

经皮椎体成形术临床治疗的优势以及有待研究的问题

李锋涛, 贺西京

(西安交通大学第二附属医院脊柱外科, 陕西 西安 710004)

关键词 骨质疏松; 脊柱骨折; 经皮椎体后凸成形术; 经皮椎体成形术

中图分类号: R683

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2020.09.001

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Advantages of clinical treatment of percutaneous vertebroplasty and problems to be studied LI Feng-tao and HE Xi-jing. Department of Spinal Surgery, the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710004, Shaanxi, China

KEYWORDS Osteoporosis; Spinal fractures; Percutaneous kyphoplasty; Percutaneous vertebroplasty



(贺西京教授)

经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)是法国医生 Galibert 等^[1]首次报道, 其将聚甲基丙烯酸甲酯 (polymethyl methacrylate, PMMA) 注射于一名 C₂ 椎体血管瘤的患者, 获得了良好的疗效。后来为了减少 PMMA 的渗漏, Kaemmerlen 等^[2]报道了经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP)。

PVP 和 PKP 技术由于具有疗效好、微创、手术操作简单、术后症状缓解迅速、下地时间早等优点, 受到了医生和患者的青睐。但随着病例量的累积, 也逐渐出现了一些问题和争议。本文将根据临床经验结合相关文献^[3-9]对此进行探讨。

1 椎体成形技术

1.1 PVP 和 PKP

PVP 作为一种微创技术, 其通过椎弓根、椎体旁等入路穿刺进入病椎椎体, 向内注射骨水泥, 以达到增强椎体强度, 缓解疼痛的目的。PVP 技术只是向病椎椎体内注射了骨水泥, 并没有复位骨折, 恢复病椎椎体高度, 因此, 其对于改善椎体后凸 Cobb 角作用较弱。临床发现, PVP 具有较高的骨水泥渗漏率, Jason 等^[10]Meta 分析中报道, 骨水泥渗漏率为 19.7%~41%。为了减少术中骨水泥渗漏, 复位病变椎体高度, 随后出现了 PKP 技术, 该技术将可膨胀性球囊

置入病椎椎体内, 通过扩张球囊在椎体内形成空腔并恢复椎体高度, 在取出球囊后, 向椎体的空腔内注入骨水泥, 达到恢复椎体高度、增强椎体强度和缓解症状的目的, 改善椎体后凸 Cobb 角度。将术中骨水泥渗漏率大幅降至 7%^[10]~9%^[11]。

PVP 和 PKP 技术主要用于治疗骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporotic vertebral compression fractures, OVCFs), Kümmell 病, 椎体肿瘤等疾病。Zuo 等^[12]Meta 分析了 18 个研究中的 1 994 例 OVCFs 患者, 结果显示 PVP 和 PKP 的短期和长期疗效明显优于保守治疗。PVP 和 PKP 对于急性 OVCFs 疼痛的缓解率为 90%, 对于 4 个月以上慢性疼痛缓解率 80%~100%, 明显延长了患者的生存率, 提高了生存质量。Liu 等^[13]对 PVP 和 PKP 治疗 OVCFs 进行了 5 年的随访显示术后 5 年在椎体高度、椎体后凸楔形角和疼痛视觉模拟 (visual analogue scale, VAS) 评分方面与术后即刻时差异无统计学意义。PVP 与 PKP 均可显著缓解 Kümmell 病患者的疼痛, 获得较好的治疗效果和安全性。应用该技术治疗脊柱转移瘤, 也可明显缓解患者疼痛, 提高生活质量。PKP 的椎体高度恢复和局部后凸角矫正效果优于 PVP。但 PKP 的手术时间明显长于 PVP, 且费用较高。

1.2 骨填充网袋椎体成形术

骨填充网袋椎体成形术是针对椎体骨折后壁缺损, 术中骨水泥渗漏风险较高而研发的技术。临床用于治疗椎体良性和恶性肿瘤及骨质疏松导致的椎体压缩性骨折等。该技术将 PKP 技术中的扩张球囊变成用聚对苯甲酸乙二醇酯 (polyethylene terephthalate, PET) 材料制成的网袋。这种网袋采用前疏后密型设计, 可包裹绝大部分骨水泥, 防止骨水泥向后方

渗漏。网袋并不完全包裹骨水泥,部分骨水泥可从网孔中渗出与骨组织嵌合,使骨水泥与松质骨良好契合,增加稳定性。胡敏等^[14]比较了骨填充网袋椎体成形术与 PKP 治疗 OVCFs 的临床疗效,结果显示二者均能有效治疗 OVCFs,但骨填充网袋经皮椎体成形术手术时间更短,术中透视次数更少,可有效减少术中骨水泥的渗漏。

1.3 其他椎体成形技术

近些年,一些新的椎体成形技术和材料也开始应用于临床,例如 Sky 可膨胀式椎体成形器、Sun-flower system、Osseofix、JACK 等,其疗效还有待进一步观察。

2 骨填充物

2.1 PMMA 骨水泥

PMMA 骨水泥是临床上最常见的骨填充物。由液相单体和固相聚合物两种成分按照一定比例混合凝结而成。PMMA 最早被应用于人工关节置换时的假体固定,后来才被拓展应用于 PVP 和 PKP。PMMA 本身并不显影,需与显影剂按照一定比例混合后应用。根据 PMMA 骨水泥黏度可分为低、中和高黏度骨水泥。PVP 和 PKP 时多采用高黏度骨水泥,其在椎体内分布较为均匀,具有较低的骨水泥渗漏率。PMMA 虽然应用广泛,但也有自身的缺点,如单体的心脏毒性作用,凝固时发热引起的硬脊膜及周围神经根损伤,骨水泥的渗漏,与骨组织相容性差不能被骨组织代替吸收,应力遮挡引起的骨吸收及骨折等。

2.2 磷酸钙骨水泥

磷酸钙骨水泥 (calcium phosphate bone cement, CPC) 的主要成分是磷酸钙,具有良好的生物相容性和骨传导性,可任意塑形,固化过程中不产生高温,可以生物降解,在体内可被骨组织替代,是椎体成形术中替代 PMMA 的骨填充物之一。余智等^[15]应用 CPC 作为骨填充物,PVP 治疗老年 OVCFs,结果发现术后 1 年内可明显缓解疼痛,提高术后病变椎体前缘高度,改善后凸 Cobb 角。然而 CPC 也有拉伸能力差、机械强度不足、抗水溶性(血溶性)差、骨代替较慢、填充椎体后椎体易塌陷等缺点,限制了临床应用。虽然通过加入促凝剂、碳纤维、聚乳酸等可以改善 CPC 的特性,但这些仅限于研究领域,未进入临床试验。邓轩赓等^[9]将 CPC/PMMA 复合骨水泥用于 PKP 治疗老年 OVCFs,结果显示其安全可靠,与 PMMA 骨水泥疗效相当。

2.3 其他类型骨填充物

硫酸钙骨水泥 (calcium sulfate cement, CSC) 主要成分为硫酸钙,具有生物相容性、骨传导性,可降解吸收,但与 CPS 骨水泥一样具有质地较脆、机械强

度不足等缺点。陶瓷骨水泥是一种比较新的骨填充物,具有生物相容性良好、固化时低放热以及亲水性较好的优点。珊瑚颗粒、珍珠母粉、同种异体骨等也可作为骨填充物,具有良好的组织相容性、骨传导性和可吸收性,可能成为 PMMA 骨水泥的替代物。

3 椎体成形术后疼痛的影响因素

椎体成形术主要的止痛机制:加强了椎体的刚度,使骨折达到即时稳定,减少了椎体异常活动对于椎体内神经末梢的刺激;骨水泥凝固时的发热和单质的毒性作用,破坏了椎体内末梢神经及炎性因子,降低了疼痛敏感性,达到缓解疼痛作用。以下因素可能与椎体成形术后疼痛有关。

3.1 骨密度与椎体成形术后疼痛的关系

以 OVCFs 为例,其病理基础为骨组织中矿物质成分及骨基质的等比例减少,骨皮质变薄,骨小梁减少,骨密度降低,导致的骨质疏松,骨脆性增加而引起的椎体在轻微外力下发生的压缩性骨折。椎体成形术后抗骨质疏松治疗,可明显缓解腰背部疼痛。沈煜等^[16]通过对 107 例 OVCFs 患者进行回顾性研究发现,腰椎骨密度是下腰部疼痛的重要因素,腰椎骨密度 T 值越低,下腰部疼痛 VAS 评分越高。徐响阳等^[8]在 PKP 后联合应用唑来膦酸盐治疗重度 OVCFs,既能缓解胸腰背部疼痛、改善胸腰椎活动度,又能最大程度地恢复椎体高度,预防病椎及邻椎再骨折。

3.2 骨水泥弥散容积率与椎体成形术后疼痛的关系

骨水泥弥散容积率是指椎体内骨水泥弥散体积与椎体体积的比值。既包括了骨水泥注入剂量因素,又考虑了其在椎体内的三维分布范围及椎体体积的大小,还涉及了椎体骨密度因素,可更好地判断术中骨水泥的最佳剂量。He 等^[17]认为当骨水泥弥散容积率 $\geq 49\%$ 时其对疼痛缓解才有良好的敏感性和特异性。还有研究显示^[18]当最小弥散容积率达到 11.64% 时可有效缓解疼痛,且此时并发症的发生率最小。

3.3 其他可能影响椎体成形术后疼痛因素

影响术后疼痛的可能因素还有单侧穿刺与双侧穿刺技术、骨水泥黏稠度、骨折时间、手术方式等。现有研究趋向认为以上因素与术后疼痛关系不大^[19]。

4 并发症

4.1 术中并发症

骨水泥渗漏是术中最常见的并发症。可分为:(1)椎管内渗漏。由于伤椎椎体后壁破裂,骨水泥沿骨折线渗漏入椎管,可引起神经根或脊髓损伤等严重后果。(2)椎间隙渗漏。骨水泥突破椎体上下终板,渗漏入椎间盘内。(3)椎旁渗漏。骨水泥渗漏至椎旁组织。(4)血管内渗漏。骨水泥在高压下进入椎体内静脉系统,沿静脉网络扩散,可引起肺栓塞等致命并

发病。骨水泥渗漏的原因可能与穿刺位置不准、多次反复穿刺、椎体壁破坏、骨水泥过于稀薄、注入量过大、骨折椎体血管破裂或静脉畸形等因素有关。多数情况下,骨水泥渗漏不会引起明显的并发症。也有骨水泥渗漏入椎管,聚合时产生的高温引起神经损伤的报道^[20]。骨水泥进入椎管也可形成致压物,压迫神经而引起症状。

4.2 术后并发症

术后常见并发症为邻近椎体再骨折。目前对于邻近椎体再骨折的原因是由于骨水泥导致的椎体应力改变,还是本身就是骨质疏松的演化结果尚存在争议。有研究^[21]观察了 244 例行 PVP 治疗的患者,其中有 15.6% 出现了术后椎体新骨折,而邻椎骨折占 58%。另有研究则认为椎体成形术不会增加邻椎骨折的风险^[22]。生物力学研究显示^[23],伤椎内的骨水泥可增加椎体的刚度,使相邻椎体之间应力改变,尤其在骨水泥通过终板渗入椎间隙时,是邻近椎体发生骨折的高危因素。Liu 等^[13]对 100 例 OVCFs 行 PVP 和 PKP 治疗的患者进行了 5 年的随访,显示 8 例行 PKP 和 7 例行 PVP 的患者在术后 5 年内发生邻椎骨折,接受 PVP 患者发生邻椎骨折与过度矫正伤椎后凸角度有关。Lee 等^[24]认为骨水泥椎间盘内渗漏不是 PVP 或 PKP 术后邻近椎体骨折的危险因素,而初始压缩骨折在胸腰椎的位置是术后邻近椎体骨折的惟一因素。另外,椎体骨折部位、骨水泥注入量等因素也可能与邻近椎体再骨折有关。

5 存在的争论与探索性问题

5.1 椎体成形术后止痛疗效的机制有待进一步研究

Kaufmann 等^[25]研究发现,单纯椎体穿刺组(不注入骨水泥)与注入骨水泥组在治疗 OVCFs 引起的疼痛和致残方面差异无统计学意义。Yokoyama 等^[26]研究认为,单纯穿刺不对椎体行骨水泥灌注,可通过降低椎体内压力达到止痛效果。现在普遍认为其在病例选取等方面可能有一定缺陷而导致了研究结果的偏倚。Clark 等^[27]在柳叶刀上发表了多中心的研究显示,对于 <6 周的急性 OVCFs,椎体成形时骨水泥注射组的疼痛减轻效果优于未注射组。Mattie 等^[28]认为骨水泥注射的椎体成形术可明显改善术后疼痛。

5.2 经皮骨水泥椎间盘成形术

Varga 等^[29]首次报道了经皮骨水泥椎间盘成形术(percutaneous cement discoplasty,PCD)治疗退变性椎间盘、伴有真空征和(或)椎间孔狭窄引起的腰痛而不能耐受开放手术的患者,术后 6 个月明显改善 VAS 评分和 ODI 指数。Willhuber 等^[30]也报道了 PCD 治疗 54 例严重椎间盘退变或不伴退行性侧凸的病例,随访 1 年后 VAS 评分和 ODI 指数均

显著改善,腰椎前凸和冠状位 Cobb 角得到部分纠正。虽然以上学者报道了 PCD 对于腰椎退变引起的腰痛具有一定的治疗作用,病例也多为不能耐受开放性手术的患者。但结果均为短期随访,长期疗效如何,椎间隙内骨水泥是否会引起相邻节段椎体骨折、骨水泥脱离移位导致的神经受压等,还需进一步观察。

6 总结

经皮椎体成形术已成为临床治疗 OVCFs、Kümmell 病等有效的重要方法之一,如果使用得当可快速缓解症状、起到立竿见影的优良疗效;另外还可以迅速恢复病变椎体的高度与强度、减少患者长期卧床并发症、降低死亡率。但术后长期预后情况还需要继续观察。如何减少术后邻近椎体再骨折等并发症以及治疗机制等问题还需进一步研究。

参考文献

- [1] 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.
- [2] Kaemmerlen P, Thiesse P, Bouvard H, et al. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of metastases. Technique and results[J]. J Radiol, 1989, 70(10): 557-562.
- [3] 郑轶,袁欣华,王伟斌,等.基于 3D 软组织打印技术经皮穿刺中上胸椎椎弓根入路椎体成形术导向模板的初步研制[J].中国骨伤, 2020, 33(9): 797-801.
ZHENG Y, YUAN XH, WANG WB, et al. Preliminary development of guided template of middle and upper thoracic percutaneous vertebroplasty in thoracic pedicle approach due to three dimensional soft tissue print technique[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2020, 33(9): 797-801. Chinese with abstract in English.
- [4] 李志鲲,徐又佳,徐炜,等.经皮椎弓根螺钉内固定联合椎体成形术治疗 Genant III 度骨质疏松性椎体压缩骨折[J].中国骨伤, 2020, 33(9): 807-813.
LI ZK, XU YJ, XU W, et al. Percutaneous pedicle screw fixation combined with vertebroplasty for the treatment of Genant III degree osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2020, 33(9): 807-813. Chinese with abstract in English.
- [5] 于亮,顾勇杰,蒋伟宇,等.倒退旋转法穿刺技术在经皮球囊扩张椎体后凸成形术中的应用[J].中国骨伤, 2020, 33(9): 814-819.
YU L, GU YJ, JIANG WY, et al. Application of backward-rotation puncture technique in percutaneous kyphoplasty[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2020, 33(9): 814-819. Chinese with abstract in English.
- [6] 黄岩石,吴迪.唑来膦酸联合维生素 K2 在经皮椎体成形术治疗高龄多节段骨质疏松性椎体压缩骨折中的临床应用[J].中国骨伤, 2020, 33(9): 820-826.
HUANG YS, WU D. Clinical application of zoledronic acid combined with vitamin K2 in percutaneous vertebroplasty for elderly patients with multi-segment osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2020, 33

- (9):820-826. Chinese with abstract in English.
- [7] 陈旺,朱凌,胡胜利,等.新型 Vessel-X 经皮椎体强化系统治疗溶骨性后壁破损型椎体转移瘤[J].中国骨伤,2020,33(9):837-841.
CHEN W,ZHU L,HU SL,et al. Vesselplasty for the treatment of spinal metastases complicated by posterior wall destruction of vertebral body[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2020,33(9):837-841. Chinese with abstract in English.
- [8] 徐响阳,罗德民,刘尚礼,等.椎体支架系统经皮椎体后凸成形术结合唑来膦酸治疗重度骨质疏松性椎体骨折[J].中国骨伤,2020,33(9):827-830.
XU XY,LUO DM,LIU SL,et al. Treatment of severely osteoporotic vertebral compression fractures with the vertebral body stent system and percutaneous kyphoplasty combined with zoledronic acid [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2020,33(9):827-830. Chinese with abstract in English.
- [9] 邓轩赓,熊小明,崔伟,等. CPC/PMMA 复合骨水泥在老年椎体后凸成形术中的初步应用研究[J].中国骨伤,2020,33(9):831-836.
DENG XG,XIONG XM,CUI W,et al. Preliminary application CPC/PMMA composite bone cement in kyphoplasty for the elderly [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma,2020,33(9):831-836. Chinese with abstract in English.
- [10] Jason CD,Dean ND,Craig H,et al. Comparison of vertebroplasty and balloon kyphoplasty for treatment of vertebral compression fractures:a meta-analysis of the literature[J]. Spine J,2008,8(3):488-497.
- [11] Hulme PA,Krebs J,Ferguson SJ,et al. Vertebroplasty and kyphoplasty:a systematic review of 69 clinical studies[J]. Spine (Phila Pa 1976),2006,31(17):1983-2001.
- [12] Zuo XH,Zhu XP,Bao HG,et al. Network meta-analysis of percutaneous vertebroplasty,percutaneous kyphoplasty,nerve block, and conservative treatment for nonsurgery options of acute/subacute and chronic osteoporotic vertebral compression fractures (OVCFs) in short-term and long-term effects[J]. Medicine (Baltimore),2018,97(29):e11544.
- [13] Liu JT,Li CS,Chang CS,et al. Long-term follow-up study of osteoporotic vertebral compression fracture treated using balloon kyphoplasty and vertebroplasty[J]. J Neurosurg Spine,2015,23:94-98.
- [14] 胡敏,黄觅,胡丽丹,等.骨填充网袋经皮椎体成形术与 PKP 治疗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,2020,35(3):263-265.
HU M,HUANG M,HU LD,et al. Comparison of the curative effect of percutaneous vertebroplasty and PKP in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi,2020,35(3):263-265. Chinese.
- [15] 余智,韩森东. PVP 充填自固化磷酸钙骨水泥对老年疼痛性骨质疏松性胸腰椎骨折疼痛及生活质量的影响[J].临床外科杂志,2019,27(3):243-246.
YU Z,HAN SD. Effect of PVP filled with self-setting calcium phosphate cement on pain and quality of life in elderly patients with painful osteoporotic thoracolumbar fractures[J]. Lin Chuang Wai Ke Za Zhi,2019,27(3):243-246. Chinese.
- [16] 沈煜,冯明利,徐军,等.老年骨质疏松性椎体压缩性骨折部位和腰椎骨密度对下腰部疼痛的影响[J].中华医学杂志,2016,96(23):1818-1820.
SHEN Y,FENG ML,XU J,et al. Influence of senile osteoporotic vertebral compression fracture site and lumbar bone density on lower back pain[J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi,2016,96(23):1818-1820. Chinese.
- [17] He X,Li H,Meng Y,et al. Percutaneous kyphoplasty evaluated by cement volume and distribution;an analysis of clinical data [J]. Pain Physician,2016,19(7):495-506.
- [18] Jin YJ,Yoon SH,Park KW,et al. The volumetric analysis of cement in vertebroplasty:relationship with clinical outcome and complications[J]. Spine (Phila Pa 1976),2011,36(12):761-772.
- [19] 刘义伟,宋文慧.椎体成形术后疼痛缓解因素的研究进展[J].实用骨科杂志,2020,26(1):40-45.
LIU YW,SONG WH. Research progress on pain relief factors after vertebroplasty [J]. Shi Yong Gu Ke Za Zhi,2020,26(1):40-45. Chinese.
- [20] Liang PL,Tai CL,Chen LH,et al. Cement leakage causes potential thermal injury in vertebroplasty[J]. BMC Musculoskeletal Disorders,2011,12:116.
- [21] 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.
- [22] 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.
- [23] Ma X,Xing D,Ma J,et al. Risk factors for new vertebral compression fractures after percutaneous vertebroplasty:qualitative evidence synthesized from a systematic review[J]. Spine (Phila Pa 1976),2013,38(12):E713-E722.
- [24] 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.
- [25] Kaufmann TJ,Trout AT,Kallmes DF. The effects of cement volume on clinical outcomes of percutaneous vertebroplasty[J]. AJNR Am J Neuroradiol,2006,27(9):1933-1937.
- [26] 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.
- [27] Clark W,Bird P,Gonski P,et al. Safety and efficacy of vertebroplasty for acute painful osteoporotic fractures (VAPOUR):a multicentre,randomised,double-blind,placebo-controlled trial [J]. Lancet,2016,388(10052):1408-1416.
- [28] Mattie R,Laimi K,Yu S,et al. Comparing percutaneous vertebroplasty and conservative therapy for treat in osteoporotic compression fractures in the thoracic and lumbar spine:a systematic review and meta-analysis[J]. J Bone Joint Surg Am,2016,98(12):1041-1051.
- [29] Varga PP,Jakab G,Bors IB,et al. Percutaneous cement discoplasty in the case of vacuum phenomenon within lumbar intervertebral discs [J]. Orthopae,2015,44(Suppl 1):S1-S7.
- [30] Willhuber GC,Kido G,Duarte MP,et al. Percutaneous cement discoplasty for the treatment of advanced degenerative disc conditions:a case series analysis [J]. Global Spine J,2019,6:1-6.