

## · 综 述 ·

## 经皮椎体强化术后邻近椎体骨折原因的研究进展

史超路<sup>1</sup>, 蒋国强<sup>2</sup>, 卢斌<sup>2</sup>, 陆继业<sup>2</sup>, 罗科锋<sup>2</sup>, 岳兵<sup>2</sup>

(1. 宁波大学医学院, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波大学附属医院, 浙江 宁波 315020)

**摘 要** 经皮椎体强化术是目前治疗骨质疏松性椎体压缩骨折最常用的治疗手段, 具有创伤小、手术时间短、疗效好的优点。但随着该技术的广泛应用, 相关的并发症也逐渐显现。其中, 术后邻近椎体骨折风险增加是目前研究的热点。导致经皮椎体强化术后邻近椎体骨折的原因虽然目前尚无定论, 但从已有的研究结果来看, 主要因素包括后凸畸形、骨水泥注射方式、骨水泥渗漏、骨水泥材料及骨质疏松等。

**关键词** 脊柱骨折 骨折, 压缩性 椎体成形术 综述

经皮椎体强化术是目前治疗骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF) 最常用的治疗手段, 具有创伤小、手术时间短、疗效好的优点。经皮椎体强化术包括经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 和经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 2 种。二者的基本原理都是将骨水泥注入骨折椎体内, 从而达到稳固伤椎、短期内减轻骨折所引发的疼痛的目的。随着经皮椎体强化术在临床的广泛应用, 相关的并发症也逐渐受到人们的重视。其中, 术后邻近椎体骨折风险增加是目前研究的热点。为此, 笔者将经皮椎体强化术后邻近椎体骨折原因的研究进展综述如下。

### 1 后凸畸形与经皮椎体强化术后邻近椎体骨折的关系

在生理状况下, 人体自身重力可使脊柱产生向前的弯矩, 而腰背部的骨骼肌、韧带的作用则抵消了这一向前的弯矩, 保持了脊柱平衡。脊柱胸腰段以上的重心位于胸椎前部, 这一部位发生后凸畸形会使损伤平面以上的重心更加前倾, 进一步加剧后凸畸形。吉立新等<sup>[1]</sup>的研究发现, 发生脊柱后凸畸形后, 腰段所发生的代偿性改变比腰骶段更为明显, 而腰段的代偿性改变和椎体的后滑移又更多地集中在上腰椎, 这表明胸腰段后凸畸形对上腰椎有更大影响。Movrin 等<sup>[2]</sup>通过对经皮椎体强化术后相邻节段椎体出现骨折的病人进行分析发现, 后凸成角  $< 9^\circ$  者发生邻近椎体骨折的概率要小于后凸成角  $\geq 9^\circ$  者。后凸畸形的形成使在畸形范围内的节段承受了更大的负荷, 导致

椎体间稳定性减弱, 这可能是引起后凸畸形节段容易过早退变或较易发生骨折的原因之一。

### 2 骨水泥注射方式与经皮椎体强化术后邻近椎体骨折的关系

目前, 临床上常采用单侧或双侧穿刺注射骨水泥进行经皮椎体强化术。Song 等<sup>[3]</sup>的回顾性研究表明, 单侧穿刺和双侧穿刺在改善患者 PKP 术后腰部疼痛方面的疗效相当。而 Papadopoulos 等<sup>[4]</sup>的研究也得出了相同的结论。但 Liebschner 等<sup>[5]</sup>的有限元分析结果发现, 虽然单侧穿刺 PVP 手术在恢复椎体强度、刚度和高度方面和双侧穿刺相当, 但单侧穿刺后骨水泥在椎体中分布不均匀, 脊柱在进行弯曲运动时, 未能充分充满骨水泥的一侧容易发生压缩变形。Chen 等<sup>[6]</sup>的实验也得出了同样的结论, 而且他们还发现当骨水泥在椎体内的分布越过中线后, 椎体双侧的强度都将增加, 足以维持脊柱的生物力学平衡。笔者认为, 当单侧穿刺且骨水泥分布未超过中线时, 整个椎体的刚度、强度处于不平衡状态, 刚度、强度较薄弱处的骨质, 在受到外界压力时容易发生变形, 造成脊柱生物力学性能改变, 加重邻近椎体负担, 可能会增加邻近椎体骨折的风险。另外, Movrin 等<sup>[2]</sup>的研究发现, PVP 和 PKP 术后邻近椎体骨折的发生率相当, 但 Eck 等<sup>[7]</sup>的研究表明 PVP 术后邻近椎体骨折的发生率要明显高于 PKP。

### 3 骨水泥渗漏与经皮椎体强化术后邻近椎体骨折的关系

大部分的骨水泥渗漏不会引发临床症状, 而且目前普遍认为 PVP 术后骨水泥渗漏的发生率要高于 PKP<sup>[2,8-11]</sup>。骨水泥渗漏后, 在脊柱局部形成一硬性

结构,影响了相邻椎体结构间的受力情况,其中骨水泥渗漏至椎间盘被认为是引发经皮椎体强化术后邻近椎体骨折的重要原因<sup>[12-16]</sup>。但 Syed 等<sup>[17-18]</sup>的研究结果则表明骨水泥渗漏至椎间盘与邻近椎体骨折之间无明显相关性。

#### 4 骨水泥材料与经皮椎体强化术后邻近椎体骨折的关系

聚甲基丙烯酸甲酯 (Polymethylmethacrylate, PMMA)是目前经皮椎体强化术最常用的骨水泥材料,它可有效恢复骨折椎体的硬度和强度,但由于其硬度高于正常椎体,从而增加了邻近椎体骨折的风险。Baroud 等<sup>[19]</sup>的研究结果显示,经皮椎体强化术后邻近椎体所受到的压力较术前增加了 13%~18%,认为可能是由于骨水泥的注入改变了脊柱的机械载荷,影响了邻近椎体的受力。Boger 等<sup>[20]</sup>也对上述观点持肯定态度,并通过体外生物力学实验证实低弹性模量的 PMMA 较普通 PMMA 更能提高强化椎体的抗骨折强度,而且可能更有利于降低术后邻近椎体骨折的风险。邹华章等<sup>[21]</sup>评价了应用新型可注射磷酸钙骨水泥 (calcium phosphate cement, CPC) 进行 PKP 后骨折椎体的力学性能,结果显示 CPC 在 PKP 术中能有效恢复椎体的强度和刚度,对椎体的强化水平不及 PMMA,但避免了因椎体过度强化而引起邻近节段椎体应力集中,产生邻近椎体骨折等问题。Marcia 等<sup>[22]</sup>采用含合金陶瓷的骨水泥进行 PVP 手术治疗骨折椎体 66 椎,随访 1 年未发现邻近椎体骨折。

#### 5 骨质疏松与经皮椎体强化术后邻近椎体骨折的关系

Zou 等<sup>[23]</sup>认为椎体强化术后发生的邻近椎体骨折与患者的骨质疏松程度有关。Kim 等<sup>[24]</sup>的回顾性研究也得出了同样的结论。Yoo 等<sup>[25-26]</sup>的研究表明,骨密度与椎体强化术后再发骨折的风险存在相关性,并认为椎体强化术后定期进行骨密度检查,可有效降低术后邻近椎体骨折的风险。笔者认为,经皮椎体强化术后,患者活动量减少,使骨质疏松程度进一步加重,可能也是引发邻近椎体骨折的原因之一。

#### 6 小 结

导致经皮椎体强化术后邻近椎体骨折的原因虽然目前尚无定论,但从已有的研究结果来看,主要因素包括以下几个方面:①后凸畸形。经皮椎体强化术未能完全纠正骨折椎体的后凸畸形,影响了整个脊柱

结构的受力情况,加快了邻近节段椎间盘、小关节等结构的退变。②骨水泥注射方式。单侧注射后椎体中的骨水泥分布不均匀,容易导致脊柱向骨水泥填充不充分一侧侧弯时造成该侧终板塌陷,进而改变了脊柱的生物力学结构。③骨水泥渗漏。骨水泥渗漏,尤其是向椎间盘的渗漏,增加了椎间盘的硬度,使邻近椎体终板应力增加而导致继发骨折。④骨水泥材料。PMMA 注入椎体凝固后会明显强化骨折椎体,使邻近椎间盘、椎体终板应力增加,从而导致继发骨折。⑤骨质疏松。部分学者认为经皮椎体强化术后邻近椎体骨折与手术无关,而只是骨质疏松的自然进程。

#### 7 参考文献

- [1] 吉立新,陈仲强. 胸腰段后凸畸形对腰椎前凸角度的影响及其临床意义[J]. 中国矫形外科杂志,2003,11(17): 1165-1166.
- [2] Movrin I, Vengust R, Komadina R. Adjacent vertebral fractures after percutaneous vertebral augmentation of osteoporotic vertebral compression fracture; a comparison of balloon kyphoplasty and vertebroplasty [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2010, 130(9): 1157-1166.
- [3] Song BK, Eun JP, Oh YM. Clinical and radiological comparison of unipedicular versus bipedicular balloon kyphoplasty for the treatment of vertebral compression fractures [J]. Osteoporos Int, 2009, 20(10): 1717-1723.
- [4] Papadopoulos EC, Edobor-Osula F, Gardner MJ, et al. Unipedicular balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures; early results [J]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21(8): 589-596.
- [5] Liebschner MA, Rosenberg WS, Keaveny TM. Effects of bone cement volume and distribution on vertebral stiffness after vertebroplasty [J]. Spine, 2001, 26(14): 1547-1554.
- [6] Chen B, Li Y, Xie D, et al. Comparison of unipedicular and bipedicular kyphoplasty on the stiffness and biomechanical balance of compression fractured vertebrae [J]. Eur Spine J, 2011, 20(8): 1272-1280.
- [7] Eck JC, Nachtigall D, Humphreys SC, et al. Comparison of vertebroplasty and balloon kyphoplasty for treatment of vertebral compression fractures; a meta-analysis of the literature [J]. Spine J, 2008, 18(3): 488-497.
- [8] Boonen S, Wahl DA, Nauroy L, et al. Balloon kyphoplasty and vertebroplasty in the management of vertebral compression fractures [J]. Osteoporos Int, 2011, 22(12): 2915-2934.
- [9] Lee IJ, Choi AL, Yie MY, et al. CT evaluation of local leakage of bone cement after percutaneous kyphoplasty and vertebroplasty [J]. Acta radiol, 2010, 51(6): 649-654.

- [10] Lee MJ, Dumonski M, Cahill P, et al. Percutaneous treatment of vertebral compression fractures: a meta-analysis of complications[J]. Spine, 2009, 34(11): 1228 - 1232.
- [11] Anselmetti GC, Muto M, Guglielmi G, et al. Percutaneous vertebroplasty or kyphoplasty [J]. Radiol Clin North Am, 2010, 48(3): 641 - 649.
- [12] Komemushi A, Tanigawa N, Kariya S, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fracture: multivariate study of predictors of new vertebral body fracture[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2006, 29(4): 580 - 585.
- [13] Trout AT, Kallmes DF, Kaufmann TJ. New fractures after vertebroplasty: adjacent fractures occur significantly sooner [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2006, 27(1): 217 - 223.
- [14] Chen WJ, Kao YH, Yang SC, et al. Impact of cement leakage into disks on the development of adjacent vertebral compression fractures[J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(1): 35 - 39.
- [15] Rho YJ, Choe WJ, Chun YI. Risk factors predicting the new symptomatic vertebral compression fractures after percutaneous vertebroplasty or kyphoplasty[J]. Eur Spine J, 2012, 21(5): 905 - 911.
- [16] 费琦, 李秋军, 李东, 等. 椎体后凸成形术后骨水泥椎间盘渗漏对邻近节段力学影响的有限元分析[J]. 中华医学杂志, 2011, 91(1): 51 - 55.
- [17] Syed MI, Patel NA, Jan S, et al. Intradiskal extravasation with low - volume cement filling in percutaneous vertebroplasty[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2005, 26(9): 2397 - 2401.
- [18] Lee KA, Hong SJ, Lee S, et al. Analysis of adjacent fracture after percutaneous vertebroplasty: does intradiscal cement leakage really increase the risk of adjacent vertebral fracture? [J]. Skeletal Radiol, 2011, 40(12): 1537 - 1542.
- [19] Baroud G, Bohner M. Biomechanical impact of vertebroplasty. Postoperative biomechanics of vertebroplasty [J]. Joint Bone Spine, 2006, 73(2): 144 - 150.
- [20] Boger A, Heini P, Windolf M, et al. Adjacent vertebral failure after vertebroplasty: a biomechanical study of low-modulus PMMA cement[J]. Eur Spine J, 2007, 16(12): 2118 - 2125.
- [21] 邹华章, 廖威明, 段昕, 等. 新型可注射磷酸钙骨水泥在椎体后凸成形术中的生物力学评价[J]. 中华生物医学工程杂志, 2011, 17(2): 151 - 155.
- [22] Marcia S, Boi C, Dragani M, et al. Effectiveness of a bone substitute (CERAMENT™) as an alternative to PMMA in percutaneous vertebroplasty: 1-year follow-up on clinical outcome[J]. Eur Spine J, 2012, 21 (Suppl 1): S112 - S118.
- [23] Zou J, Mei X, Zhu X, et al. The long - term incidence of subsequent vertebral body fracture after vertebral augmentation therapy: a systemic review and meta-analysis [J]. Pain Physician, 2012, 15(4): E515 - E522.
- [24] Kim SH, Kang HS, Choi JA, et al. Risk factors of new compression fractures in adjacent vertebrae after percutaneous vertebroplasty[J]. Asian Spine J, 2004, 45(4): 440 - 445.
- [25] Yoo CM, Park KB, Hwang SH, et al. The analysis of patterns and risk factors of newly developed vertebral compression fractures after percutaneous vertebroplasty [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2012, 52(4): 339 - 345.
- [26] Astrand J, Nilsson J, Thorngren KG. Screening for osteoporosis reduced new fracture incidence by almost half: a 6-year follow-up of 592 fracture patients from an osteoporosis screening program [J]. Acta Orthop, 2012, 83(6): 661 - 665.

(2013-03-20 收稿 2013-04-26 修回)

## · 简 讯 ·

## 《中医正骨》广告业务范围

■ 医疗、科研、教学单位及药械生产营销企业介绍

■ 用于骨伤科医疗、科研、教学的器械设备介绍

■ 用于骨伤科医疗、科研、教学的中西药物及中间体介绍

■ 各种形式的骨伤科讯息, 如书刊征订、招生启事、会议通知等

## 《中医正骨》2014 年度广告收费标准

刊登位置	印刷规格	版面	每期收费标准(元)	半年收费标准(元)	全年收费标准(元)
封二	大 16 开彩色铜版纸印刷	全版	9 000	54 000	75 600
封三	大 16 开彩色铜版纸印刷	全版	8 000	48 000	67 200
封底	大 16 开彩色铜版纸印刷	全版	10 000	60 000	84 000
前插页	大 16 开彩色铜版纸印刷	全版	7 000	42 000	58 800
后插页	大 16 开彩色铜版纸印刷	全版	6 000	36 000	50 400
内文图文	大 16 开黑白铜版纸印刷	全版	3 000	18 000	25 200
	大 16 开黑白铜版纸印刷	1/2 版	1 800	10 800	15 120
内文文字	大 16 开黑白铜版纸印刷	全版	3 000	18 000	25 200
	大 16 开黑白铜版纸印刷	1/2 版	1 800	10 800	15 120