

· 综 述 ·

经皮椎间盘骨水泥成形术的研究进展[△]

李 爽, 徐宝山*, 马信龙

(天津市天津医院脊柱外科, 天津市 300211)

摘要: 经皮椎间盘骨水泥成形术 (percutaneous cement discoplasty, PCD) 是一种新的脊柱微创技术, 其原理是通过后外侧入路向退变椎间盘注入骨水泥, 增加相应节段的椎间高度和稳定性, 从而治疗老年严重椎间盘退变引起的机械性下腰痛以及伴随的神经根性疼痛。自 2015 年首次报道以来, 已经有多篇文献对 PCD 手术的适应证、手术方法、临床效果及并发症方面进行总结。本文将对上述文献进行综述。

关键词: 经皮椎间盘骨水泥成形术, 下腰痛, 腰椎间盘突出, 骨水泥

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2021) 21-1961-04

Research progress in percutaneous cement discoplasty // Li Shuang, XU Bao-shan, MA Xin-long. Department of Spine Surgery, Tianjin Hospital, Tianjin 300211, China

Abstract: Percutaneous cement discoplasty (PCD) is a new minimally invasive surgical procedure for low back pain and radicular pain caused by severely degenerated discs in elder patients by providing segmental stabilizing and indirect decompression. Since the first report by Varga in 2015, several works have summarized the indications, surgical methods, clinical outcomes and complications of this new technique. The literatures above are reviewed in this article.

Key words: percutaneous cement discoplasty, low back pain, lumbar disc degeneration, bone cement

下腰痛 (low back pain) 是老年患者的常见症状, 严重影响患者的生活质量^[1, 2]。由于年龄增长和机械损伤等一系列原因, 椎间盘逐渐发生生物力学和结构上的退行性改变, 导致椎间盘髓核退变以及椎间高度的丢失, 在 CT 或 X 线片上呈现“真空现象 (vacuum phenomenon)”^[1-3]。伴随椎间高度的降低, 椎间孔横截面积逐渐减小, 神经根受到压迫可导致慢性神经根病^[1], 表现为局部的机械性疼痛和神经根放射性疼痛等一系列临床症状。目前对于机械性下腰痛最常见的治疗方法是保守治疗, 包括药物和物理疗法。然而, 尽管这些治疗方法在短期具有一定的临床效果, 在长期效果方面缺乏循证医学支持^[1]。各种脊柱手术技术对于下腰痛的治疗方面效果评价不一, 目前尚无统一的手术方案及手术指征^[2, 3]。

1 经皮椎间盘骨水泥成形术的发展

随着脊柱外科微创技术的发展, 2015 年, 匈牙利

利学者 Varga^[4] 率先报道了经皮椎间盘骨水泥成形术。作者在进行椎体成形手术过程中观察到邻近存在真空现象的椎间盘中有骨水泥充盈, 且术后复查 X 线发现术前的椎间失稳现象消失。作者基于这种现象提出了经皮椎间盘骨水泥成形术手术技术, 即通过微创方法将骨水泥 (聚甲基丙烯酸甲酯, polymethyl methacrylate, PMMA) 作为置入物进行椎间隙填充, 以获得相应节段椎间隙高度的支撑和即刻稳定性。早期的椎间盘骨水泥成形术从 2007 年开始实施, 为了防止骨水泥的脱出, 作者在椎间盘注射骨水泥的同时增加后路固定以稳定脊柱结构。在获得良好的短期治疗效果后, 该学者逐渐开始应用“stand alone”技术, 即在开放 TLIF 手术基础上将 PMMA 作为独立置入物进行填充, 放弃使用内固定。2008—2011 年, 作者应用经皮微创技术将该手术应用于“无法耐受开放手术的”老年患者。2015 年, Varga 报道了应用经皮椎间盘骨水泥成形术方法治疗伴椎间盘真空现象以及椎间失稳, 同时不适合进行开放手术的老年腰腿痛

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2021.21.08

[△]基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (编号: 3670983)

作者简介: 李爽, 主治医师, 博士研究生, 研究方向: 脊柱外科椎间盘修复、脊柱生物力学等, (电话) 15022014417, (电子信箱) lishuang84@tmu.edu.cn

* 通信作者: 徐宝山, (电子信箱) xubaoshan99@126.com

患者 47 例。由于该方法与经皮椎体成形术 (percutaneous vertebroplasty, PVP) 和经皮椎体后凸成形术 (percutaneous kyphoplasty, PKP) 类似, 作者将该术式命名为经皮椎间盘骨水泥成形术 (percutaneous cement discoplasty, PCD)。

2017 年, Tian 等^[5]发表文章报道通过后外侧入路进行经皮椎间盘切除术 (percutaneous lumbar discectomy, PLD) 联合经皮骨水泥成形术 (percutaneous cementoplasty, PCP), 用于治疗腰椎管狭窄症合并 Modic I 型终板软骨炎患者。作者在 PLD 手术之后对椎间盘进行骨水泥注射, 并报道了 7 例患者的手术结果。尽管同 Varga 的报道出发点不尽相同, 但二者几乎描述了同一种术式, 这也是国内关于 PCD 手术最早的一篇报道。

2 PCD 的基本原理及手术方式

人体在站立负重情况下, 椎间孔的直径比平卧位 (无负重) 时减小, 椎间孔节段神经根受压, 导致下肢放射性疼痛。PCD 手术在患者俯卧位时对椎间盘进行 PMMA 填充。当患者再次处于站立位时, 椎间盘仍能保持俯卧位时的椎间盘高度, 椎间孔面积增大, 术前症状得到缓解。同时, 骨水泥对于脊柱力线的优化以及对脊柱稳定性的增加可以有效缓解患者的下腰痛症状^[4]。

手术多在局麻下进行, 也可选择全麻。患者取俯卧位, 透视下定位椎间盘, 应用穿刺针插入椎间盘间隙。透视下调整穿刺针至适当深度。插入椎体成形套管针后将其拔出。选择高粘度显影骨水泥, 混合后凝固至牙膏状, 在连续透视下进行椎间盘填充。术中注意避免骨水泥外渗至椎管及椎间孔。每次注射最大水泥量约 3~5 ml。在拔针前应确认材料完全凝固, 以免将未凝固的骨水泥带入软组织。2018 年, Sola 等^[6]对 PCD 手术的细节进行了补充。体位上, 建议患者俯卧位时采用水囊维持患者腰椎过伸体位。进针点方面, 建议通过椎弓根进入或在上位椎弓根边缘的侧方进入椎间盘, 以避免损伤神经根。这一穿刺方法与椎间盘造影的穿刺方法类似。对于 L₅S₁ 节段, 作者推荐从 S₁ 椎弓根进针, 通过下终板进行穿刺; 同时建议行单侧穿刺, 且在脊柱侧弯患者中尽量选择凸侧进入, 可减少神经根损伤风险。

目前所有报道均采用高粘度 PMMA 作为 PCD 选择的置入材料, 说明其具有一定优势。首先, 高黏度 PMMA 可以单独成形并与终板形状相适应, 增大了

置入物与终板之间的承载面积, 降低了局部压力; 其次, 液态 PMMA 占据了终板破碎碎片之间的空间, 提供了碎片间的即时稳定作用; 再次, 髓核的自身免疫反应被认为是 LBP 发生的重要机制。PMMA 的填充占据了椎间盘空间, 阻断了血液与髓核组织的接触。降低了椎间盘自身免疫性炎症反应的可能性。2020 年, Yang^[7]对 PCD 手术中应用的 PMMA 材料进行了研究。他们对 PMMA 进行了成骨矿化胶原 (mineralized collagen, MC) 修饰, 并在山羊模型中进行了 PCD 手术的动物实验。发现 MC 的加入可以阻碍巨噬细胞的增殖和融合, 促进骨整合, 减少纤维组织形成, 认为 PMMA-MC 在 PCD 手术中具有一定的应用前景。

3 手术适应证的选择

学者们对于 PCD 手术适应证的掌握大致相似, 包括: (1) 老年患者, 年龄>60 (或 75 岁); (2) 症状上为机械性腰痛, 可伴有下肢放射痛, 站立时加重, 卧床后症状缓解; (3) 无法耐受开放手术; (4) 影像学可见椎间盘真空现象, 影像学检查提示患者症状与椎间盘高度相关, 即手风琴现象 (accordion phenomenon)。

PCD 的手术禁忌主要包括^[6]: (1) 严重骨质疏松症, 严重的骨质疏松症可增加相邻椎体骨折的发生率, 因此建议在 PCD 手术前应进行规律的抗骨质疏松治疗; (2) 严重畸形, 尽管 PCD 手术可以在一定程度上改善腰椎序列^[8]。但由于手术对椎间盘的填充脊柱畸形的矫正能力十分有限, 且手术的目的主要为缓解症状而不是纠正矢状面或冠状面平衡, 严重畸形可能造成术中神经损伤等并发症发生几率升高; (3) 肥胖可降低术中影像学图像质量, 增加术中操作难度; (4) 活动性感染和肿瘤是绝对禁忌证。

4 临床效果

在 Varga 报道中^[4], 47 例患者的 130 个椎间盘接受了 PCD 治疗。69% 患者下腰痛和 66% 患者的下肢放射痛症状减轻。在 6 个月的随访中, 61% 的患者的 ODI 评分至少降低了 10 分。术后未见神经损伤的发生。2017 年, Tian 等^[5]报道连续 7 例患者接受经皮腰椎间盘切除术联合骨水泥成形术治疗, 并对其进行为期 1 年的随访。患者的背部和腿部疼痛的 VAS 评分及 ODI 评分明显降低。仅 1 例出现骨水泥穿刺

通道渗漏,伴有轻微腰痛,24 h 后缓解,未见其他明显并发症。作者认为 PLD+PCP (PCD) 手术可作为老年腰椎间盘突出症伴 I 型 Modic 终板改变患者的可选治疗方法,对于因一般情况不佳难以耐受传统开放手术或不愿意接受开放手术的患者来说似乎是一个选择。2018 年, Sola 等^[6]发表个案报道,采用 PCD 治疗高龄下腰痛患者 1 例,患者术后 VAS 评分有效降低。2019 年, Kiss 等^[8]回顾 28 例 112 椎间盘接受 PCD 严重腰椎间盘突出引起的机械性腰痛和功能障碍的临床资料。术后患者骶骨倾斜角 (sacral slope, SS) 显著增大, 骨盆倾斜角 (pelvic tilt, PT) 明显减小。腰椎节段和整体前凸角、椎间盘和椎间孔高度均明显增加。ODI 评分较术前明显改善,且术后 SS 的增加与 ODI 的改善存在相关性。下腰痛的变化与节段性脊柱侧弯矫正相关,椎间盘高度的增加与 ODI 评分和腿痛症状存在中度相关。2020 年, Camino - Willhuber^[9]回顾性分析了应用 PCD 治疗 54 例严重椎间盘退变伴/不伴退变性侧弯的病例资料,术后随访 1 年后,患者的 VAS 和 ODI 评分均显著改善,腰椎前凸畸形和冠状位 Cobb 角得到部分纠正 (腰椎前凸平均增加 5°, Cobb 角减少)。平均手术时间 38 min, 平均住院时间 1.2 d。2021 年, Camino Willhuber^[10]的最近一篇文章中,对 156 例 PCD 手术患者进行了至少 2 年的短期随访,末次随访时,患者 VAS 评分提高了 3.56, ODI 指数平均改善了 17.18, 84% 的患者 VAS 和 ODI 同时得到改善。

相比较之下,国内对于 PCD 手术尚处于探索阶段。2019 年,田庆华等^[11]发表文章,比较了经皮骨水泥椎间融合术 (percutaneous cement intervertebral fusion, PCIF) 与 PCD 手术的手术效果。PCIF 手术于 2014 年由何永福团队提出,通过经椎弓根或椎旁途径在病变椎体及相邻椎间盘内建立穿刺通道,随后向椎体及椎间盘内注入骨水泥,将 2 个或多个病变椎体融合形成一个整体。对比 2 种术式,作者发现患者术后 VAS、ODI 评分变化均较术前有明显改善,且 PCIF 组患者在术后 1、3、6 个月和 1 年 VAS 和 ODI 评分均低于 PCD 组,邻近椎体骨折发生率低于 PCD 组。认为 PCIF 和 PCD 均为治疗老年腰椎间盘突出症微创、安全、有效的方法,但 PCIF 较 PCD 能明显降低术后邻近椎体骨折的发生率,且长期临床疗效更优。其他个案报道如王莹莹等^[12]报道的顽固性下腰痛患者 1 例,采用局麻下行 L₅S₁椎间盘臭氧盘内减压术联合 PCD 手术。术后 1 个月,患者 VAS 和 ODI 评分均明显改善,未见明显并发症。关凯等^[13]尝试对

1 例老年轻度腰椎退行性侧凸病人进行 PCD 治疗,术后近期疗效满意,但术后 2 个月患者腰痛症状逐渐加重,术后 6 个月恢复到术前状态,认为 PCD 手术的近期疗效满意,但远期疗效不佳。

5 并发症

目前对于 PCD 手术并发症的报道较少,尚无肺炎、泌尿系感染以及下肢深静脉血栓的报道,这可能与 PCD 的手术时间较短、创伤较小有一定关系。在目前报道的并发症中,神经根损伤并不多见。Tian 等^[5]的报道中,1 例患者发生骨水泥渗漏,但未见明显临床症状。Camino-Willhuber 等^[9]报道的 54 例患者中,2 例患者骨水泥渗漏入椎间孔,1 例患者出现腰椎间盘突出,1 例患者腰痛症状缓解,但神经根症状无明显好转。1 例患者出现深部感染,1 例患者出现临近椎体骨折。作者因此认为既往存在纤维环破裂或缺损的病例会导致骨水泥渗漏概率增加。在作者近期对 156 例患者的随访中^[10],大约 5.7% 的患者在术后 30 d 内出现并发症,其中最常见的术后继发于骨水泥渗漏的神经根症状需要减压手术 5 例,深部感染 2 例,深静脉血栓形成 1 例;15 例患者由于主要并发症和疼痛再次入院,其中 5 例因疼痛复发进行了其他节段的 PCD 手术,4 例因持续疼痛最终进行了融合手术。因此可以认为,在适应证范围内,由于操作技术与经皮椎体成形术相似,PCD 手术的安全性相对较高,并发症较轻微且相对可控。

综上所述,作为一种新技术,PCD 目前仍处于探索阶段,文献对于 PCD 手术的效果也存在争议。多数文章都由同一团队整理和发表,且多为回顾性研究,尚缺乏高级别循证医学证据和长期随访结果,有许多疑问尚未得到解决,如骨水泥注入对腰椎生物力学稳定性的影响,手术后的远期效果,尽管如此,是否存在骨水泥脱出以及是否增加邻近椎体骨折风险等问题,都有待进一步探讨。但就目前的文献而言,PCD 手术的优缺点都比较明显:在选择合适适应证的前提下,PCD 手术时间短,出血量少,住院时间短;同时,其适应证范围相对较窄,如对于肥胖患者或 L₅S₁节段患者往往存在穿刺困难等问题。然而,作为一种新型的微创手术的方式,对于不能耐受常规手术的老年患者而言,PCD 手术未尝不是一种可以改善患者生活质量的有效选择,为老年机械性腰痛和神经根综合征患者的临床治疗提供了新的思路和灵感。

参考文献

- [1] GBD 2015 disease and injury incidence and prevalence collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: a systematic analysis for the global burden of disease study 2015 [J]. *Lancet*, 2016, 388 (10053): 1545–602.
- [2] Maher C, Underwood M, Buchbinder R. Non-specific low back pain [J]. *Lancet*, 2017, 389 (10070): 736–747.
- [3] Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001, 26 (17): 1873–1878.
- [4] Varga PP, Jakab G, Bors IB, et al. Experiences with PMMA cement as a stand-alone intervertebral spacer: percutaneous cement discoplasty in the case of vacuum phenomenon within lumbar intervertebral discs [J]. *Orthopade*, 2015, 44 (Suppl 1): S1–7.
- [5] Tian QH, Lu YY, Sun XQ, et al. Feasibility of percutaneous lumbar discectomy combined with percutaneous cementoplasty for symptomatic lumbar disc herniation with modic type I endplate changes [J]. *Pain Physician*, 2017, 20 (4): E481–E488.
- [6] Sola C, Camino Willhuber G, Kido G, et al. Percutaneous cement discoplasty for the treatment of advanced degenerative disk disease in elderly patients [J]. *Eur Spine J*, 2021, 30 (8): 2200–2208.
- [7] Yang L, Kong J, Qiu Z, et al. Mineralized collagen-modified PMMA cement enhances bone integration and reduces fibrous encapsulation in the treatment of lumbar degenerative disc disease [J]. *Regen Biomater*, 2020, 7 (2): 181–193.
- [8] Kiss L, Varga PP, Szoverfi Z, et al. Indirect foraminal decompression and improvement in the lumbar alignment after percutaneous cement discoplasty [J]. *Eur Spine J*, 2019, 28 (6): 1441–1447.
- [9] Camino-Willhuber G, Kido G, Pereira-Duarte M, et al. Percutaneous cement discoplasty for the treatment of advanced degenerative disc conditions: a case series analysis [J]. *Global Spine J*, 2020, 10 (6): 729–734.
- [10] Camino-Willhuber G, Norotte G, Bronsard N, et al. Percutaneous cement discoplasty for degenerative low back pain with vacuum phenomenon: a multicentric study with a minimum of 2 years of follow-up [J/OL]. *World Neurosurg*, 2021. Doi: 10.1016/j.wneu.2021.08.042
- [11] 田庆华, 王涛, 何煜, 等. 经皮骨水泥椎间融合术与骨水泥椎间盘成形术治疗老年腰椎间盘突出症的疗效比较 [J]. *介入放射学杂志*, 2021, 30 (3): 264–269.
- [12] 王莹莹, 杨寅, 王义清等. 经皮骨水泥椎间盘成形术治疗顽固性腰痛 1 例 [J]. *颈腰痛杂志*, 2020, 41 (2): 256.
- [13] 关凯, 赵伟东, 关福强等. 经皮骨水泥椎间盘成形术治疗腰椎退行性侧凸 1 例 [J]. *中国微侵袭神经外科杂志*, 2021, 26 (7): 341–342.

(收稿: 2020–11–12 修回: 2020–12–01)
(本文编辑: 宁桦)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

关于建立《中国矫形外科杂志》同行评议专家库通知

为促进期刊更好的发展, 服务于国家医疗卫生事业和全民健康, 更广泛的动员骨科及相关专业人员参与本刊建设, 公开公正、高效及时的处理作者来稿, 以不断提升本刊影响力、公信力和学术质量, 并动态化更新发展本刊编辑委员会, 现决定逐步建立与完善《中国矫形外科杂志》同行评议专家库。采用个人申请、所在单位同意、动态考察的方法逐步推开。

凡从事骨科及相关临床、康复、护理、教学、基础研究和医疗辅助工作 10 年以上、副高职称或获得博士学位人员均可报名。本刊原有编辑委员亦应申报入库。可在本刊远程投稿系统 (<http://jxwk.ijournal.cn>) 下载申请表, 填写并加盖所在单位公章后, 制成 PDF 文件, 上传至本刊电子信箱: jxwxms@126.com, 完成入库。编辑部将依据您的专业特长, 向您分发需审阅评议的稿件。

此项评议工作为志愿性, 但您的工作会在本刊留下有价值的印迹。专家库采用动态管理, 将根据评议质量、效率和工作量作为改选进入或再次当选编委的依据。

《中国矫形外科杂志》编辑部
2021 年 1 月 30 日