

PVP术后相邻椎体骨折的相关因素研究进展

唐晓军, 曹 奇

(南华大学附属第二医院脊柱外科 421001 湖南省衡阳市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2011.12.12

中图分类号: R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2011)-12-1019-04

经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 因创伤小、操作简便, 已广泛应用于临床治疗骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)。然而, PVP 术后椎体骨折在临床并不少见, 包括手术椎体再骨折 (椎体高度丢失或再次塌陷) 和非手术椎体的新骨折 (相邻椎体和非相邻椎体骨折)。其中强化椎相邻椎体骨折较为多见, 93.1% 发生于术后 1 年内^[1], 1~3 个月是最危险期^[2], 其骨折原因复杂。笔者就 PVP 术后相邻椎体骨折的相关因素研究进展综述如下。

1 PVP 术后相邻椎体骨折的发生率

OVCF 时采用 PVP 治疗与保守疗法治疗后椎体新骨折发生率并无明显差异, 但 PVP 治疗后有一半的椎体骨折发生于强化椎相邻椎体^[3,4]。强化椎相邻椎体较非相邻椎体发生骨折的风险高且发生时间更早^[1,5-7]。Tanigawa 等^[7]报道 194 例 OVCF 患者共 500 个椎体行 PVP 治疗, 术后平均随访 31 个月, 65 例 (33.5%) 患者共 103 个椎体发生了新骨折, 其中 65 个 (63.1%) 为强化椎相邻椎体, 38 个 (36.9%) 为非相邻椎体。Lin 等^[8]采用回顾性队列研究分析发现, 在 70 例因 OVCF 行 PVP 治疗的患者中, 19 例 (27%) 共 22 个椎体在术后 10±9.5 个月内出现新骨折, 其中 15 个 (68%) 为相邻椎体, 7 个 (32%) 为非相邻椎体, 两者比较有显著性差异; 但在发生的时间先后顺序上无差异, 且发生在强化椎以上或以下部位的几率亦无显著性差异。Kim 等^[9]对因 OVCF 行 PVP 治疗的患者进行观察, 以强化椎相邻以上及以下各 5 个椎体为一组, 观察 913 个椎体, 发现强化椎相邻椎体骨折发生率是非相邻椎体骨折发生率的 3.03 倍。Grados 等^[10]报道 25 例共 34 个椎体因 OVCF 行 PVP 治疗的患者, 强化椎相邻椎体骨折发生的优势比 (odds ratio, OR) 为 2.27, 而非相邻椎体骨折发生的 OR 值仅为 1.44。

由于统计方法、样本纳入标准及随访年限的不同, 文献报道的强化椎相邻椎体骨折发生率也不完全相同。Lee 等^[10]报道 244 例 PVP 治疗术后椎体新骨折发生率为

15.6% (50% 的患者在术后 1 年内出现), 其中 58% 的患者为强化椎相邻椎体骨折, 42% 的患者为非相邻椎体骨折, 两者比较差异无统计学意义。Klazen 等^[11]对比分析了 91 例行 PVP 和 85 例采用保守疗法的 OVCF 患者发现, 两者椎体新骨折的发生率无明显差异, 且新骨折发生于原骨折椎体相邻或非相邻椎体的风险亦无差异。

2 PVP 术后相邻椎体骨折的相关因素

2.1 骨水泥

最大抗压强度反映椎体的载荷能力, 刚度反映轴向载荷下抵抗变形的能力。骨水泥的使用兼有利弊^[12-14]: 一方面提供满足载荷所需的椎体强度; 另一方面, 剂量过大会导致椎体刚度增加, 加剧载荷应力不均匀分散; 此外, 骨水泥还抑制椎体终板中心将应力分散传导至骨小梁, 破坏了“蛋壳样”效应, 载荷应力通过终板膨出传递至相邻的椎间盘和椎体上, 增加相邻椎体骨折的风险^[15]。强化椎骨水泥使用剂量、注射方式、椎体内分布、骨水泥渗漏及骨水泥性质不同等引起的生物力学传导改变与相邻椎体骨折的关系目前存在争议。

2.1.1 骨水泥使用剂量 过多骨水泥注入会引起椎体载荷应力不均匀分散, 相邻椎体承受应力载荷过大, 骨折更易发生^[9]。有限元模型实验研究发现^[16]: 2ml 骨水泥就能使椎体强度恢复至损伤前水平, 骨水泥剂量达到 3.5ml 或治疗椎体积的 14% 即可恢复椎体刚度至损伤前水平, 填充达到整个椎体的 30% 则刚度增加到损伤前的 1.5 倍以上。娴熟的手术技巧、适量的骨水泥剂量 (胸椎 < 4ml、腰椎 < 6ml) 有利于减少 PVP 术后相邻椎体骨折的发生^[17,18]。

Al-Ali 等^[19]的研究结果却相反, 357 例 OVCF 患者共 660 个椎体行 PVP 治疗, T3~T8、T9~T12、L1~L5 节段骨水泥使用剂量分别平均为 3.5ml、5.0ml 和 6.0ml, 多因素 Logistic 回归分析表明, 骨水泥剂量与 PVP 术后相邻椎体骨折无相关性。Cyteval 等^[20]发现即使 1~3ml 小剂量骨水泥的使用, 也仅对减少骨水泥渗漏有利, 而对减少相邻椎体骨折的发生无任何意义。

2.1.2 骨水泥的注射方式及其在椎体内的分布 Molloy 等研究发现, 单侧注射骨水泥与双侧注射比较强化椎椎体刚度无明显差异^[12], 但边缘注射明显优于中心注射^[14]。

第一作者简介: 男 (1983-), 硕士研究生, 住院医师, 研究方向: 脊柱外科

电话: (0734) 8899686 E-mail: medictxj@hotmail.com

Liebschner等^[16]通过有限元模型研究骨水泥注射方式及其在椎体内的分布所引起的生物应力效应对相邻椎体骨折的影响,结果表明骨水泥注入能使伤椎强度和刚度得到恢复,但单侧注射造成骨水泥在椎体内分布不对称的几率更大,增加单侧载荷传递,无法获得理想的生物力学效果;双侧注射骨水泥在椎体内分布均匀,相邻椎体骨折的出现要少于单侧注射。陈柏龄等^[21]对成人 T4~L1 椎体标本的生物力学测试发现,单侧椎体的骨水泥填充即可基本恢复椎体的轴向压缩强度,但在侧方压缩载荷下非穿刺侧刚度显著低于穿刺侧,表明椎体刚度的维持与骨水泥在椎体内的分布有关。而 Knavel 等^[22]对 917 例 OVCF 患者的回顾性研究分析发现,等剂量骨水泥使用条件下,单侧和双侧注射无论对于疼痛症状的缓解或椎体刚度和强度的重建,两者比较均无显著性差异;相邻椎体骨折与骨水泥的注射方式及其在椎体内的分布部位无关。在临床上,椎体刚度的恢复应控制在生理水平范围,因为局部骨水泥的存在并不能满足长期日常生活的椎体载荷所需^[23],否则将导致脊柱轴向负荷应力传导的紊乱而引起相邻椎体的骨折。

2.1.3 骨水泥渗漏 骨水泥渗漏是 PVP 治疗的常见并发症,骨水泥椎间盘内渗漏会加剧原有退变椎间盘的损害,产生“柱墩效应(pillar effect)”,使其对不良应力的缓冲作用下降,增加相邻椎体骨折的发生率^[24]。伴有骨水泥渗漏与无骨水泥渗漏的 PVP 治疗患者比较,前者相邻椎体骨折的发生率是后者的 4.6 倍,但骨水泥渗漏与强化椎非相邻椎体的骨折无关^[25]。Lin 等^[26]报道 38 例行 PVP 治疗的患者中,14 例出现术后骨折,其中 10 例发生于椎间盘渗漏的相邻椎体,4 例发生于非相邻椎体,两者比较差异有统计学意义;进一步分析发现,椎间盘渗漏的相邻椎体骨折发生率为 58%,而无椎间盘渗漏的相邻椎体骨折发生率仅为 12%。

也有学者持相反意见。Lee 等^[27]回顾性分析了 188 例共 351 个椎体行 PVP 治疗的 OVCF 患者,单因素和多因素分析表明椎间盘内骨水泥渗漏并非相邻椎体骨折发生的危险因素。Al-Ali 等^[19]报道椎间盘内骨水泥渗漏率为 17%,但与相邻椎体骨折的发生并无明显相关性。Klazen 等^[11]对 134 个接受 PVP 治疗的椎体行 CT 扫描,骨水泥渗漏发生率为 72%,主要出现于椎间盘或节段静脉内,所有患者均无临床症状,Logistic 回归分析发现骨水泥渗漏与相邻椎体骨折无相关性。

2.1.4 骨水泥的种类 Nouda 等^[28]对 24 具成年人尸体胸腰段(T10~L2)脊柱标本进行生物力学测试,在 T12 椎体压缩骨折模型构建成功后分别注入相同剂量的聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)骨水泥和磷酸钙骨水泥,PVP 术后两组的破坏载荷无差异,但 PMMA 组可见骨折发生于强化椎相邻椎体,而磷酸钙组骨折发生于强化椎,说明 PMMA 强度高于磷酸钙,是相邻椎体骨折的危险因素。此外,Boger 等^[29]还发现普通 PMMA 骨水泥刚度过高,是骨质疏松椎体松质骨刚度的 7~10 倍,妨碍了强化椎椎间盘在承受载荷

应力变化时的缓冲能力,导致大部分负荷向相邻椎体终板不均匀传递,最终骨折发生;而较低刚度的低模量 PMMA 骨水泥具有更理想的应力载荷传导作用,有利于避免 PVP 术后相邻椎体骨折。

2.2 原骨折发生的部位

原骨折发生部位也是 PVP 术后相邻椎体骨折的危险因素。Kim 等^[1]对 526 个胸椎和 387 个腰椎进行 X 线或 MRI 观察,发现胸腰段(T11~L2)PVP 术后相邻椎体骨折发生率 2.7 倍于脊柱其他节段。Lo 等^[4]回顾性研究 271 例行 PVP 治疗的 OVCF 患者也发现,T12、L1 骨折椎体 PVP 术后更易发生相邻椎体骨折,与其他学者研究结论^[5,27]一致,可能与该部位处于脊柱生理性前后凸转折点、应力较为集中有关。

2.3 强化椎畸形变

强化椎合并椎体真空征(intravertebral vacuum clefts,IVCs,又称 Kümmel 病)者,相邻椎体骨折发生率更高。Trout 等^[6]报道 PVP 治疗 65 个合并及 399 个无 IVCs 的 OVCF 病例,前者 PVP 术后发生骨折的风险 OR 值为 1.9,高出后者近 2 倍;其中发生相邻椎体骨折的 OR 值为 2.02,远高于后者。其具体原因尚不清楚,可能与 Kümmel 病特点及椎体内骨水泥填充剂量、分布不均等因素有关。将等剂量骨水泥分别应用于 107 个伴有及 193 个不伴 IVCs 的 OVCF 时,骨水泥渗漏发生率无差别;但渗漏好发部位不同,前者多见于椎间盘(与 IVCs 合并终板骨折裂隙有关),后者多见于硬膜外间隙或椎基底静脉,因而前者相邻椎体骨折发生率也更高^[30]。

2.4 强化椎畸形的过度矫正

椎体骨折塌陷、形成后凸畸形导致脊柱正常生物力学传导破坏,相邻椎体应力载荷负荷过重并持续增加导致骨折发生。部分研究结果显示,相邻椎体骨折与强化椎前柱高度(anterior vertebral height,AVH)的过度恢复和后凸角度的过度矫正呈正相关^[1,23,31,32]。通常 PVP 能实现 2.5~8.4mm 或 16.7%~28.6%的 AVH 恢复,如果超过 1cm 则相邻椎体骨折的风险提高 2.59 倍,AVH 每增加 1%则相邻椎体骨折的风险提高 7 倍^[11];后凸角度每矫正 1°会使发生相邻椎体骨折的几率增加 9%^[23]。究其原因,可能是由于 AVH 或后凸畸形过度恢复导致周围软组织牵张力增高、所需骨水泥剂量相对也较多,从而引起相邻椎体应力载荷增加。

2.5 骨质疏松病程进展

骨密度(bone mineral density,BMD)值是预示骨折发生风险的有效指标,低于 22kg/m²提示骨折出现的灵敏度和特异度分别是 91%和 74%^[8]。骨质疏松症患者 BMD 低、骨脆性大,往往初次椎体骨折发生时就可累及一个以上的椎体。Klazen 等^[11]采用线性回归分析发现,原骨折椎体数量是 PVP 术后骨折出现及发生数量的唯一危险因素,相邻椎体骨折与骨质疏松程度进展密切相关,而与 PVP 治疗无关。PVP 术后骨质疏松的相邻椎体似乎更容易因应力集中而导致压缩骨折或高度丢失^[8],但确切的结论

尚有待大规模的流行病学统计分析。

3 总结

PVP术后相邻椎体骨折的原因很多,相关的基础研究和临床总结报道并不少见,但由于研究方法或随访时间的差异,仍存在较多争议。多数学者认同各种导致强化椎载荷应力传导异常、相邻节段承受负荷过大的因素,如骨水泥使用量过多、椎体内分布不均或渗漏等,均是相邻椎体骨折的高危因素^[11,33,34]。

4 参考文献

- Kim SH, Kang HS, Choi JA, et al. Risk factors of new compression fractures in adjacent vertebrae after percutaneous vertebroplasty[J]. *Acta Radiol*, 2004, 45(4): 440-445.
- Li YA, Lin CL, Chang MC, et al. Subsequent vertebral fracture after vertebroplasty: incidence and analysis of risk factors[J]. *Spine*, 2011 Jan 13, [Epub ahead of print].
- Chosa K, Naito A, Awai K. Newly developed compression fractures after percutaneous vertebroplasty: comparison with conservative treatment[J]. *Jpn J Radiol*, 2011, 29(5): 335-341.
- Lo YP, Chen WJ, Chen LH, et al. New vertebral fracture after vertebroplasty[J]. *J Trauma*, 2008, 65(6): 1439-1445.
- Trout AT, Kallmes DF, Kaufmann TJ. New fractures after vertebroplasty: adjacent fractures occur significantly sooner [J]. *Am J Neuroradiol*, 2006, 27(1): 217-223.
- Trout AT, Kallmes DF, Lane JJ, et al. Subsequent vertebral fractures after vertebroplasty: association with intraosseous clefts[J]. *Am J Neuroradiol*, 2006, 27(7): 1586-1591.
- Tanigawa N, Kariya S, Komemushi A, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fractures: long-term evaluation of the technical and clinical outcomes [J]. *Am J Roentgenol*, 2011, 196(6): 1415-1418.
- Lin WC, Cheng TT, Lee YC, et al. New vertebral osteoporotic compression fractures after percutaneous vertebroplasty: retrospective analysis of risk factors[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2008, 19(2 Pt 1): 225-231.
- Grados F, Depriester C, Cayrolle G, et al. Long-term observations of vertebral osteoporotic fractures treated by percutaneous vertebroplasty[J]. *Rheumatology*, 2000, 39(12): 1410-1414.
- Lee WS, Sung KH, Jeong HT, et al. Risk factors of developing new symptomatic vertebral compression fractures after percutaneous vertebroplasty in osteoporotic patients [J]. *Eur Spine J*, 2006, 15(12): 1777-1783.
- Klazen CA, Venmans A, de Vries J, et al. Percutaneous vertebroplasty is not a risk factor for new osteoporotic compression fractures: results from VERTOS II [J]. *Am J Neuroradiol*, 2010, 31(8): 1447-1450.
- Molloy S, Riley LH 3rd, Belkoff SM. Effect of cement volume and placement on mechanical-property restoration resulting from vertebroplasty [J]. *Am J Neuroradiol*, 2005, 26(2): 401-404.
- Mudano AS, Bian J, Cope JU, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty are associated with an increased risk of secondary vertebral compression fractures: a population-based cohort study[J]. *Osteoporos Int*, 2009, 20(5): 819-826.
- Molloy S, Mathis JM, Belkoff SM. The effect of vertebral body percentage fill on mechanical behavior during percutaneous vertebroplasty[J]. *Spine*, 2003, 28(14): 1549-1554.
- Fahim DK, Sun K, Tawackoli W, et al. Premature adjacent vertebral fracture after vertebroplasty: a biomechanical study[J]. *Neurosurgery*, 2011, 69(3): 733-744.
- 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.
- Jin YJ, Yoon SH, Park KW, et al. The volumetric analysis of cement in vertebroplasty: relationship with clinical outcome and complications[J]. *Spine*, 2011, 36(12): E761-772.
- Han IH, Chin DK, Kuh SU, et al. Magnetic resonance imaging findings of subsequent fractures after vertebroplasty [J]. *Neurosurgery*, 2009, 64(4): 740-744.
- Al-Ali F, Barrow T, Luke K. Vertebroplasty: what is important and what is not [J]. *Am J Neuroradiol*, 2009, 30(10): 1835-1839.
- Cyteval C, Thomas E, Solignac D, et al. Prospective evaluation of fracture risk in osteoporotic patients after low cement volume vertebroplasty[J]. *J Radiol*, 2008, 89(6): 797-801.
- 陈柏龄, 谢登辉, 黎艺强, 等. 单侧 PKP 骨水泥注射过中线分布对压缩性骨折椎体两侧刚度的影响[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2011, 21(2): 118-121.
- Knave EM, Rad AE, Thielen KR, et al. Clinical outcomes with hemivertebral filling during percutaneous vertebroplasty[J]. *Am J Neuroradiol*, 2009, 30(3): 496-499.
- Lin WC, Lee YC, Lee CH, et al. Refractures in cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: a retrospective analysis[J]. *Eur Spine J*, 2008, 17(4): 592-599.
- 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.
- 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.
- Lin EP, Ekholm S, Hiwatashi A, et al. Vertebroplasty: cement leakage into the disc increases the risk of new fracture of adjacent vertebral body [J]. *Am J Neuroradiol*, 2004, 25(2): 175-180.
- 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.
- Nouda S, Tomita S, Kin A, et al. Adjacent vertebral body frac

综述

颅骨牵引治疗下颈椎脱位伴关节突交锁的研究进展

陈 科, 靳安民

(南方医科大学珠江医院骨科中心 510282 广州市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2011.12.13

中图分类号: R684.3, R454 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2011)-12-1022-04

下颈椎(C3~C7)脱位是临床常见的颈椎损伤,根据暴力种类、大小、有无旋转等因素不同,常致颈椎关节突关节(小关节)单侧或双侧的半脱位或全脱位及合并椎体、椎板、棘突的骨折,同时常伴有不同程度的脊髓损伤,甚至危及生命。迅速、简便而有效的针对性治疗至关重要。临床常用的治疗方法包括非手术治疗(如枕颌带牵引、颈托或颈围固定、颅骨牵引、Halo 装置固定等和较少使用的手法复位)和手术治疗(包括开放复位、前后路减压、植骨融合、内固定)。颅骨牵引复位快速高效,廉价简易,在下颈椎脱位治疗中应用广泛。大多数学者认为最简单有效和安全可靠的是采用轴向颅骨牵引复位^[1]。现将近年来颅骨牵引治疗下颈椎脱位伴关节突交锁的进展综述如下。

1 下颈椎脱位的生物力学机制

正常颈椎由内源(椎体、椎间盘、附件、韧带等)和外源(颈部肌肉)性结构共同维持稳定性,其中任何环节遭受破坏,均可引起或诱发颈椎正常结构平衡功能的丧失。Zdeblick 等^[2]在下颈段进行三维运动测试,单侧小关节内

侧半切除对颈段的前屈、后伸和侧弯运动没有明显的影响,但双侧小关节内侧半切除会产生节段不稳定,同时造成扭转强度的减小。Ng 等^[3]对颈椎正常生理载荷下进行了有限元分析,发现当颈椎小关节脱位时,与正常相比各方向运动的稳定性均下降,特别是在颈椎前屈、后伸和轴向旋转时。由此可见,颈椎小关节及其关节囊的完整性对于颈段的屈伸、侧弯和旋转的稳定性十分重要。下颈椎脱位伴关节交锁属于 Allen-Ferguson 分型中的牵张屈曲型损伤,常伴关节囊撕裂、韧带和椎间盘的破坏。小关节脱位分为双侧脱位和单侧脱位,常合并骨折,前者较后者多见。一般认为,双侧小关节脱位多是在屈曲牵张下发生;而单侧脱位常伴有旋转暴力。Ivancic 等^[4]在尸体上进行施加颈椎动态负荷下模拟双侧关节脱位的生物力学实验,发现脱位颈椎依次发生的屈曲旋转、关节分离和上方椎体相对向前移位是先后在屈曲暴力、轴向压缩力及前方剪切力的合力基础上导致,且上述力量依次递减,与 Panjabi 等^[5]关于单侧关节突交锁的发生先于双侧交锁的结论相吻合。说明单侧脱位与双侧脱位的发生并不是孤立的,而是相互联系的。

2 颅骨牵引应用的原则

对于新鲜的下颈椎脱位,特别是合并关节突交锁者,

第一作者简介:男(1986-),医师,在读硕士研究生,研究方向:脊柱外科
电话:(020)61260369 E-mail:15820251025@qq.com

- ture following vertebroplasty with polymethylmethacrylate or calcium phosphate cement; biomechanical evaluation of the cadaveric spine[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(24): 2613-2618.
29. 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.
30. Tanigawa N, Kariya S, Komemushi A, et al. Cement leakage in percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fractures with or without intra-vertebral clefts [J]. Am J Roentgenol, 2009, 193(5): W442-445.
31. 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.
32. Chen LH, Hsieh MK, Liao JC, et al. Repeated percutaneous vertebroplasty for refracture of cemented vertebrae [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2011, 131(7): 927-933.
33. 刘东光, 周辉, 金永明. 骨质疏松性椎体压缩骨折 PVP 术后相邻椎体骨折的相关因素分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(12): 980-984.
34. Syed MI, Patel NA, Jan S, et al. Intradiskal extravasation with low-volume cement filling in percutaneous vertebroplasty [J]. Am J Neuroradiol, 2005, 26(9): 2397-2401.
- (收稿日期: 2011-03-09 修回日期: 2011-08-22)
(本文编辑 李伟霞)