



# 椎体成形术治疗老年胸腰椎骨质疏松性骨折的研究进展

范彦鑫, 陆向东, 赵轶波, 赵晓峰, 王文轩, 陈先维, 赵伟, 王智权, 赵斌\*

(山西医科大学第二医院骨科, 山西 太原 030001)

文章编号: 1008-5572(2020)08-0712-04

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

中图分类号: R683.2

文献标识码: A



骨质疏松症可导致骨量减少,骨强度下降,轻微的外力就可引起老年人四肢及胸腰椎骨折<sup>[1]</sup>,给社会及家庭带来了巨大的经济压力。随着老龄化人口比例的进一步扩大,我国骨质疏松性椎体压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fracture,OVCF)的发病率日益增加。临床上骨质疏松性脊柱骨折是老年常见的骨折之一,约占骨质疏松性骨折的45%<sup>[2-4]</sup>。经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty,PVP)已广泛应用于老年胸腰椎骨质疏松性骨折的治疗中,并取得了令人满意的临床效果,是目前治疗OVCF最成功和最有效的微创技术<sup>[5]</sup>。本文将对椎体成形术治疗老年胸腰椎骨折的理论基础、应用方式等研究进展作一综述。

## 1 PVP治疗骨质疏松性胸腰椎骨折的理论基础

脊柱是人体中轴最重要的一部分,可将承担的重量及外部的冲击通过骨盆传递给下肢,在承担人体负荷以及力量传递中具有举足轻重的作用。20世纪80年代,学者Denis<sup>[6]</sup>提出了沿用至今的脊柱“三柱”理论。该理论将整个脊柱按照矢状位纵向分为前柱、中柱和后柱三部分,前柱和中柱这两个部分承担轴向压缩载荷<sup>[7]</sup>。中柱的完整性对脊柱的稳定性起决定性作用。当前柱受到压缩暴力时椎体前方压缩,为稳定性骨折;而爆裂骨折是由于中柱的稳定性遭到破坏,所以为不稳定性骨折。我们从影像学观察到的数据和生物力学提供的证据可以看到,当骨质疏松椎体受到直接或者间接暴力导致骨折时,椎体外部骨皮质的连续性会发生中断,严重时椎体内部富含骨小梁的松质骨也会受到暴力压缩损伤,导致骨小梁紊乱进而对椎体的支撑性不足。在实际情况中,椎体的前、后方分别有前纵韧带和后纵韧带的包覆与支撑,椎体之间的椎间盘的纤维环也具有一定的张力能发挥其牵拉复位作用,利用这一作用可以使受伤椎体的外型与高度在一定程度上基本得到复位。但椎体内骨小梁结构就好像饼干一样被挤压变性并紊乱,因而难以恢复其原有的密度和高度。在实际的大体标本上我们可以看到此类椎体内会

形成一个缺乏骨小梁堆积与支撑的空腔,形成一个类似鸡蛋的“蛋壳样”椎体。在对这类只经过自身相关韧带及纤维环等结构行保守治疗的椎体进行CT扫描以及三维重建之后,可以观察到在这类诊断为爆裂骨折的伤椎内部腔体,骨小梁受到破坏而难以自行恢复导致的空腔现象在很长一段时间内会持续存在,这个空腔体积约占整个椎体体积的25%<sup>[8]</sup>。由于该空腔范围大,骨小梁也没有可以爬行增长恢复的路径,所以在长久的预后方面显示该中空骨小梁缺损并不能有效的愈合。在这样的情况持续存在的前提下,再加上人体应力通过脊柱的纵向传导,而导致已下沉塌陷的终板并不能完全复位,远期易发生椎体高度丢失,外观上表现为脊柱的后凸畸形。椎体成形术可以弥补这种缺陷,首先尽可能通过一定手段将受伤椎体原本形态进行一定程度的恢复,与此同时将一定的人工骨性材料或人工骨替代材料注入伤椎中进而完成伤椎椎体的力量重建,使其生物力学性能得到一定程度的恢复。

## 2 PVP治疗老年胸腰椎骨折的应用方式

2.1 PVP和椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty,PKP)治疗老年骨质疏松性骨折 人体脊柱在矢状面的平衡是靠脊柱的生理弯曲所维持的,老年骨质疏松性压缩骨折造成的椎体楔形变容易导致脊柱后凸畸形的产生。而该畸形可使人体骨折端以上的部分重力力臂变长进而加大病变椎体所受到的应力,椎体可因此发生更严重的塌陷。后凸畸形进行性加重,造成的恶性循环可使邻椎发生骨折的风险增加5~25倍<sup>[9]</sup>。正是由于这种原因,通过手术方式缓解患者疼痛,恢复伤椎在生物力学上的刚度和强度,矫正脊柱后凸畸形是非常必要的。1984年,一种可以注射进入椎体的新材料聚甲基丙烯酸甲酯(polymethyl methacrylate,PMMA)诞生,即骨水泥,进而产生了PVP。这种手术方式是经过皮肤穿刺进入椎体放置套管并将骨水泥注射进入椎体内以完成椎体强化的技术,是由法国Amiens大学放射科Galibert等<sup>[10]</sup>首

\* 本文通讯作者: 赵斌

范彦鑫, 陆向东, 赵轶波, 等. 椎体成形术治疗老年胸腰椎骨质疏松性骨折的研究进展[J]. 实用骨科杂志, 2020, 26(8): 712-715.

先提出并应用,后被广泛应用于椎体肿瘤和老年骨质疏松性骨折后的疼痛治疗。研究显示,该术式能使75%~90%的老年胸腰椎骨质疏松性骨折患者疼痛明显减轻<sup>[11-14]</sup>。在对该术式的体外生物力学测试中显示,伤椎在强度及刚度两个维度上可基本达到正常椎体的水平<sup>[15]</sup>。

但PVP也存在一个固有缺点,即椎体高度难以恢复<sup>[15-17]</sup>,所以一种可膨胀的球囊骨填充装置<sup>[17]</sup>被开发出来。1998年,Belkoff等<sup>[18]</sup>以PVP技术为基础,将伸缩性扩张球囊首次应用在脊柱压缩性骨折手术当中,使患者的后凸畸形得到一定程度的矫正,即为PKP术。该装置的应用方式是使球囊通过椎弓根通道置入伤椎内,使其膨胀撑开伤椎椎体,恢复椎体高度,终板也得到了相应的抬高。PKP技术是基于PVP原理提出的改良方法,有单侧及双侧椎弓根入路两种可选术式。前者手术时间短,注入骨水泥量少,最终能达到双侧椎弓根入路方式基本相同的效果。目前,PKP技术主要包括两种:一种是经皮球囊扩张式PKP,另一种是SKY(skyphoplasty)膨胀式扩张器椎体成形术<sup>[19]</sup>。体外生物力学实验表明,PKP在力学性能恢复与PVP相差无几的前提下,更能明显增加椎体高度的恢复<sup>[15-16]</sup>。体外测试显示,PKP较PVP在恢复椎体高度方面效果更佳<sup>[15]</sup>。同时,Liang等<sup>[2]</sup>发现PKP与PVP相比,术后1周和术后6个月时的VAS评分和Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)改善率更佳。

Zhu等<sup>[20]</sup>通过对1057篇相关文献研究荟萃分析后指出该两种术式长期疼痛缓解率、术后功能恢复程度以及术后邻近椎体再次骨折的发生率均较为相近,PVP是改善疼痛、功能状态和生活质量最有效的方法。PKP在治疗水平上,它已成为降低后续椎体骨折和再骨折风险的最佳干预手段。

但随着临床大量应用,PVP及PKP的问题渐渐显现出来:(1)在椎体高度压缩超过3/4时球囊很难置入伤椎椎体,这是PKP手术的相对禁忌证;(2)骨水泥的渗漏是PVP手术中最常见的并发症<sup>[21]</sup>:①引起神经根和脊髓损伤;②增加相邻椎体骨折风险;③加速椎间盘退变;④引起肺栓塞等严重症状。如何预防是亟待解决的临床问题;(3)伤椎注入骨水泥后,其相邻椎体在应力属性上有所改变,导致相邻椎体更容易发生骨折<sup>[22-23]</sup>。

## 2.2 PVP结合椎弓根钉内固定治疗老年骨质疏松性骨折

虽然PVP和PKP两种手术方式治疗老年骨质疏松性骨折取得了良好的临床效果,但其负面效应仍不容忽视。Heo等<sup>[24]</sup>发现,用PVP治疗的同一椎体还会再次发生骨折。文献报道显示,椎体成形术后邻近椎体骨折发生率为20%~25%<sup>[25]</sup>。临床研究表明,结合椎体成形术和椎弓根螺钉内

固定术治疗胸腰椎骨折,可以维持受损椎体的矢状曲线,并使椎体高度矫正,进一步避免伤椎再骨折和相邻椎体再骨折<sup>[26-27]</sup>。

椎弓根钉在穿过椎弓根时形成的复合结构在生物学稳定性上具有比较强的三维固定强度<sup>[28]</sup>,与此同时,利用前、后纵韧带及纤维环复合体的牵拉复位作用使骨折椎体及椎间隙的高度以及椎体外形均得以恢复,进而使脊柱的生理曲度也可以得到一定的恢复,避免了脊柱后凸畸形的发生。通过椎弓根打入椎弓根螺钉后并撑开复位,可以直接将预备好的特定填充材料经过扩大的伤椎椎弓根通道植入椎体内骨小梁断裂的骨缺损区,从而完成伤椎重建。此方法适用于多种原因导致的各种类型的椎体骨折,并且在手术过程中操作难度较小,在恢复椎体一定高度和强度的同时也能为受伤椎体的空腔部位提供有效的缺损填充。Verlaan等<sup>[29]</sup>为了达到使终板恢复到原来高度及位置的目的,术中采用球囊辅助下的终板复位(balloon assisted endplate reduction, BAER)技术复位塌陷的终板,取得良好的复位效果。Belkoff等<sup>[18]</sup>进行的体外椎体实验结果表明,球囊扩张辅助用于椎体骨折治疗以及终板复位可使实际椎体高度恢复(2.5±0.7)mm。Cyteval等<sup>[11]</sup>将这种术式应用于临床并且观察发现,该术式治疗脊柱爆裂骨折将内固定物取出,椎体大约仅有1%的高度会丢失。顾宇彤<sup>[30]</sup>在对20例无神经症状的胸腰椎骨质疏松性骨折行椎弓根螺钉内固定结合PVP治疗,认为椎弓根螺钉固定结合PVP是治疗胸腰椎骨质疏松性骨折的良好选择,可以预防单纯椎体成形术后相邻椎体骨折的发生。

单纯使用椎弓根钉内固定术治疗胸腰椎骨质疏松性骨折后,患者伤椎会产生一定程度的骨质缺损,即“蛋壳样”椎体。其椎弓根螺钉上的应力会在患者进行日常活动时进行性增加,椎弓根螺钉松动或折断就会产生<sup>[31]</sup>。联合使用PVP技术与椎弓根螺钉内固定术治疗胸腰椎骨质疏松性骨折患者,可使伤椎的强度提高<sup>[32]</sup>。此类术式中,PVP可分为单侧和双侧。仅联合单侧PVP手术时间及患者术中接受X线照射的时间均较短,其进行手术的风险较低。使用椎弓根螺钉固定术联合双侧PVP治疗胸腰椎骨质疏松性骨折不需要增加推注骨水泥的压力,骨水泥在患者椎体内的分布更均匀<sup>[33]</sup>。当然,该术式也存在一些缺点,比如球囊在撑开过程中会向着力量薄弱区域扩张,从而影响撑开效果;球囊被相对锐利的骨缘刺破则会造成手术失败<sup>[34]</sup>。

## 3 展望

PVP治疗老年胸腰椎骨折疏松性压缩骨折具有缓解疼痛,改善功能状态和提高生活质量的诸多优点,PKP为降低相邻椎体骨折和再骨折风险的有效干预手段。使用椎弓根

螺钉固定术联合单侧 PVP 与联合双侧 PVP 治疗老年胸腰椎骨质疏松性骨折均可有效地促进患者的伤椎复位,缓解其疼痛。PVP 术及 PKP 术治疗骨折疏松性压缩骨折在经历近 30 年临床检验后,技术已愈加成熟,但基于骨水泥材料的限制以及骨水泥渗漏所带来的并发症,使得该技术的发展较为局限。随着改良骨水泥注射系统和椎体固定装置,利用数字导航、虚拟现实等技术,将可以更加安全、高效地实施手术不断优化手术过程,减少骨质疏松性骨折椎体成形术后并发症的发生,结合术后快速康复等外科理念的不断发展,骨质疏松性骨折椎体强化手术将得到更久远的发展。

#### 参考文献:

- [1] Jiang Jianfa, Sun Aijun. Epidemiology, classification and diagnosis of osteoporosis in middle-aged women [J]. *Int J Gynaecol Obstet*, 2014, 17(2): 65-74.
- [2] Liang L, Chen X, Jiang W, et al. Balloon kyphoplasty or percutaneous vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fracture an updated systematic review and meta-analysis [J]. *Ann Saudi Med*, 2016, 36(3): 165-174.
- [3] Zhai W, Jia Y, Wang J, et al. The clinical effect of percutaneous kyphoplasty for the treatment of multiple osteoporotic vertebral compression fractures and the prevention of new vertebral fractures [J]. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(8): 13473-13481.
- [4] 印平, 马远征, 马迅, 等. 骨质疏松性椎体压缩性骨折的治疗指南 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2015, 21(6): 643-648.
- [5] Yang H, Liu H, Wang S, et al. Review of percutaneous kyphoplasty in China [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016, 41(Suppl 19): 52-58.
- [6] Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spine injury [J]. *Spine*, 1983, 8(8): 17-31.
- [7] An Hs, Singh K, Vaccaro AR, et al. Biomechanical evaluation of contemporary posterior spinal internal fixation configurations in an unstable burst-fracture calf spine model: special references of hook configurations and pedicle screws [J]. *Spine*, 2004, 29(3): 257-262.
- [8] Oner FC, Verlaan JJ, Verbout AJ, et al. Cement augmentation techniques in traumatic thoracolumbar spine fractures [J]. *Spine*, 2006, 31(11 Suppl): 85-95.
- [9] 于金河, 孙先泽, 侯树兵, 等. 过伸复位结合椎体后凸成形术治疗椎体后壁破裂的骨质疏松性椎体骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2005, 19(12): 991-994.
- [10] Galibert P, Deramond H, Rosat P, et al. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty [J]. *Neurochirurgie*, 1987, 33(2): 166-168.
- [11] Cyteval C, Sarrabere MP, Roux JO, et al. Acute osteoporotic vertebral collapse: Open study on percutaneous injection of acrylic surgical cement in 20 patients [J]. *Am J Roentgenol*, 1999, 173(6): 1685-1690.
- [12] Gangi A, Dietemann JL, Mortazavi R, et al. CT-guided interventional procedures for pain management in the lumbosacral spine [J]. *Radiographics*, 1998, 18(3): 621-633.
- [13] Jensen Me, Evans AJ, Mathis JM, et al. Percutaneous polymethyl methacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: Technical aspects [J]. *Am J Neuroradiol*, 1997, 18(10): 1879-1904.
- [14] Deramond H, Depriester C, Galibert P, et al. Percutaneous vertebroplasty with polymethyl methacrylate: Technique, indications, and results [J]. *Radiol Clin North Am*, 1998, 36(3): 533-546.
- [15] Belkoff SM, Mathis JM, Jasper LE, et al. An ex vivo biomechanical evaluation of a hydroxylapatite cement for use with vertebroplasty [J]. *Spine*, 2001, 26(14): 1542-1546.
- [16] Belkoff SM, Mathis JM, Deramond H, et al. An ex vivo biomechanical evaluation of a hydroxylapatite cement for use with kyphoplasty [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2001, 22(6): 1212-1216.
- [17] Wilson DR, Myers ER, Mathis JM, et al. Effect of augmentation on the mechanics of vertebral wedge fracture [J]. *Spine*, 2000, 25(2): 158-165.
- [18] Belkoff SM, Mathis JM, Fenton DC, et al. An ex vivo biomechanical evaluation of an inflatable bone tamp used in the treatment of compression fracture [J]. *Spine*, 2001, 26(2): 151-156.
- [19] Chang W, Zhang X, Jiao N, et al. Unilateral versus bilateral percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: A meta-analysis [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2014, 96(17): e6738.
- [20] Zhu RS, Kan SL, Ning GZ, et al. Which is the best treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: balloon kyphoplasty, percutaneous vertebroplasty, or non-surgical treatment? A Bayesian network meta-analysis [J]. *Osteoporos Int*, 2019, 30(2): 287-298.
- [21] Zhan Y, Jiang J, Liao H, et al. Risk factors for cement leakage after vertebroplasty or kyphoplasty: a meta-analysis of published evidence [J]. *World Neurosurg*, 2017(101): 633-642.
- [22] Phillips FM, Todd Wetzel F, Lieberman I, et al. An in vivo comparison of the potential for extravertebral cement leak after vertebroplasty and kyphoplasty [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002, 27(19): 2173-2179.

- [23] Anselmetti GC, Marcia S, Saba L, et al. Percutaneous vertebroplasty: Multi-centric results from EVEREST experience in large cohort of patients[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(12): 4083-4086.
- [24] Heo DH, Chin DK, Yoon YS, et al. Recollapse of previous vertebral compression fracture after percutaneous vertebroplasty[J]. Osteoporos Int, 2009, 20(3): 473-480.
- [25] Mckiernan F, Faciszewski T. Incidence of subsequent vertebral fracture after kyphoplasty—Point of view[J]. Spine, 2004, 29(20): 2277-2277.
- [26] Fuentes S, Blondel B, Metellus P, et al. Percutaneous kyphoplasty and pedicle screw fixation for the management of thoraco-lumbar burst fractures[J]. Eur Spine J, 2010, 19(8): 1281-1287.
- [27] Korovessis P, Repantis T, Petsinis G, et al. Direct reduction of thoracolumbar burst fractures by means of balloon kyphoplasty with calcium phosphate and stabilization with pedicle-screw instrumentation and fusion[J]. Spine, 2008, 33(4): E100.
- [28] Yi X, Lu H, Tian F, et al. Recompression in new levels after percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty compared with conservative treatment[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2014, 134(1): 21-30.
- [29] Verlaan JJ, Dhert WJA, Verbout AJ, et al. Balloon vertebroplasty in combination with pedicle screw instrumentation: a novel technique to treat thoracic and lumbar burst fractures[J]. Spine, 2005, 30(3): 73-79.
- [30] 顾宇彤, 张键, 姜晓幸, 等. 微创椎弓根钉内固定加经皮穿刺椎体成形术治疗胸腰椎骨质疏松性骨折的疗效分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20(12): 1057-1061.
- [31] 朱劲松, 杨民, 徐祝军, 等. 后路经椎弓根螺钉内固定治疗胸腰椎骨折治疗失败原因分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2016, 18(3): 253-256.
- [32] 张洋, 龙浩, 肖杰, 等. 体位复位法结合经皮椎体成形术治疗骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折 20 例疗效观察[J]. 贵州医药, 2014, 38(1): 42-43.
- [33] 黎双庆, 杨波, 杨逸禧, 等. 经皮穿刺椎体成形术治疗骨质疏松性严重椎体压缩性骨折[J]. 中国微创外科杂志, 2015, 15(9): 818-821.
- [34] Gu YT, Zhu DH, Liu HF, et al. Minimally invasive pedicle screw fixation combined with percutaneous vertebroplasty for preventing secondary fracture after vertebroplasty[J]. J Orthop Surg Res, 2015, 10(1): 31-37.

收稿日期: 2019-04-17

作者简介: 范彦鑫(1990—), 男, 研究生在读, 山西医科大学第二医院骨科, 030001。

(上接第 711 页)

- [13] 杨方方, 刘萍, 程静, 等. 慢病毒介导 shRNA 沉默大鼠肝 BRL-3A 细胞 PDZK1 对胆管侧膜 Bsep 表达的影响[J]. 安徽医科大学学报, 2019, 11(9): 1338-1342.
- [14] 缪晓刚, 阿布都艾尼·热吾提, 王利, 等. 基质金属蛋白酶-11 在骨肉瘤中的表达及生物学功能研究[J]. 实用骨科杂志, 2018, 24(11): 46-49.

收稿日期: 2019-11-12

作者简介: 石勇(1988—), 男, 医师, 绵阳市人民医院神经外科, 621000。