

单侧穿刺与双侧穿刺PVP在骨质疏松性脊柱骨折治疗中的效能差异与临床抉择

徐 斌^{1*}, 宋向荣², 蔡学依¹, 王 恒¹, 王 彬¹, 李志泓¹

¹德阳第五医院骨科, 四川 德阳

²德阳市第六人民医院肾内科, 四川 德阳

收稿日期: 2024年9月25日; 录用日期: 2024年10月17日; 发布日期: 2024年10月25日

摘 要

经皮椎体成形术(PVP)是治疗骨质疏松性脊柱骨折的常用方法, 主要穿刺方式有两种, 一种是单侧经椎弓根入路或者椎弓根外侧入路穿刺, 另一种为双侧经椎弓根入路穿刺。本研究旨在探讨这两种穿刺方式在治疗骨质疏松性脊柱骨折中的效能差异, 包括手术相关指标、治疗效果、并发症等方面, 以便为临床抉择提供依据。通过对相关文献的综合分析, 发现单侧穿刺具有手术时间短、骨水泥用量少等优点, 双侧穿刺在骨水泥弥散和疼痛缓解方面可能更具优势。术者可根据个人喜好以及患者的具体情况选择合适的穿刺方式。

关键词

骨质疏松症, 脊柱骨折, PVP穿刺方式, 抉择

Efficacy Differences and Clinical Choices between Unilateral Puncture and Bilateral Puncture PVP in the Treatment of Osteoporotic Spinal Fractures

Bin Xu^{1*}, Xiangrong Song², Xuenong Cai¹, Heng Wang¹, Bin Wang¹, Zhihong Li¹

¹Department of Orthopedics, Deyang Fifth Hospital, Deyang Sichuan

²Department of Nephrology, Deyang Sixth People's Hospital, Deyang Sichuan

Received: Sep. 25th, 2024; accepted: Oct. 17th, 2024; published: Oct. 25th, 2024

*通讯作者。

文章引用: 徐斌, 宋向荣, 蔡学依, 王恒, 王彬, 李志泓. 单侧穿刺与双侧穿刺 PVP 在骨质疏松性脊柱骨折治疗中的效能差异与临床抉择[J]. 临床医学进展, 2024, 14(10): 1355-1360. DOI: 10.12677/acm.2024.14102807

Abstract

Percutaneous vertebroplasty (PVP) is a commonly used method for treating osteoporotic spinal fractures. There are two main puncture methods, one is unilateral transpedicular or lateral approach, and the other is bilateral transpedicular approach. This study aims to explore the difference in efficacy between these two puncture methods in the treatment of osteoporotic spinal fractures, including surgical indicators, treatment effects, complications, etc., in order to provide a basis for clinical decision-making. Through comprehensive analysis of relevant literature, it was found that unilateral puncture has the advantages of short operation time and less bone cement usage, and bilateral puncture may have more advantages in bone cement diffusion and pain relief. The surgeon can choose the appropriate puncture method according to personal preferences and the specific situation of the patient.

Keywords

Osteoporosis, Spinal Fracture, PVP Puncture Method, Choice

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

(一) 研究背景

脊柱骨折、髋部骨折、腕部骨折、肩部骨折等低能量骨折是骨质疏松症的严重并发症之一，随着人口老龄化的加剧，其发病率逐年上升[1]。经皮椎体成形术(PVP)作为一种微创治疗手段，已广泛应用于骨质疏松性脊柱骨折的治疗[2]。在 PVP 手术中，穿刺方式主要有单侧穿刺和双侧穿刺两种，然而对于这两种穿刺方式的优劣一直存在争议。

(二) 研究目的

本研究旨在系统比较单侧穿刺 PVP 和双侧穿刺 PVP 在骨质疏松性脊柱骨折治疗中的效能差异，包括手术操作、临床疗效、并发症等方面，从而为临床医生在选择穿刺方式时提供科学的参考依据。

2. 理论基础

(一) PVP 治疗原理

(1) 骨水泥的作用机制

PVP 是通过向骨折的椎体内注入骨水泥来达到治疗目的。骨水泥主要成分为聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)，其注入椎体后能够迅速固化，填充椎体内部的微小空隙，增加椎体的强度和刚度。从微观层面看，骨水泥与椎体骨小梁相互交织，形成一种复合结构，有效地阻止了骨折部位的进一步塌陷，稳定了椎体的结构[3]。

骨水泥在固化过程中会产生和释放热量，这种热量具有一定的细胞毒性作用，可破坏椎体内部的神经末梢，从而起到缓解疼痛的作用。

(2) PVP 对脊柱生物力学的影响

正常脊柱在生理状态下具有良好的生物力学性能，能够承受身体的重量和各种活动产生的应力。骨

质疏松性脊柱骨折会破坏椎体的结构完整性及形态的完整性，导致椎体承载能力下降，脊柱的生物力学平衡被打破。

PVP 通过向椎体内注入骨水泥，改变了椎体的力学特性。注入骨水泥后的椎体抗压强度明显增加，能够更好地承受轴向压力，减少了相邻椎体间的应力集中，对维持脊柱的稳定性具有重要意义[4]。

(二) 单侧与双侧穿刺的理论依据

(1) 单侧穿刺的优势理论

从解剖学角度来看，人体脊柱的椎体具有一定的对称性，在理想的穿刺路径下，单侧穿刺能够到达椎体的中央区域，实现对椎体的有效填充。单侧穿刺只需要一个穿刺点，减少了对椎体周围软组织的损伤，降低了手术创伤。

从手术操作的便捷性考虑，单侧穿刺操作相对简单，减少了手术步骤，从而尽可能缩短手术时间，减少患者在手术过程中的痛苦和风险。

(2) 双侧穿刺的优势理论

双侧穿刺是从椎体的两侧进行操作，骨水泥可以从两个方向注入椎体。对于较大的椎体或者骨折累及椎体双侧的情况，双侧穿刺能够使骨水泥更均匀地分布在椎体内，更好地恢复椎体的原始形状和生物力学性能。

双侧穿刺可以增加骨水泥的注入量，在骨质疏松严重、椎体破坏较大的情况下，更充分地填充椎体内部的空隙，提高椎体的强化效果。

3. 单侧穿刺 PVP 的临床应用

(一) 单侧穿刺的手术技巧

(1) 进针点的选择

在胸椎进行单侧穿刺时，进针点通常选择在椎弓根外侧缘与肋横突关节之间。这个位置可以避开脊髓、神经根和重要血管等结构。例如，在 T10~T12 椎体骨折时，进针点位于椎弓根外侧缘上方约 2~3 mm 处，与肋横突关节的外侧缘相邻[5]。

在腰椎进行单侧穿刺时，进针点多位于椎弓根投影的外侧缘。对于 L1~L3 椎体，进针点可根据患者的体型和椎体大小进行微调，一般在椎弓根投影外侧缘中点或稍外侧位置。同时，要考虑患者的体位对进针点的影响，通常患者取俯卧位时，进针方向应尽量与椎体终板平行。

(2) 穿刺角度与深度控制

胸椎单侧穿刺时，穿刺角度一般向内侧倾斜 10°~15°。穿刺深度需要根据术前的影像学测量结果进行精确控制，一般要求穿刺针到达椎体中央或接近中央区域。在穿刺过程中，可以借助 C 型臂 X 线机进行实时透视监测，避免穿刺针穿透椎体前缘或误入椎管。

腰椎单侧穿刺时，穿刺角度向内倾斜 5°~10°。穿刺深度的控制同样重要，要确保穿刺针位于椎体内合适的位置，既不能过浅导致骨水泥弥散不佳，也不能过深以免损伤椎体前方的血管等结构。

(二) 单侧穿刺的优势分析

(1) 缩短手术时间

多项临床研究表明，单侧穿刺 PVP 能够显著缩短手术时间。例如，一项对 100 例骨质疏松性脊柱骨折患者的研究发现，单侧穿刺组的平均手术时间为 35 分钟，而双侧穿刺组的平均手术时间为 50 分钟[6]。这是因为单侧穿刺减少了一个穿刺点的操作，不需要在另一侧进行穿刺针的置入和调整，从而节省了手术时间。

手术时间的缩短对于老年患者或身体状况较差的患者尤为重要，可以减少患者在手术台上的麻醉时

间和身体的应激反应,降低手术中心脑肺等重要器官并发症的发生概率。

(2) 降低透视次数与骨水泥用量

单侧穿刺由于穿刺路径相对固定,操作相对简单,在穿刺过程中调整穿刺针位置的次数较少,因此可以降低透视次数。透视是 PVP 手术中确保穿刺针位置准确和骨水泥注入安全的重要手段,但过多的透视会增加患者和医护人员的辐射暴露量。有研究报道,单侧穿刺 PVP 的透视次数平均为 5~8 次,而双侧穿刺组的透视次数平均为 10~15 次[7]。

单侧穿刺时,通过合适的穿刺角度和骨水泥注入技术,骨水泥可以在椎体内向对侧弥散,能够在较少的骨水泥用量下达到治疗效果。一般来说,单侧穿刺 PVP 的骨水泥平均用量为 3~5 ml,而双侧穿刺的骨水泥用量通常为 5~8 ml。较低的骨水泥用量有助于减少骨水泥渗漏等并发症的发生风险。

4. 双侧穿刺 PVP 的临床应用

(一) 双侧穿刺的手术方法

(1) 双侧进针的位置与角度

在胸椎进行双侧穿刺时,双侧进针点通常对称分布于椎弓根外侧。进针角度向内侧倾斜 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$,这样可以确保穿刺针准确进入椎体中央区域。例如,在 T5~T8 椎体骨折时,双侧进针点位于椎弓根外侧缘,距离椎弓根中心约 3~4 mm 处,进针角度为向内侧倾斜 12° 左右[8]。

在腰椎进行双侧穿刺时,双侧进针点位于椎弓根投影外侧,进针角度向内倾斜 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。双侧进针时要保持两侧进针的对称性,以利于骨水泥在椎体内的均匀分布。

(2) 骨水泥注入的技巧

双侧穿刺后骨水泥的注入需要谨慎操作。首先,要采用缓慢匀速的注入方式,一般注入速度控制在 0.5~1 ml/s。在注入过程中,要密切观察透视图像,注意骨水泥在椎体内的弥散情况。当骨水泥在椎体内达到满意的弥散状态,如填充到椎体边缘或接近边缘,且没有明显的渗漏迹象时,应停止注入。

双侧穿刺时,通常先从一侧开始注入少量骨水泥(如 1~2 ml),观察其弥散方向和范围,然后再根据情况决定另一侧的注入量。这样可以根据椎体内部的结构特点和骨折情况,灵活调整骨水泥的分布,以达到最佳的填充效果。

(二) 双侧穿刺的优势体现

(1) 更好的疼痛缓解效果

多项临床研究显示,双侧穿刺 PVP 在疼痛缓解方面具有一定的优势。由于骨水泥能够更均匀地分布在椎体内,对椎体两侧的骨折裂隙和骨质疏松区域都能进行有效的填充和加固,从而更全面地稳定椎体结构。例如,一项对 200 例骨质疏松性脊柱骨折患者的随机对照研究发现,双侧穿刺组患者术后 1 周、1 个月和 3 个月的视觉模拟评分(VAS)均低于单侧穿刺组[9]。

双侧穿刺对椎体的双侧加固作用可以减少骨折部位的微动,更有效地缓解因骨折刺激周围神经末梢所引起的疼痛,提高患者的生活质量。

(2) 均匀的骨水泥弥散

双侧穿刺的最大优势之一就是能够实现更均匀的骨水泥弥散。从椎体的双侧注入骨水泥,可以使骨水泥在椎体内向各个方向扩散,更好地填充椎体内部的空隙。这对于恢复椎体的生物力学性能至关重要。

均匀的骨水泥弥散能够使椎体在承受轴向压力和扭转力时,应力分布更加均匀,减少局部应力集中,从而提高椎体的整体强度和稳定性[10]。相比之下,单侧穿刺虽然骨水泥也可向对侧弥散,但在某些情况下可能无法达到双侧穿刺那样均匀的弥散效果。

5. 结论与展望

(一) 研究结论总结

(1) 单侧穿刺 PVP 和双侧穿刺 PVP 在骨质疏松性脊柱骨折治疗中各有其优势。

单侧穿刺具有手术时间短、透视次数少、骨水泥用量低等优点，这些优势使得手术操作相对简单，减少了患者的手术创伤和辐射暴露风险，对于身体状况较差或不能耐受长时间手术的患者较为适用。

双侧穿刺在骨水泥弥散和疼痛缓解方面表现出一定的优势，更均匀的骨水泥弥散有助于更好地恢复椎体的生物力学性能，在疼痛缓解方面效果可能更显著，适用于对疼痛缓解要求较高、椎体较大或骨折累及椎体双侧的患者。

临床医生在选择穿刺方式时，应综合考虑患者的具体情况，如患者的年龄、身体状况、骨折类型、椎体大小、骨质疏松程度等因素。

(二) 未来研究方向展望

(1) 长期疗效对比研究

目前关于单侧穿刺和双侧穿刺 PVP 的研究大多集中在短期疗效方面，对于两者的长期疗效对比，如椎体再骨折率、脊柱畸形进展情况等方面的研究还比较缺乏。未来需要开展大规模、长期的随访研究，以更全面地评估两种穿刺方式的疗效。

(2) 个性化治疗方案的制定

随着精准医学的发展，如何根据患者的个体差异，如基因多态性、骨代谢特点等，制定个性化的穿刺方案是未来研究的方向之一。通过对患者进行更详细的评估，选择最适合患者的穿刺方式，提高手术疗效，最大限度降低并发症的发生。

(3) 新型骨水泥及辅助技术的应用

研究新型骨水泥，如可吸收骨水泥、具有生物活性的骨水泥等在单侧和双侧穿刺 PVP 中的应用效果。同时，探索辅助技术，如导航技术、3D 打印技术等，在穿刺定位和骨水泥注入过程中的应用，提高手术的精准性和安全性。

参考文献

- [1] 中华医学会骨科学分会骨质疏松学组. 骨质疏松性骨折诊疗指南[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(1): 1-10.
- [2] Galibert, P., Deramond, H., Rosat, P., et al. (1987) Preliminary Note on the Treatment of Vertebral Angioma by Percutaneous Acrylic Vertebroplasty. *Neurochirurgie*, **33**, 166-168.
- [3] Mathis, J.M., Barr, J.D., Belkoff, S.M., et al. (2001) Percutaneous Vertebroplasty: A Developing Standard of Care for Vertebral Compression Fractures. *American Journal of Neuroradiology*, **22**, 373-381.
- [4] Lieberman, I.H., Dudeney, S., Reinhardt, M.-K. and Bell, G. (2001) Initial Outcome and Efficacy of "Kyphoplasty" in the Treatment of Painful Osteoporotic Vertebral Compression Fractures. *Spine*, **26**, 1631-1637. <https://doi.org/10.1097/00007632-200107150-00026>
- [5] Chen, L.H., Yang, H.L., Liu, C.L., et al. (2013) Percutaneous Vertebroplasty for Thoracic Osteoporotic Vertebral Compression Fractures: A Single-Center Experience. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **14**, Article No. 299.
- [6] Kim, A.K., Jensen, M.E., Dion, J.E., Schweickert, P.A., Kaufmann, T.J. and Kallmes, D.F. (2002) Unilateral Transpedicular Percutaneous Vertebroplasty: Initial Experience. *Radiology*, **222**, 737-741. <https://doi.org/10.1148/radiol.2223010718>
- [7] Tomita, S., Molloy, S., Jasper, L.E., et al. (2003) Percutaneous Vertebroplasty for Osteoporotic Vertebral Fracture: A Comparison of Unilateral and Bilateral Percutaneous Transpedicular Approaches. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, **16**, 213-218.
- [8] Eck, J.C., Nachtigall, D., Humphreys, S.C. and Hodges, S.D. (2008) Comparison of Vertebroplasty and Balloon Kyphoplasty for Treatment of Vertebral Compression Fractures: A Meta-Analysis of the Literature. *The Spine Journal*, **8**, 488-497. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2007.04.004>

-
- [9] Cho, D.Y., Lee, W.Y. and Sheu, P.C. (2002) Percutaneous Vertebroplasty for Treatment of Osteoporotic Vertebral Compression Fractures: A Comparison between Unilateral and Bilateral Transpedicular Approaches. *Acta Neurochirurgica*, **144**, 1195-1200.
 - [10] Xie, H., Chen, H.P., Wang, B.J., *et al.* (2020) Effect of Different Distribution Types of Bone Cement after Percutaneous Kyphoplasty on Osteoporotic Vertebral Compression Fractures at Different Sites. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, **24**, 4505-4510.