

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD88685>

Безопасность и эффективность чрескожной сосудопластики с применением устройства Vessel-X при лечении симптоматических переломов грудных и поясничных позвонков

S. Masala¹, A. Lacchè¹, Ch. Zini², D. Mannatrizio³, S. Marcia⁴, M. Bellini⁵, G. Guglielmi⁶¹ Department of Diagnostic Imaging and Interventional Radiology, General Hospital, University of Rome, Рим, Италия² USL Tuscany centre: Azienda USL Toscana centro, Тоскана, Италия³ Department of Clinical and Experimental Medicine, Foggia University School of Medicine, Фоджа, Италия⁴ ASSL Cagliari, Radiology PO SS Trinità, Сардиния, Италия⁵ Policlinico Santa Maria alle Scotte: Azienda Ospedaliera Universitaria Senese, Италия⁶ University of Foggia, Фоджа, Италия

АННОТАЦИЯ

Цель — оценить результаты клинических и рентгенологических исследований в отношении безопасности и эффективности устройства Vessel-X (Dragon Crown Medical Co., Ltd Shandong, Китай), применяемого для лечения симптоматических переломов позвонков с повреждением и без повреждения задней стенки позвонка и/или обеих замыкательных пластинок.

Материалы и методы. Ретроспективно обследовано 66 пациентов, перенёвших 92 хирургических вмешательства в связи с симптоматическими переломами тел позвонков в период с 19 марта по сентябрь 2020 г. Все переломы были разделены на 2 подгруппы: сложные (36 переломов с повреждением задней стенки и/или обеих замыкательных пластинок позвонков) и простые (все остальные). Результаты лечения оценивали по числовой рейтинговой шкале (Numerical rating scale, NRS) и индексу нетрудоспособности Освестри (Oswestry disability index, ODI) за день до хирургического вмешательства и через 1, 6 и 12 мес наблюдения. Восстановление высоты позвонков также оценивали путём сравнения рентгенологических снимков до и после вмешательства.

Результаты. Всего пролечено 92 позвонка (58 поясничных и 34 грудных), в 24 случаях — с помощью многоуровневых процедур. Частота технического успеха составила 100%, выявлен лишь один случай бессимптомной паравертебральной утечки цемента. В обеих подгруппах отмечалась достоверная статистическая разница между показателями NRS и ODI в дооперационный период и через 1, 6 и 12 мес наблюдения ($p < 0,05$), а также в отношении высоты позвонков при сравнении данных до и после операции ($p < 0,05$). Достоверно значимой разницы в отношении восстановления высоты позвонков среди сложных и простых переломов не наблюдалось.

Заключение. Сосудопластика — безопасный и эффективный метод лечения простых и сложных болезненных переломов позвонков, обеспечивающий значительное уменьшение симптоматики, отличный контроль утечки цемента и надлежащее восстановление высоты позвонков.

Ключевые слова: сосудопластика; остеопластика; переломы позвонков; утечка цемента; восстановление высоты позвоночника.

Как цитировать

Masala S., Lacchè A., Zini Ch., Mannatrizio D., Marcia S., Bellini M., Guglielmi G. Безопасность и эффективность чрескожной сосудопластики с применением устройства Vessel-X при лечении симптоматических переломов грудных и поясничных позвонков // *Digital Diagnostics*. 2022. Т. 3, № 2. С. 98–107. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD88685>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD88685>

Safety and efficacy of percutaneous vesselplasty (Vessel-X) in the treatment of symptomatic thoracolumbar vertebral fractures

Salvatore Masala¹, Adriano Lacchè¹, Chiara Zini², Domenico Mannatrizio³, Stefano Marcia⁴, Matteo Bellini⁵, Guseppe Guglielmi⁶

¹ Department of Diagnostic Imaging and Interventional Radiology, General Hospital, University of Rome, Rome, Italy

² USL Tuscany centre: Azienda USL Toscana centro, Toscana, Italy

³ Department of Clinical and Experimental Medicine, Foggia University School of Medicine, Foggia, Italy

⁴ ASSL Cagliari, Radiology PO SS Trinità, Italy

⁵ Policlinico Santa Maria alle Scotte: Azienda Ospedaliera Universitaria Senese, Italy

⁶ University of Foggia, Foggia, Italy

ABSTRACT

AIMS: to assess radiological and clinical outcomes, in terms of safety and efficacy, of symptomatic vertebral fractures with and without posterior wall and/or both endplates involvement, treated with vesselplasty technique (Vessel-X, Dragon Crown Medical Co., Ltd Shandong, China).

MATERIALS AND METHODS: We retrospectively evaluated 66 Patients who underwent 92 vesselplasty procedures, performed for the treatment of symptomatic vertebral body fractures from March 19 to September 2020. We divided the fractures in two subgroups: 36 vertebral fractures with posterior wall and/or both endplates involvement, which we defined complex, while all the others were defined simple. Numerical Rating Scale (NRS) and Oswestry Disability Index (ODI) values has been registered 1 day before the procedure and at 1, 6 and 12 months follow-up. We also evaluated vertebral height restoration by comparing pre-interventional with post-interventional imaging.

RESULTS: 92 vertebrae were treated (58 lumbar, 34 thoracic), with 24 multilevel procedures. We observed a technical success rate of 100%, without major complications; a single case of asymptomatic paravertebral cement leak was reported. Both simple and complex subgroups registered a significative statistical difference in NRS and ODI between preoperative and at 1, 6 and 12 months ($p < 0.05$). A significant statistical difference was demonstrated in vertebral height comparing pre-operative and post-operative data ($p < 0.05$). No significant difference in vertebral height restoration was observed between simple and complex vertebral fractures groups.

CONCLUSIONS: Vesselplasty represents a safe and effective technique for the treatment of both simple and complex painful vertebral fractures, granting a significant reduction of symptoms, excellent cement leakage control and proper vertebral height restoration.

Keywords: vesselplasty; osteoplasty; vertebral fractures; cement leakage; vertebral height restoration.

To cite this article

Masala S, Lacchè A, Zini Ch, Mannatrizio D, Marcia S, Bellini M, Guglielmi G. Safety and efficacy of percutaneous vesselplasty (Vessel-X) in the treatment of symptomatic thoracolumbar vertebral fractures. *Digital Diagnostics*. 2022;3(2):98–107. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD88685>

Received: 18.11.2021

Accepted: 10.05.2022

Published: 21.06.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD88685>

使用Vessel-X设备进行经皮血管成形术治疗有症状的胸腰椎骨折的安全性和有效性

Salvatore Masala¹, Adriano Lacchè¹, Chiara Zini², Domenico Mannatrizio³, Stefano Marcia⁴, Matteo Bellini⁵, Giuseppe Guglielmi⁶

¹ Department of Diagnostic Imaging and Interventional Radiology, General Hospital, University of Rome, Rome, Italy

² USL Tuscany centre: Azienda USL Toscana centro, Toscana, Italy

³ Department of Clinical and Experimental Medicine, Foggia University School of Medicine, Foggia, Italy

⁴ ASL Cagliari, Radiology PO SS Trinità, Italy

⁵ Policlinico Santa Maria alle Scotte: Azienda Ospedaliera Universitaria Senese, Italy

⁶ University of Foggia, Foggia, Italy

简评

目的 评估有关Vessel-X设备（中国山东冠龙医疗用品有限公司）安全性和有效性的临床和放射学研究结果，该设备用于治疗有和没有椎体后壁和/或两个终板损伤的症状性脊椎骨折。

材料与方法。 对2020年3月19日至9月期间因症状性椎体骨折而接受92次手术干预的共66名患者进行了回顾性检查。所有骨折均分为2个亚组：“复杂”（36处骨折，后壁和/或椎骨的两个终板受损）和“简单”（所有其他）。在手术前一天和随访1、6和12个月后，使用数字评分量表(NRS)和Oswestry功能障碍指数(ODI)评估治疗结果。椎体高度恢复(VHR)也是通过比较干预前后的X光片来评估的。

结果。 共有92块椎骨（58块腰椎和34块胸椎）使用24次多级手术进行了治疗。技术成功率为100%，仅发现无症状椎旁骨水泥渗漏1例。在两个亚组中，术前和随访1、6和12个月后NRS和ODI之间存在可靠的统计差异（ $p < 0.05$ ），在比较手术前后的数据时，椎体高度也是如此（ $p < 0.05$ ）。复杂骨折与单纯骨折的椎体高度恢复差异无统计学意义。

结论。 血管成形术是治疗简单和复杂疼痛性椎体骨折的一种安全有效的治疗方法，可以明显减轻症状，确保良好的骨水泥渗漏的控制，并适当恢复椎体高度。

关键词： 血管成形术；骨整形术；椎骨骨折；水泥泄漏；恢复脊柱高度。

To cite this article

Masala S, Lacchè A, Zini Ch, Mannatrizio D, Marcia S, Bellini M, Guglielmi G. 使用Vessel-X设备进行经皮血管成形术治疗有症状的胸腰椎骨折的安全性和有效性. *Digital Diagnostics*. 2022;3(2):98–107. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD88685>

收到: 18.11.2021

接受: 10.05.2022

发布日期: 21.06.2022

论证

近几十年来，用于治疗椎体骨折的椎体增强程序的数量显著增加，更先进的技术也显著发展。与传统的开放式外科手术相比，所有这些干预措施都呈现了出色的结果、更少的并发症以及更高的效益[1-3]。

椎体增强术包括多种治疗技术：经皮椎体成形术、经皮椎体后凸成形术和经皮植入技术[4]。所有治疗技术都旨在减少并可能消除由于骨折巩固引起的疼痛症状，并尽可能通过在视觉控制下填充成骨材料（OM：Osteogenic material）来恢复椎体的副生理高度[4]。尽管在椎体增强过程中填充OM时使用X光透视仔细控制，但在7-30%的病例中，填充物会渗漏出椎骨进入相邻空间[5-7]。研究表明，大量OM的填充与其渗漏之间存在相关性。这种并发症的另一个风险与骨皮质层中存在缺陷有关。此外，为了防止OM不必要地渗漏到硬膜外腔，从而导致潜在严重并发症，一些研究中排除了有椎后壁缺陷的患者[8]。近年来，许多装置被开发用于减少这种并发症，包括我们回顾性研究中使用的Vessel-X（中国山东冠龙医疗用品有限公司）。这是一种特经殊的皮植入技术，使用聚对苯二甲酸乙二醇酯（一种不可拉伸的材料，孔隙率100 μ m）容器来恢复椎体的高度并防止OM渗漏。此外，当容器内的压力超过环境阻力时，OM开始在各个方向均匀地通过孔隙相互交叉，而不会在椎体的低阻力区域积聚（图1）。

材料与amp;方法

研究设计

一项样本量相对较小的单中心回顾性研究。

符合标准

纳入标准：腰椎区存在疼痛性骨折，保守治疗无效。

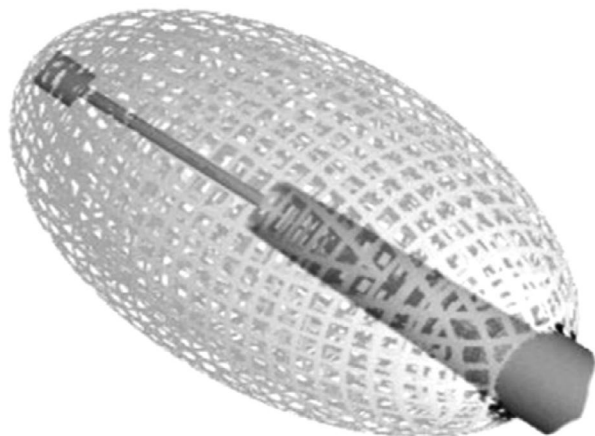


图1. Vessel-X装置，由网状不可拉伸材料（聚对苯二甲酸乙二醇酯）制成，孔隙率100 μ m。

排除标准：存在活动性感染、骨折或无疼痛或临床问题的椎体异常、陈旧性骨折、凝血障碍；脊髓或神经卡压导致神经根性疼痛，成骨细胞或骨转移延伸到硬膜外腔；有其他椎体增强手术史。

医疗干预报告

手前1天及术后1、6和12个月随访评估疼痛数值评定量表（NRS）和Oswestry功能障碍指数（ODI）评分。在干预后1、6和12个月检查磁共振成像（MRI），并在干预后1和12个月检查计算机断层扫描（CT）。

术前椎体高度通过使用MRI和/或CT测量椎体后段、中段和前段的高度来确定；术后椎体高度根据1、6和12个月后（MRI）及1和12个月后（CT）透视结果，在Vessel-X装置植入后立即确定。

通过测量手术前后高度之间的差异来计算椎体高度恢复，其中相邻未治疗椎体的对照测量值作为参考值。

根据欧洲心血管和介入放射学会的建议，这些程序在血管外科专业部门局部麻醉和持续抗生素预防下进行[4]。

患者取仰卧位，透视下目标椎骨居中，旋转导丝以显示选定的经椎弓根路径。然后插入套管针（8G脊髓针，长度90-150mm）直达椎体。目标点为侧视图中椎骨后壁后面和前后视图中两个终板之间的中线区域。

Vessel-X有两种尺寸可供选择。在术前期间，优先选择与椎骨大小相对应的选项。植入装置后，每块椎骨注射3.3 \pm 0.8毫升的OM（不透射线、高粘度丙烯酸酯骨水泥）。

填充骨材料后，Vessel-X根据指定尺寸呈圆柱形。在填充物开始出来之前，容器内OM的最大压力与周围骨密度的相对阻力有关，与新（“新鲜”）和旧骨折的差异有关，并且还年轻骨组织或具有骨质疏松变化的骨组织有关。达到此压力后，填充物穿透微孔，交叉进入小梁空间，稳定容器，然后抬高椎体终板。该装置的正确放置和成功植入被认为是技术上的成功（图2、3）。

伦理审查

此类研究无需官方许可。

统计分析

NRS和ODI指标采用描述性统计数据（平均值、标准差、中位数、四分位距），对术前和术后1、6和12个月后随访评估数据进行呈现。

使用配对学生t检验和Wilcoxon符号秩检验，以确定治疗后NRS和ODI评分的统计学显著变化，以及将结果与治疗前进行比较。对于每个系列的评估，接受治疗前后结果之间没有差异的零假设。

所有分析均使用Matlab软件包（美国迈斯沃克，马萨诸塞州纳蒂克）进行。

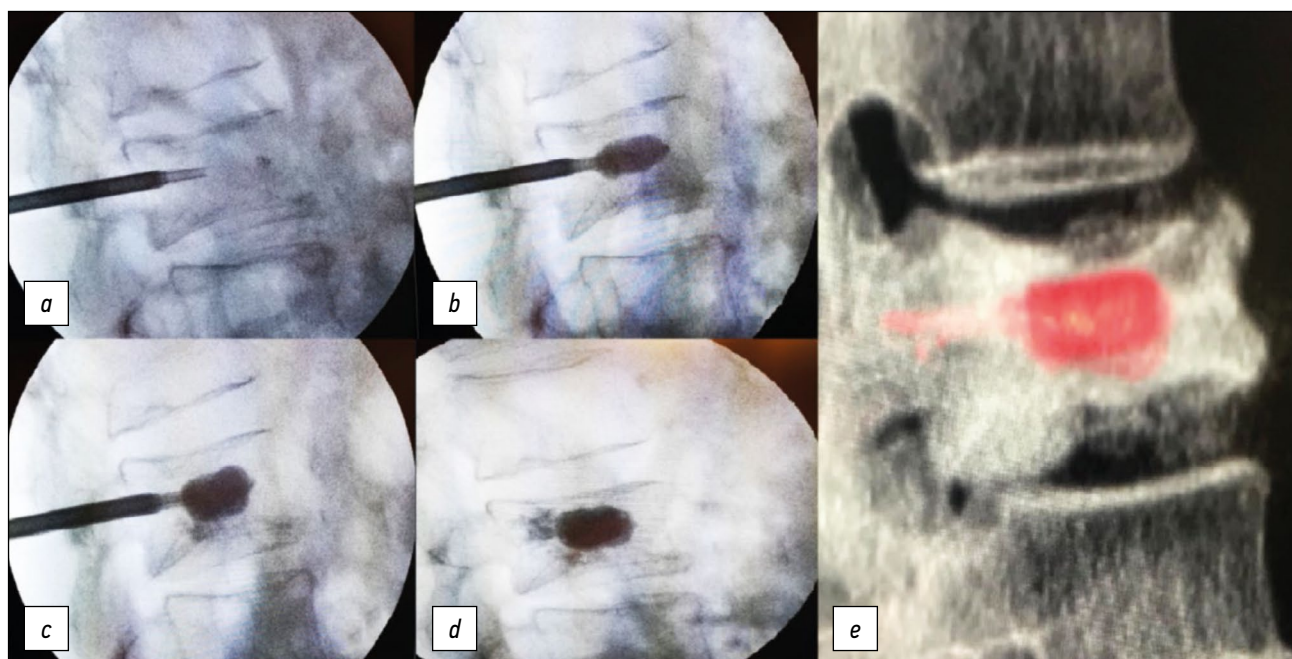


图2. Vessel-X装置的放置: a-d——术中植入(成骨材料只有在达到最大尺寸后才开始从PET容器中出来); e——装置体积变换。

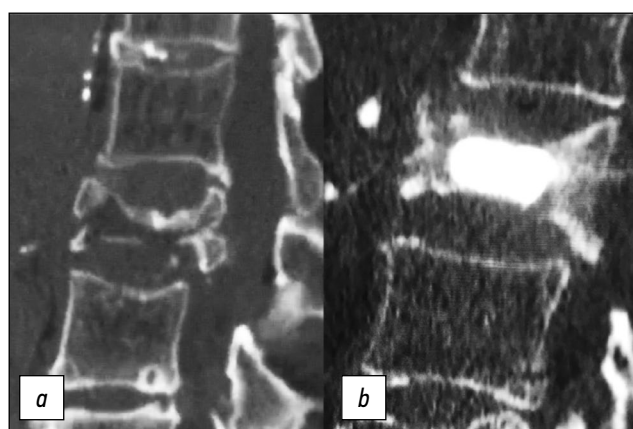


图3. 理想的Vessel-X装置放置, 无成骨材料渗漏: a——计算机断层扫描上复杂椎体骨折的矢状重建; b——术后计算机断层扫描控制。

结果

研究对象(参与者)

本研究入选66例患者(男16例, 女50例, 平均年龄73.1岁), 腰椎区椎体疼痛性骨折, 对保守治疗有抵抗力。经MRI和/或CT确定的终板骨折和/或椎后壁缺损患者被纳入与骨质疏松症($n=19$)、创伤($n=3$)、多发性骨髓瘤($n=2$)、转移性乳腺癌($n=2$)相关的复杂骨折亚组中。

使用Vessel-X装置总共治疗92块椎骨(58块腰椎和34块胸椎, 范围: D5-L5)。对24例患者(3级: 2例患者; 2级: 22例患者)进行同一干预范围内的多级手术。腰椎水平采用双足入路, 胸椎采用单足入路。技术成功率为100%。

主要研究成果

未观察到严重并发症。术后1个月的对照MRI和CT显示, 1例L1椎体外伤性骨折患者发现无症状椎旁填充物渗漏, 无椎管和神经根损伤。12个月内未发现相邻椎体新发骨折。

在10例病理性和外伤性骨折患者中, 干预后6个月和12个月的MRI证实靶椎和邻近椎骨没有骨髓水肿。

我们观察到术前平均ODI值(73.2 ± 7.9)在1个月(14.1 ± 3.3)、6个月(13.8 ± 3.6)和12个月(14.0 ± 2.9)的观察中显著下降; $p < 0.05$ (图4)。

术前平均NRS值(7.3 ± 1.2)在术后1个月(1.8 ± 1.3)、6个月(2.1 ± 0.8)和12个月(1.7 ± 1.0)后也有所下降; $p < 0.05$ (图5)。

两组椎体骨折亚组在标准差方面无统计学意义。

手术后平均术前椎体高度从 11.3 ± 2.2 mm (范围7-15)增加到 14.0 ± 1.7 mm (范围10-19) ($p < 0.05$), 而中段和后段同期分别从 11.9 ± 2.5 mm (范围6-17)增加至 16.1 ± 1.8 mm ($p < 0.05$)和从 16.4 ± 2.5 mm (范围10-22)增加至 19.5 ± 1.6 mm (范围23-16) ($p < 0.05$)。

简单骨折和复杂骨折亚组的椎体高度差异无统计学意义。

在双侧入路治疗的椎体骨折中, OM的分布比单足入路更均匀; 但是, 双足组和单足组之间椎体高度没有差异。

讨论

椎体增强的主要并发症之一是骨水泥在椎体外部的意外渗漏。Y. Zhan及团队进行的大规模荟萃

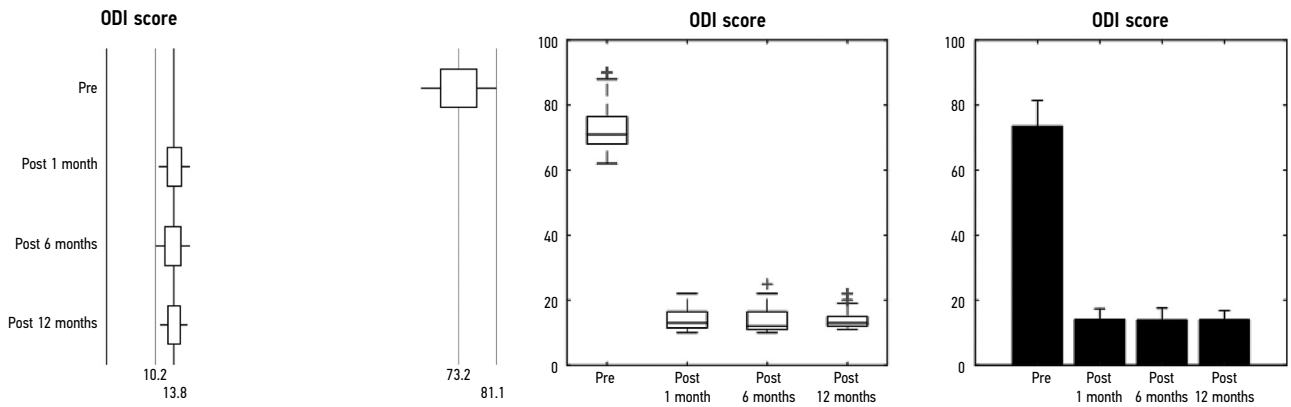


图4. 指数以百分比表示，从0%到100%不等，其中下限表示没有功能障碍，上限表示功能障碍程度最高（患者卧床不起）。治疗前，平均ODI为78%（第25个百分位数为70.5%，第75个百分位数为84%）。未发现异常值。治疗1个月，平均ODI为14%（第25个百分位数为12.7%，第75个百分位数为17%）。未发现异常值。治疗6个月，平均ODI为13%（第25个百分位数为12%，第75个百分位数为16%）。未发现异常值。治疗12个月，平均ODI为13%（第25个百分位数为12.4%，第75个百分位数为16%）。未发现异常值。平均ODI评分在术后1个月从73.2±7.9降至14.1±3.3，在术后6个月降至13.8±3.6（ $p<0.001$ ）。

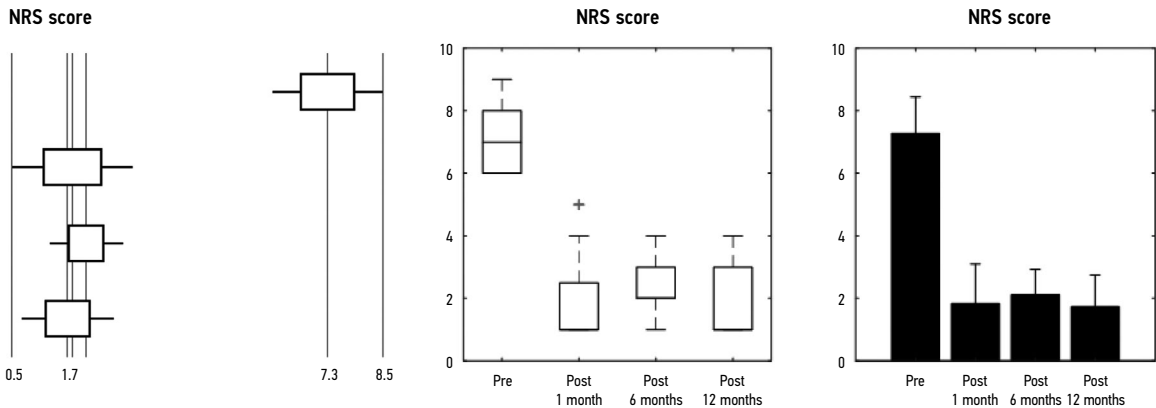


图5. 治疗前，NRS评分主要集中在量表的上端：中位数8、第25个百分位数7、第75个百分位数8。根据调查结果，治疗后NRS评分分布：1个月：中位数2，第25个百分位数2，第75个百分位数3；6个月：中位数2，第25个百分位数2，第75个百分位数3；12个月：中位数为2，第25个百分位2，第75个百分位3。未发现异常值。治疗前，平均NRS为7.3±1.2，1个月降至1.8±1.3，6个月降至2.1±0.8，12个月降至1.7±1.0（ $p<0.001$ ）。

分析[9]显示，皮椎体成形术中骨水泥渗漏的发生率为54.7%，皮球囊后凸成形术——18.4%。

许多装置已开发用于降低骨水泥渗漏风险，包括Vessel-X。我们研究的短期随访结果显示大有希望。单例无症状骨水泥渗漏技术的完全成功（1.08%）表明经皮血管成形术是一种安全有效的椎体骨折治疗方法，包括对具有高不良事件风险的终板和/或椎体后壁骨折。无显著临床副作用、感染或对神经组织损伤。

此外，已经表明骨水泥渗漏到椎间隙会增加相邻椎骨新骨折的风险[10-16]。在我们的研究中，未观察到骨水泥渗入椎间隙，术后12个月内未发现新的骨折。我们认为这是由于Vessel-X系统的特性，它提供了OM受控分布，因为它通过网状材料的孔隙均匀分布，与其他经皮植入装置相比，骨水泥主要沿骨折线堆积，导致其渗漏[17, 18]。

除了预防并发症外，经皮血管成形术还显示出出色的临床效果，随访评估期间NRS和ODI显著降低，证明了这一点。

据报告，虽然骨组织强度没有显著差异，但采用双足入路填充OM在恢复椎体刚度方面效果最好，对此可通过大量注射OM及其对称性进行解释[18]。在胸椎水平，尽可能采用单椎弓根入路；对于腰椎，采用双椎弓根入路，主要是因为轴向压力较高，我们认为这需要更多的OM。在椎体高度恢复方面，两种方法之间没有观察到显著差异。

对恢复椎体高度来说，那就是要保证术后骨折的稳定性。多项研究表明，经皮椎体后凸成形术后椎体高度有规律地降低，这可能是OM分布不均匀导致。在经皮椎体后凸成形术中，椎体内的球囊扩张后取出，用于后续灌注骨水泥，这会导致椎体部分塌陷，对其高度恢复产生不利影响[5, 17, 18]。

对于标准经皮椎体成形术和不稳定骨折，这种情况更为常见。在这种情况下，建议进行另一种经皮椎体成形术，然而应注意的是，在这种情况下发生不良骨水泥渗漏的风险显著增加[9, 19-22]。

在我们的研究中，无论是在术后立即还是在随访结束时，均未观察到椎体高度的显著差异，证实Vessel-X装置为骨折椎体提供了良好的支撑并防止其塌陷。此外，经皮血管成形术减少暴露于电离辐射的时间，因为前2毫升OM的填充不需要透视控制。随后每次0.25毫升OM在透视下灌注，直到达到所需椎体高度[17]。

研究的局限性

本研究的局限性与其单中心回顾性和相对较小的样本量有关。然而，我们收到了令人鼓舞的结果，如果结果得到证实，将允许治疗椎骨后壁骨折。

结论

使用Vessel-X装置的经皮血管成形术是治疗标准和复杂椎体骨折的一种有效且安全的方法。

由于其特殊的设计，与经皮椎体成形术和后凸成形术相比，Vessel-X提供OM分布的最佳控制、更少的骨水泥渗漏和更少的透视。

Vessel-X显示出良好的临床结果，治疗后估疼痛数值评定量表（NRS）和Oswestry功能障碍指数（ODI）评分显著降低，但需要前瞻性随机试验来进一步验证这些结果。

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. S. Masala — conception of the work, drafting and revising the work; A. Lacchè — acquisition, analysis, interpretation of data for the work; Ch. Zini — analysis, interpretation of data for the work; D. Mannatrizio — drafting and revising the work; S. Marcia — interpretation of data for the work; M. Bellini, G. Guglielmi — drafting and revising the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Kuschchayev S.V., Wiener P.C., Teytelboym O.M., et al. Percutaneous vertebroplasty: a history of procedure, technology, culture, specialty, and economics // *Neuroimaging Clin N Am*. 2019. Vol. 29, N 4. P. 481–494. doi: 10.1016/j.nic.2019.07.011
- Bornemann R., Koch E.M., Wollny M., Pflugmacher R. Treatment options for vertebral fractures an overview of different philosophies and techniques for vertebral augmentation // *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014. Vol. 24, Suppl 1. P. S131–143. doi: 10.1007/s00590-013-1257-3
- Flors L., Lonjedo E., Leiva-Salinas C., et al. Vesselplasty: a new technical approach to treat symptomatic vertebral compression fractures // *AJR Am J Roentgenol*. 2009. Vol. 193, N 1. P. 218–226. doi: 10.2214/AJR.08.1503
- Tsoumakidou G., Too C.W., Koch G., et al. CIRSE guidelines on percutaneous vertebral augmentation // *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2017. Vol. 40, N 3. P. 331–342. doi: 10.1007/s00270-017-1574-8
- Filippiadis D.K., Marcia S., Masala S., et al. Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty: current status, new developments and old controversies // *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2017. Vol. 40, N 12. P. 1815–1823. doi: 10.1007/s00270-017-1779-x
- Diel P., Röder C., Perler G., et al. Radiographic and safety details of vertebral body stenting: results from a multicenter chart review // *BMC Musculoskelet Disord*. 2013. Vol. 14. P. 233. doi: 10.1186/1471-2474-14-233
- Vanni D., Galzio R., Kazakova A., et al. Third-generation percutaneous vertebral augmentation systems // *J Spine Surg*. 2016. Vol. 2, N 1. P. 13–20. doi: 10.21037/jss.2016.02.01
- Anselmetti G.C., Manca A., Marcia S., et al. Vertebral augmentation with nitinol endoprosthesis: clinical experience in 40 patients with 1-year follow-up // *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2014. Vol. 37, N 1. P. 193–202. doi: 10.1007/s00270-013-0623-1
- Zhan Y., Jiang J., Liao H., et al. Risk factors for cement leakage after vertebroplasty or kyphoplasty: a meta-analysis of published evidence // *World Neurosurg*. 2017. Vol. 101. P. 633–642. doi: 10.1016/j.wneu.2017.01.124
- Tempesta V., Cannata G., Ferraro G., et al. The new vessel-x kyphoplasty for vertebral compression fractures: 2-year follow-up of 136 levels. Las Vegas: American Academy of Orthopaedic Surgeons Annual Meeting; 2009.
- McCall T., Cole C., Dailey A. Vertebroplasty and kyphoplasty: a comparative review of efficacy and adverse events // *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2008. Vol. 1. P. 17–23. doi: 10.1007/s12178-007-9013-0
- Mroz T.E., Yamashita T., Davros W.J., Lieberman I.H. Radiation exposure to the surgeon and the patient during kyphoplasty // *J Spinal Disord Tech*. 2008. Vol. 21, N 2. P. 96–100. doi: 10.1097/BSD.0b013e31805fe9e1
- Ruiz S.F., Santiago C.A., Guzmán Á.L., et al. Comparative review of vertebroplasty and kyphoplasty // *World J Radiol*. 2014. Vol. 6, N 6. P. 329–343. doi: 10.4329/wjr.v6.i6.329
- Hiwatashi A., Yoshiura T., Yamashita K., et al. Morphologic change in vertebral body after percutaneous vertebroplasty: follow-up with MDCT // *AJR Am J Roentgenol*. 2010. Vol. 195. P. W207–W212. doi: 10.2214/AJR.10.4195
- Grohs J.G., Matzner M., Trieb K., Krepler P. Minimal invasive stabilization of osteoporotic vertebral fractures: a prospective non-randomized comparison of vertebroplasty and balloon kyphoplasty // *J Spinal Disord Tech*. 2005. Vol. 18, N 3. P. 238–242.
- Lin E.P., Ekholm S., Hiwatashi A., Westesson P.L. Vertebroplasty: cement leakage into the disc increases the risk of new fracture of adjacent vertebral body // *AJNR Am J Neuroradiol*. 2004. Vol. 25, N 2. P. 175–180.
- Bambang D. Vesselplasty: a novel concept of percutaneous treatment for stabilization and height restoration of vertebral compression fractures // *J Musculoskeletal Res*. 2008. Vol. 11, N 2. P. 71–79. doi: 10.1142/s0218957708001985

18. Zheng Z., Luk K.D., Kuang G., et al. Vertebral augmentation with a novel Vessel-X bone void filling container system and bioactive bone cement // *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007. Vol. 32, N 19. P. 2076–2082. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181453f64
19. Carlier R.Y., Gordji H., Mompoin D.M., et al. Osteoporotic vertebral collapse: percutaneous vertebroplasty and local kyphosis correction // *Radiology*. 2004. Vol. 233, N 3. P. 891–898. doi: 10.1148/radiol.2333030400
20. Chen W.J., Kao Y.H., Yang S.C., et al. Impact of cement leakage into disks on the development of adjacent vertebral compression fractures // *J Spinal Disord Tech*. 2010. Vol. 23, N 1. P. 35–39. doi: 10.1097/BSD.0b013e3181981843

21. Komemushi A., Tanigawa N., Kariya S., et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fracture: multivariate study of predictors of new vertebral body fracture // *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2006. Vol. 29, N 4. P. 580–585. doi: 10.1007/s00270-005-0138-5
22. Guarnieri G., Masala S., Muto M. Update of vertebral cementoplasty in porotic patients // *Interv Neuroradiol*. 2015. Vol. 21, N 3. P. 372–380. doi: 10.1177/1591019915582364

REFERENCES

1. Kushchayev SV, Wiener PC, Teytelboym OM, et al. Percutaneous vertebroplasty: a history of procedure, technology, culture, specialty, and economics. *Neuroimaging Clin N Am*. 2019;29(4):481–494. doi: 10.1016/j.nic.2019.07.011
2. Bornemann R, Koch EM, Wollny M, Pflugmacher R. Treatment options for vertebral fractures an overview of different philosophies and techniques for vertebral augmentation. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2014;24(Suppl 1):S131–143. doi: 10.1007/s00590-013-1257-3
3. Flors L, Lonjedo E, Leiva-Salinas C, et al. Vesselplasty: a new technical approach to treat symptomatic vertebral compression fractures. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;193(1):218–226. doi: 10.2214/AJR.08.1503
4. Tsoumakidou G, Too CW, Koch G, et al. CIRSE guidelines on percutaneous vertebral augmentation. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2017;40(3):331–342. doi: 10.1007/s00270-017-1574-8
5. Filippidis DK, Marcia S, Masala S, et al. Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty: current status, new developments and old controversies. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2017;40(12):1815–1823. doi: 10.1007/s00270-017-1779-x
6. Diel P, Röder C, Perler G, et al. Radiographic and safety details of vertebral body stenting: results from a multicenter chart review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2013;14:233. doi: 10.1186/1471-2474-14-233
7. Vanni D, Galzio R, Kazakova A, et al. Third-generation percutaneous vertebral augmentation systems. *J Spine Surg*. 2016;2(1):13–20. doi: 10.21037/jss.2016.02.01
8. Anselmetti GC, Manca A, Marcia S, et al. Vertebral augmentation with nitinol endoprosthesis: clinical experience in 40 patients with 1-year follow-up. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2014;37(1):193–202. doi: 10.1007/s00270-013-0623-1
9. Zhan Y, Jiang J, Liao H, et al. Risk factors for cement leakage after vertebroplasty or kyphoplasty: a meta-analysis of published evidence. *World Neurosurg*. 2017;101:633–642. doi: 10.1016/j.wneu.2017.01.124
10. Tempesta V, Cannata G, Ferraro G, et al. The new Vessel-X kyphoplasty for vertebral compression fractures: 2-year follow-up of 136 levels. Las Vegas: American Academy of Orthopaedic Surgeons Annual Meeting; 2009.
11. McCall T, Cole C, Dailey A. Vertebroplasty and kyphoplasty: a comparative review of efficacy and adverse events. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2008;1:17–23. doi: 10.1007/s12178-007-9013-0
12. Mroz TE, Yamashita T, Davros WJ, Lieberman IH. Radiation exposure to the surgeon and the patient during kyphoplasty. *J Spinal Disord Tech*. 2008;21(2):96–100. doi: 10.1097/BSD.0b013e31805fe9e1
13. Ruiz Santiago F, Santiago Chinchilla A, Guzmán Álvarez L, et al. Comparative review of vertebroplasty and kyphoplasty. *World J Radiol*. 2014;6(6):329–343. doi: 10.4329/wjr.v6.i6.329
14. Hiwatashi A, Yoshiura T, Yamashita K, et al. Morphologic change in vertebral body after percutaneous vertebroplasty: follow-up with MDCT. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;195:W207–W212. doi: 10.2214/AJR.10.4195
15. Grohs JG, Matzner M, Trieb K, Krepler P. Minimal invasive stabilization of osteoporotic vertebral fractures: a prospective nonrandomized comparison of vertebroplasty and balloon kyphoplasty. *J Spinal Disord Tech*. 2005;18(3):238–242.
16. Lin EP, Ekholm S, Hiwatashi A, Westesson PL. Vertebroplasty: cement leakage into the disc increases the risk of new fracture of adjacent vertebral body. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2004;25(2):175–180.
17. Bambang D. Vesselplasty: a novel concept of percutaneous treatment for stabilization and height restoration of vertebral compression fractures. *J Musculoskeletal Res*. 2008;11(2):71–79. doi: 10.1142/s0218957708001985
18. Zheng Z, Luk KD, Kuang G, et al. Vertebral augmentation with a novel Vessel-X bone void filling container system and bioactive bone cement. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(19):2076–2082. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181453f64
19. Carlier RY, Gordji H, Mompoin DM, et al. Osteoporotic vertebral collapse: percutaneous vertebroplasty and local kyphosis correction. *Radiology*. 2004;233(3):891–898. doi: 10.1148/radiol.2333030400
20. Chen WJ, Kao YH, Yang SC, et al. Impact of cement leakage into disks on the development of adjacent vertebral compression fractures. *J Spinal Disord Tech*. 2010;23(1):35–39. doi: 10.1097/BSD.0b013e3181981843
21. Komemushi A, Tanigawa N, Kariya S, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fracture: multivariate study of predictors of new vertebral body fracture. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2006;29(4):580–585. doi: 10.1007/s00270-005-0138-5
22. Guarnieri G, Masala S, Muto M. Update of vertebral cementoplasty in porotic patients. *Interv Neuroradiol*. 2015;21(3):372–380. doi: 10.1177/1591019915582364

AUTHORS' INFO

* **Guseppe Guglielmi**, MD, Professor;
address: Viale L. Pinto 1, 71121 Foggia, Italy;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4325-8330>;
e-mail: giuseppe.guglielmi@unifg.it

Salvatore Masala, MD; ORCID: 0000-0003-0032-7970;
e-mail salva.masala@tiscali.it

Adriano Lacchè, MD; ORCID: 000-0003-1782-8624;
e-mail adrianolacche@gmail.com

Chiara Zini, MD; ORCID: 0000-0003-3456-4106;
e-mail zini.chiara@gmail.com

Domenico Mannatrizio, MD; ORCID: 0000-0003-3365-7132;
e-mail dr.mannatrizio@gmail.com

Stefano Marcia, MD; ORCID: 0000-0002-2118-9864;
e-mail stemarcia@gmail.com

Matteo Bellini, MD; ORCID: 0000-0002-1704-6246;
e-mail matteo.bellini@icloud.com

ОБ АВТОРАХ

* **Guglielmi G.**, MD, Professor;
адрес: Viale L. Pinto 1, 71121 Foggia, Italy;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4325-8330>;
e-mail: giuseppe.guglielmi@unifg.it

Masala S., MD; ORCID: 0000-0003-0032-7970;
e-mail salva.masala@tiscali.it

Lacchè A., MD; ORCID: 000-0003-1782-8624;
e-mail adrianolacche@gmail.com

Zini Ch., MD; ORCID: 0000-0003-3456-4106;
e-mail zini.chiara@gmail.com

Mannatrizio D., MD; ORCID: 0000-0003-3365-7132;
e-mail dr.mannatrizio@gmail.com

Marcia S., MD; ORCID: 0000-0002-2118-9864;
e-mail stemarcia@gmail.com

Bellini M., MD; ORCID: 0000-0002-1704-6246;
e-mail matteo.bellini@icloud.com

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку