散程度、椎体高度复张程度等。非手术因素主要包括骨密度值、骨折椎体位置、椎体骨折类型、外固定保护时间、坐立下地行走时间、预防跌倒、营养状况、基础疾病及用药情况等。

### 3.1 手术因素

手术因素中普遍认可的是采用双侧经椎弓根入路穿刺方法、术中骨水泥呈海绵状弥散可以降低术后伤椎再塌陷的发生。Li 等<sup>[17]</sup>的研究表明接受经皮椎体后凸成形术而不是经皮穿刺椎体成形术、接受低容量骨水泥注射的患者术后伤椎再塌陷的风险较高。Ma 等<sup>[18]</sup>在纳入 2 974 名骨质疏松椎体压缩性骨折患者的 Meta 分析中发现，胸腰椎结合部骨折、术前椎体裂隙征、骨水泥呈块状分布模式与经皮穿刺椎体成形术后伤椎再塌陷正相关。柴大起等<sup>[19]</sup>研究表明，单侧穿刺、骨水泥分布不均会导致术后椎体单侧承重过大，最终会导致脊柱不稳定、容易向非骨水泥灌注侧发生侧向屈曲，从而造成术后伤椎再塌陷。

另外，临床研究和尸体研究同时表明：骨水泥分布越局限于骨小梁或越远离椎体上下终板，术后伤椎越容易发生再塌陷；且呈团块型骨水泥分布其椎体刚度显著小于呈海绵型骨水泥分布的椎体，团块型骨水泥更容易再塌陷，推荐术中骨水泥推注时应尽可能使其呈海绵状分布。进一步探究分析发现<sup>[20]</sup>：骨水泥弥散不均匀引起术后伤椎再塌陷的主要机制可能为骨水泥引起伤椎骨结构的改变与骨坏死有关；在骨水泥灌注的椎体组织学切片中，骨坏死主要发生在骨水泥的外围，可能是术中骨水泥聚合反应过程中发热反应所导致；其次，由于骨水泥不参与成骨活动且不能被机体生

物降解，导致骨小梁组织与骨水泥之间容易形成空隙、引起微动，最终引起术后伤椎再塌陷。

除了骨水泥在伤椎中弥散方式外，Yu 等<sup>[21]</sup>在纳入 2 814 名患者的 Meta 分析中发现与术后伤椎再塌陷相关的主要影响因素还包括过高的椎体高度恢复，认为过高的椎体高度恢复可能会导致椎旁软组织肌张力增加，相应增加椎体的机械负荷，最终让骨折区节段更不稳定而发生术后伤椎再塌陷。

### 3.2 非手术因素

目前普遍认为术后发生伤椎再塌陷与患者本身的骨质疏松严重程度密切相关；假如术前患者骨密度值严重低下、骨小梁结构稀疏或缺失，与骨水泥接触部分的椎体术后容易发生再塌陷。最新研究表明，骨密度值越高，椎体成形术后伤椎越不易发生再塌陷<sup>[22]</sup>。Yu 等<sup>[21]</sup>在纳入 2 814 名患者的 Meta 分析中还发现 3 个与术后伤椎再塌陷密切相关的影响因素，包括术前的椎间隙高度、骨折椎体是否位于胸腰段、术前的严重后凸畸形。研究发现如果椎体骨折位于 T<sub>11</sub>-L<sub>2</sub>，由于其承受身体主要的轴向压缩负荷压力，更容易发生术后伤椎再塌陷；另外由于胸腰椎结合部的椎体体积较小，且胸腰段活动度较大，在承受一定负荷后伤椎的抗压能力较弱，加之骨质疏松的病理因素，更易引起术后伤椎再塌陷<sup>[23]</sup>。王汉等<sup>[24]</sup>研究还表明椎体骨折类型与术后伤椎再塌陷有一定关系，术前椎体压缩程度越严重则术后越容易发生伤椎再塌陷。另外王杰等<sup>[25]</sup>研究显示，女性、高龄、较高体重指数、2 型糖尿病史、吸烟史、饮酒史、术后早期过早下地负重、佩戴软支具外固定下地等，均可能与术后伤椎再塌陷的发生有关。

其他因素包括外固定保护时间、早期坐立下地行走时间、术后预防跌倒情况、患者自身营养状况、既往基础疾病及用药情况等，都可能与术后伤椎再塌陷有关系，但具体情况仍需进一步研究来明确。

## 4 预防措施

对于可能会发生术后伤椎再塌陷的高危人群做好预防是很有必要的。对于高危人群，一方面需要严格抗骨质疏松治疗，另一方面也需要在手术之前做好相应准备来避免术后伤椎再塌陷。目前主要的措施包括以下三个方面。

第一，术中精细手术操作。除了提高手术操作技能之外，还需在术中应可能进行双侧穿刺与提高骨水泥推注技巧，尽量使骨水泥弥散均匀；此外还可以通过改良的手术穿刺技术使骨水泥浸润整个松质骨区，以降低术后伤椎再塌陷的发生率；术中还应注意不要强求过度恢复骨折椎体的高度，以减少术后伤椎再塌陷的发生。

第二，最有效的预防措施是术后严格、规范的抗骨质疏松治疗。在保证钙剂的充分摄入时，还需要应用抑

制骨吸收和促进骨形成的药物,以达到骨量增长的目的<sup>[26]</sup>。目前临床上骨质疏松椎体压缩性骨折患者抗骨质疏松治疗一般同时应用骨补充剂和抗骨质疏松症药物。骨补充剂主要包括钙剂和维生素 D。钙是骨骼最基本的组成元素,而维生素 D 与降钙素一起,调节体内的钙磷代谢,是调节骨骼强度与密度的重要因素。一般来说,维生素 D 用于防治骨质疏松症推荐剂量为 800~1 200 U/d;高危人群则需酌情检测血清 25 羟维生素 D 水平,依据检测结果来指导维生素 D 的补充<sup>[27]</sup>。抗骨质疏松症药物种类繁多,大体可分为骨吸收抑制剂(双膦酸盐、RANKL 抑制剂、降钙素、选择性雌激素受体调节剂、雌激素等)、骨形成抑制剂(甲状旁腺激素类似物、Sclerostin 抑制剂)、其他机制药物(维生素 K 类、锶盐等)以及中医药等。近年来由于中药具有副作用小、双向调节、个体化治疗、依从性较好的优点,越来越多的研究者开始关注中医药在骨质疏松治疗中的研究。部分单味中药如淫羊藿、补骨脂、丹参、骨碎补、巴戟天、鹿角胶、熟地等已被明确证明具有防治骨质疏松的疗效;除上述单味中药外,一些补肾壮骨类中药方剂从补宜肝脾肾入手达到强筋壮骨的目的,研究显示能够预防经皮椎体后凸成形术术后的骨密度丢失<sup>[28]</sup>。现代研究表明中医药预防绝经后骨质疏松症作用的机制复杂,具有抑制破骨细胞、促进成骨细胞、调节钙磷代谢等多方面作用,但其机制尚待进一步探究。

第三,临床医师不应该低估生活方式对骨质疏松椎体压缩性骨折的影响。日常饮食的营养组成、运动的种类和频率、抽烟与饮酒等不良习惯,都会对椎体成形术后伤椎再塌陷造成不小的影响。通过饮食摄入足量的钙剂和维生素 D,配合其他的营养物质增强肌肉骨骼强度,能够预防骨质疏松引起的微骨折。其次,适当的户外锻炼、提高肌肉与骨骼的强度、增加日晒时间、术后早期佩戴支具外固定下地、减少术后负重活动时间等均可以起到一定预防术后伤椎再塌陷的作用。

## 5 展望

在步入老龄化社会的今天,易发于老年患者的骨质疏松椎体压缩性骨折需要引起人们的重视。椎体成形术是治疗骨质疏松椎体压缩性骨折的有效方法,但其术后伤椎再塌陷、再发骨折、邻近椎体骨折等并发症也是值得临床医师关注的焦点。随着人们健康观念的更新与医学技术的进步,希望在不久的将来,骨质疏松椎体压缩性骨折这一疾病可以更好地被防治甚至被杜绝。笔者也希望在未来的研究中通过更多的相关研究来证实手术方式、骨水泥分布与弥散程度、椎体高度恢复程度、骨密度值、骨折椎体位置、椎体骨折类型、外固定保护时间、坐立下地行走时间、患者自身营养状况、既往基础疾病及用药情况等相关因素与术后伤椎再塌

陷的关系,以获得更多结论性的数据;而基于目前的临床研究,为防止术后伤椎再塌陷导致临床病程的恶化,在术前仔细观察这些危险因素是必要的。

## 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] BOLTON K, WALLIS J A, TAYLOR N F. Benefits and harms of non-surgical and non-pharmacological management of osteoporotic vertebral fractures: a systematic review and meta-analysis[J]. Brazilian Journal of Physical Therapy, 2022, 26(1): 100383.
- [3] OSANLI I, VAN KUIJK S M J, DE BIE R A, et al. Percutaneous cement augmentation in the treatment of osteoporotic vertebral fractures (OVFs) in the elderly: a systematic review[J]. European Spine Journal, 2020, 29(7): 1553-1572.
- [4] BUCHBINDER R, GOLMOHAMMADI K, JOHNSTON R V, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture[J]. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2018, 5(4): 6349.
- [5] 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.
- [6] HA K Y, KIM Y H. Risk factors affecting progressive collapse of acute osteoporotic spinal fractures[J]. Osteoporosis International, 2013, 24(4): 1207-1213.
- [7] TANG J, LIU J, GU Z, et al. Outcomes of augmentation in osteoporotic vertebral compression fractures showing a cleft sign on MRI[J]. Cardio Vascular and Interventional Radiology, 2021, 44(3): 428-435.
- [8] HOU Y, YAO Q, ZHANG G, et al. Polymethylmethacrylate distribution is associated with recompression after vertebroplasty or kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: a retrospective study [J]. PLoS One, 2018, 13(6): e0198407.
- [9] 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]. Clinical Interventions in Aging, 2017, 12: 431-436.
- [10] HE D, LOU C, YU W, et al. Cement distribution patterns are associated with recompression in cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: a retrospective study[J]. World Neurosurgery, 2018, 120: e1-e7.
- [11] KRÜGER A, BUMLEIN M, KNAUF T, et al. Height and volume restoration in osteoporotic vertebral compression fractures: a biomechanical comparison of standard balloon kyphoplasty versus Tektora in a cadaveric fracture model[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2021, 22(1): 1-6.
- [12] YU W B, JIANG X B, LIANG D, et al. Risk factors and

- score for recollapse of the augmented vertebrae after percutaneous vertebroplasty in osteoporotic vertebral compression fractures[J]. *Osteoporosis International*, 2019, 30(2): 423-430.
- [13] 林铖, 陈唐亦衡, 杨惠林, 等. 骨质疏松性椎体压缩骨折行经皮椎体后凸成形术后骨水泥渗漏和伤椎再塌陷的危险因素分析[J]. *中华创伤杂志*, 2022, 38(6): 531-537.
- [14] XIONG Y, GUO W, XU F, et al. Refracture of the cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: risk factors and imaging findings[J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2021, 22(1): 1-9.
- [15] CHEN Z, YAO Z, WU C, et al. Assessment of clinical, imaging, surgical risk factors for subsequent fracture following vertebral augmentation in osteoporotic patients[J]. *Skeletal Radiology*, 2022, 51(8): 1623-1630.
- [16] ZHU S, SU Q, ZHANG Y, et al. Risk factors of cemented vertebral refracture after percutaneous vertebral augmentation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Neuroradiology*, 2020, 62(11): 1353-1360.
- [17] 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.
- [18] 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 Journal of Clinical Cases*, 2021, 9(12): 2778.
- [19] 柴大起, 马成才. 单侧与双侧椎弓根穿刺经皮椎体后凸成形术治疗老年骨质疏松性椎体压缩骨折的疗效比较[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2022, 37(7): 708-711.
- [20] LEWIS G. Properties of acrylic bone cement; state of the art review[J]. *J Biomed Mater Res*, 1997, 38(2): 155-182.
- [21] 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.
- [22] NAKANISHI K, UCHINO K, WATANABE S, et al. Video-assisted thoracoscopic surgery for re-collapse of vertebrae after percutaneous vertebral augmentation (PVA)[J]. *Spine Surgery and Related Research*, 2021, 5(1): 28-33.
- [23] 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.
- [24] 王汉, 黄友华, 符林雄, 等. 血清  $\beta$ -CTX、Cathe K、OPG 对老年 OPF 患者术后骨折再发的预测价值[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2022, 28(2): 205-209.
- [25] 王杰, 杨宝辉, 李浩鹏. 骨质疏松性腰椎椎体压缩性骨折的危险因素分析[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2021, 29(8): 29-33.
- [26] 吴钊, 李志钢, 熊昌源, 等. 补肾健骨汤治疗肝肾阴虚型骨质疏松症的临床对照研究[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2021, 29(4): 39-42.
- [27] 中华医学会骨科学分会. 骨质疏松性骨折诊疗指南(2022年版)[J]. *中华骨科杂志*, 2022, 42(22): 1473-1491.
- [28] 周叶子丰, 沈琳玲, 匡浩铭, 等. 仇湘中教授从肝论治绝经后骨质疏松经验总结[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2022, 30(8): 78-80.

(收稿日期: 2023-02-07)

(上接第 77 页)

- [12] 高欢欢, 薛志鹏, 李泰贤, 等. 治疗膝骨关节炎的中成药的组方规律分析[J]. *中国药房*, 2019(15): 2096-2100.
- [13] 朱小芳, 管咏梅, 刘莉, 等. 乳香、没药药对的研究进展[J]. *江西中医药*, 2016, 47(12): 72-75.
- [14] 陈素, 吴水才, 曾毅, 等. 龙血竭总黄酮抗炎镇痛作用及其镇痛机制探讨[J]. *时珍国医国药*, 2013, 24(5): 1030-1032.
- [15] 皇甫海全, 于海睿, 孙静. 苏木化学成分及药理作用研究进展[J]. *湖北中医药大学学报*, 2018, 20(6): 109-113.
- [16] 张年, 李兆星, 李娟, 等. 茯苓的化学成分与生物活性研究进展[J]. *世界科学技术-中医药现代化*, 2019, 21(2): 220-233.
- [17] 杨建土. 乳香没药的临床不良反应及其毒性分析[J]. *中国医药指南*, 2015, 13(1): 49-50.
- [18] 毛克臣, 李卫敏, 郑立红. 乳香、没药引起过敏反应的报道[J]. *北京中医*, 2004(1): 38-39.
- [19] 郑加梅, 尚明越, 王嘉乐, 等. 木香的化学成分、药理作用、临床应用研究进展及质量标志物预测[J]. *中草药*, 2022, 53(13): 4198-4213.
- [20] 张妍妍, 韦建华, 卢澄生, 等. 桃仁化学成分、药理作用及质量标志物的预测分析[J]. *中华中医药学刊*, 2022, 40(1): 234-241.
- [21] 陈志煌, 韦嵩, 李晓昊, 等. 便携式针刀镜治疗军事训练膝关节创伤性滑膜炎的疗效观察[J]. *广州中医药大学学报*, 2019, 36(9): 1325-1330.
- [22] 陈百成, 王飞, 孙然, 等. 滑膜炎颗粒治疗急、慢性膝关节滑膜炎的临床疗效观察[J]. *中国骨与关节外科*, 2014, 7(3): 226-230.
- [23] 甄朋超, 刘钢, 周乔, 等. 宣痹止痛膏治疗膝关节急性创伤性滑膜炎的临床研究[J]. *中国中医急症*, 2022, 31(6): 1005-1008.
- [24] 侯朝辉, 刘效仿, 王鹏, 等. 伤科黄水联合医用臭氧对急性膝关节创伤性滑膜炎患者的临床疗效[J]. *中成药*, 2019, 41(8): 2007-2009.
- [25] 姚敏, 王芹, 毛慧芳, 等. 温针灸配合康复训练治疗运动员膝关节创伤性滑膜炎的临床疗效[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2020, 28(12): 26-29.

(收稿日期: 2022-07-12)