

# 骨质疏松性椎体压缩骨折发生远隔部位疼痛的相关性研究进展

刘壮壮, 霍玉龙, 张民泽

延安大学附属医院, 陕西 延安

收稿日期: 2021年12月26日; 录用日期: 2022年1月16日; 发布日期: 2022年1月29日

## 摘要

骨质疏松性椎体压缩性骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)是指由骨质疏松症导致椎体骨密度(bone mineral density, BMD)和骨质量下降、骨强度减低,在轻微外力甚至没有明显外力的作用下即发生的骨折,是最常见的骨质疏松性骨折类型。随着我国人口逐渐老龄化,其发病率增高,OVCF患者常伴多种临床症状,疼痛最为多见,部分OVCF发生隐匿,以远隔部位的疼痛主诉就诊,导致确诊率低,致残、致死率高,消耗大量的医疗资源及费用。从目前OVCF远隔部位疼痛发生机制看,因其涉及椎体形变、化学及神经系统等一系列因素,现有的诊疗指南及临床实践中尚缺乏对其有明确的认识。所以选择治疗的方式尤为关键,目前治疗方式主要有保守治疗、微创手术及开放手术治疗方式。本文将对OVCF发生远隔部位疼痛的发病机制及临床治疗的研究进展进行综述,为OVCF临床诊断及治疗提供新的思路和依据。

## 关键词

骨质疏松性椎体骨折, 牵涉痛, 手术及药物治疗

# Research Progress on the Correlation of Remote Site Pain in Osteoporotic Vertebral Compression Fractures

Zhuangzhuang Liu, Yulong Huo, Minze Zhang

The Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Received: Dec. 26<sup>th</sup>, 2021; accepted: Jan. 16<sup>th</sup>, 2022; published: Jan. 29<sup>th</sup>, 2022

文章引用: 刘壮壮, 霍玉龙, 张民泽. 骨质疏松性椎体压缩骨折发生远隔部位疼痛的相关性研究进展[J]. 临床医学进展, 2022, 12(1): 620-626. DOI: 10.12677/acm.2022.121092

## Abstract

Osteoporotic vertebral compression fracture (OVCF) is the most common type of osteoporotic fracture, which is caused by osteoporosis, resulting in decreased vertebral bone density (BMD), bone quality and bone strength, and occurs under the action of little or no obvious external force. With the gradual aging of China's population, the incidence of OVCF is increasing. Patients with OVCF are often accompanied by a variety of clinical symptoms, and pain is the most common. Some patients with OVCF have hidden occurrence and seek medical treatment with complaints of pain in distant parts, resulting in low diagnosis rate, high disability and mortality, and consuming a lot of medical resources and costs. From the perspective of the mechanism of distant OVCF pain at present, due to a series of factors including vertebral degeneration, chemistry and nervous system, there is still a lack of clear understanding of OVCF in the existing diagnosis and treatment guidelines and clinical practice. Therefore, the selection of treatment methods is particularly critical, and the current treatment methods mainly include conservative treatment, minimally invasive surgery and open surgery. This paper will review the pathogenesis and clinical treatment of distant pain in OVCF, providing new ideas and basis for clinical diagnosis and treatment of OVCF.

## Keywords

Osteoporotic Vertebral Compression Fracture, Referred Pain, Surgery and Medication Treatment

Copyright © 2022 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. 前言

骨质疏松症每年引起全球范围约 890 万例患者发生骨折, 平均每 3 秒发生 1 例[1]。椎体是最常见的骨质疏松性骨折发生部位, 约 50% 以上骨质疏松性骨折发生于椎体, 好发于胸腰段[2]。OVCF 发生隐匿, 就诊率低, 部分患者甚至以远隔部位的躯体牵涉痛主诉就诊, 早期确诊率低, 易引起感染、血栓事件等各种并发症, 以致患者的医疗、护理需投入巨大人力、物力, 造成沉重的家庭和社会负担。因此, 正确认识 OVCF 远隔部位疼痛, 有助于提高对 OVCF 的早期诊断率及治疗率, 提高患者生活质量。本文将对 OVCF 牵涉痛发病机制及临床治疗的研究进展进行综述, 为 OVCF 临床诊断及治疗提供新的思路和依据。

## 2. OVCF 发生远隔部位疼痛的发病机制探讨

### 2.1. 椎体形变因素

椎体骨质疏松性骨折后易引起椎体微动及塌陷, 当椎体微动时使骨间和骨膜神经紧张, 刺激神经产生 P 物质, 这是已知的伤害感受物质[3]。当椎体塌陷, 像气球放气一样, 骨膜中的伤害感受器感受到负荷的变化, 从而引起疼痛介质的改变[4]。此外, 椎体高度丢失会损害周围的棘突关节、椎间孔变窄以及矢状面不平衡, 从而引起椎旁和腰骶部疼痛的症状, 患者必须通过骨盆和胸腰椎后凸增加来补偿, 活动时也易引起远隔部位疼痛[5]。进行性椎体微动及塌陷则会引起脊柱畸形, 从而改变椎体的生物力学特性。例如常见的后凸畸形会使患者的重心向前移动, 从而增加了脊柱杠杆臂和屈曲力矩, 受力负重的改变[5]。脊柱力学结构发生改变时可刺激脊神经的主干或分支, 疼痛感受神经接收信号产生神经冲动, 并

将神经冲动传导至脊髓后角，沿脊髓丘脑束上行至丘脑，产生疼痛感觉[6]。椎体自身的力学的改变对于发生远隔部位疼痛有着关键的作用，恢复责任椎体的稳定性可以改善 OVCF 患者临床效果。

## 2.2. 椎体周围软组织因素

脊柱是由椎体与椎间盘，还有椎体周围的软组织韧带，共同构成的骨骼运动系统。当椎体受到外力发生骨折后，同时造成了肌肉或韧带的受损而引起该处附着的肌肉撕裂、血管破裂出血和纤维组织增生导致的瘢痕粘连、筋膜增厚挛缩，使血管神经束受摩擦、刺激和压迫而出现腹痛等临床表现[7] [8]。由于腹壁组织较多起自腰部组织[9]，如腹内外斜肌、腹横肌起自腰背筋膜等，因此，腰部软组织的病变易引起腹部等远隔部位疼痛[10]。

## 2.3. 化学因素

发生椎体骨质疏松性骨折后，周围神经受到一定损伤，脊髓中的胶质细胞被激活，并且活化的脊髓胶质细胞释放炎症介质，诸如促炎细胞因子如肿瘤坏死因子(TNF  $\alpha$ )、白细胞介素  $1\beta$  (IL- $1\beta$ )和白细胞介素(IL-6)以及生长因子和趋化因子，导致神经病理性疼痛的增强和维持[11]。研究表明，复杂性区域疼痛综合征的病理生理学机制是通过炎症诱导中枢神经系统中的神经元重塑[12]。神经病理性疼痛表现出对痛觉过敏和异常疼痛的敏感性增加，主要原因可能是当组织被破坏时发生的炎症反应导致机体疼痛信号转导通路的激活[13]。

背根神经节(dorsal root ganglia, DRG)作为感觉通路的第一级神经元，在远隔部位疼痛的产生中可能起到重要的作用[14]。DRG 本身是血供丰富的组织，同时对缺血敏感的组织[15]，缺乏有效的血-神经通透屏障和神经束膜弥散屏障，DRG 不但易受血液循环环境改变的影响，而且也易受局部环境变化的影响[16]。当椎体骨质疏松性骨折后牵拉、神经张力改变、炎症因子刺激等，导致脊神经神经元致敏(中枢性致敏)，发生异常放电。激活 DRG 中的初级感觉神经元，神经元胞体通过释放腺嘌呤核苷三磷酸(ATP)、细胞因子、神经递质/调质等激活卫星胶质细胞(satellite glial cells, SGCs)，激活后的 SGCs 反馈释放胶质递质，增强神经元胞体对 ATP 的敏感性，导致神经元敏感性增高[17]；同时通过缝隙连接将伤害信息传递到相邻的胶质细胞，使之释放胶质递质，促使相邻未受损的神经元敏感性增加和并产生异常放电等现象[18]，产生类似放大器的效应，导致椎旁以及远隔部位痛觉敏感，加重患者不适症状。所以，探讨化学因素与 OVCF 远隔部位疼痛之间的关系对疼痛进行更有效的对因治疗显得尤为重要。

## 2.4. 牵涉痛理论

牵涉痛是指当深部组织和内脏病变时，疼痛往往可扩散到受同一或紧邻的脊髓节段所支配的皮肤区域处皮区的疼痛称为牵涉痛。引起牵涉痛的结构基础可能是：1) 病变脏器的初级感觉纤维进入脊髓后一方面终止于特有的二级神经元，另一方面以侧支终于有关躯体结构感觉传导的神经元；2) 病变脏器与相应躯体结构的初级感觉纤维终于同一个二级神经元；3) 初级感觉神经元周围突有不同侧支分布于内脏及相应躯体结构。目前对于引起牵涉痛主要有两种学说：汇聚学说及易化学说。汇聚学说指：由于受损部位和体表的痛觉传入纤维在脊髓同一水平的同一个神经元会聚后再上传至大脑皮质，由于平时疼痛刺激多来源于体表。因此大脑依旧习惯地将内脏痛误以为是体表痛，于是发生牵涉痛。易化学说指：受损部位传入纤维的侧支在脊髓与接受体表痛觉传入的同一后角神经元构成突触联系，从患痛内脏来的冲动可提高该神经元的兴奋性，从而对体表传入冲动产生易化作用，使微弱的体表刺激成为致痛刺激产生牵涉痛。例如急性心肌梗塞的患者经常表现为左肩痛，肝胆疾病经常表现为右肩痛，而真正发病部位经常暂时或长期无症状或症状轻微。

从 OVCF 患者牵涉痛产生的发生机制看, 涉及交感神经、椎窦神经、背根神经节、脊髓后根、脊髓后角等一系列神经通路, 两种学说都参与其中, 且异常冲动的产生是其发生的核心[14]。当 OVCF 患者骨折后一系列刺激引起的电刺激可以在同节段的脊髓内传导, 并通过椎窦神经经灰交通支沿着腰骶椎旁的交感神经链上行至腰 1 或腰 2 的背根神经节, 经过腰 1 或腰 2 的背根神经汇合于同一脊髓段后角, 经脊髓上达大脑皮质。因此下腰椎的异常刺激, 在理论上可以产生至少三个节段的躯体牵涉痛。导致产生下肢广泛且弥漫的躯体牵涉痛。也有资料显示, 腰部的脊神经节细胞周围突有分支投射到背肌和膀胱及背肌和坐骨神经; 下腰痛引起的下肢或下腹部牵涉痛的发生机制可能与发生在 DGR 水平的轴突反射有关[19]。

### 3. 临床治疗进展

OVCF 的治疗原则是复位、固定、功能锻炼和抗骨质疏松治疗。应根据患者年龄、并发症、骨质疏松程度而定, 在伴有远隔部位疼痛的 OVCF 患者尤其应强调个体化, 可采用非手术或手术治疗。具体方法应根据骨折部位、骨折类型、骨质疏松程度和患者全身状况而定, 权衡手术与非手术治疗的利弊, 做出合理选择[20]。主要以尽快缓解疼痛、尽早恢复正常生活质量 为目的, 着重于功能恢复, 选择创伤小、对功能影响少的方法[21]。在 OVCF 症状控制及康复治疗的同时, 须重视骨质疏松症本身的治疗[22]。无论保守治疗还是手术治疗, 都需与抗骨质疏松治疗结合, 才能从根本上提高骨量及骨强度, 避免发生再骨折及相关并发症的发生[23]。

#### 3.1. 非手术治疗

1) 适应证: 症状及体征较轻, 影像学检查为轻度压缩骨折、脊柱稳定性好, 无脊髓及神经明确受压者, 无法耐受手术者可采取非手术治疗。2) 治疗方法: 短期卧床休息、药物镇痛、腰背肌功能锻炼、外固定支具制动、康复理疗、抗骨质疏松治疗等, 但需要定期进行 X 线片检查, 以了解椎体压缩是否进行性加重。早期镇痛可使患者尽早进行主动康复锻炼, 从而避免因长期卧床导致肺部感染、肌肉萎缩、深静脉血栓形成及骨质疏松加剧等并发症发生[24]。临床药物主要包括: 镇痛药、非甾体类抗炎药和阿片类药物。降钙素已被建议作为 OVCF 患者重要的镇痛药物, 并得到美国骨科医师协会指南(2010)的认可, 而另一种普遍认可的治疗 OVCF 急性疼痛期方法是使用腰带或支具[25]。抗骨质疏松药物包括促进骨矿化物药物(钙剂、维生素 D)、促进骨形成药物(甲状旁腺激素、人类硬化蛋白单克隆抗体)、抑制骨吸收药物(雌激素类、双膦酸盐类) [26] [27] [28]。保守治疗 3~4 周疼痛可得到缓解, 椎体功能也相应改善[20]。

#### 3.2. 微创手术治疗

1) 适应证: 非手术治疗无效, 疼痛剧烈; 不稳定的椎体压缩性骨折; 椎体骨折不愈合或椎体内部囊性变、椎体坏死; 不宜时间卧床; 能耐受手术者。高龄患者宜考虑早期手术, 可有效缩短卧床时间, 减少骨折并发症的发生。绝对禁忌证: 不能耐受手术者; 无痛、陈旧的骨质疏松性椎体压缩性骨折; 凝血功能障碍者; 对椎体成形器械或材料过敏者。相对禁忌证: 椎体严重压缩性骨折, 椎管内有骨块; 有出血倾向者; 身体其他部位存在活动性感染者; 与椎体压缩骨折无关的神经压迫引起的根性痛。2) 椎体强化手术, 包括经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)和椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP), 是目前最常用的微创手术治疗方法[29] [30] [31]。常见并发症有骨水泥渗漏、责任椎体再骨折及邻近椎体骨折、肺栓塞、骨水泥中毒反应等, 其中最常见的并发症为骨水泥渗漏, 必要时可选用高粘度骨水泥、网袋技术、遥控骨水泥注射技术加以预防。另外, 术中还可以同时取活检, 以便与肿瘤引起的脊柱压缩性骨折进行鉴别。



### 3.3. 开放手术治疗

椎体骨折不稳定、进行性加重的后凸畸形、伴有脊髓压迫症状或椎管狭窄症状，可选择传统手术内固定治疗[32]。但老年脊柱骨折患者多有骨质疏松症，椎弓根螺钉对骨质疏松椎体的把持力不足，易产生切割现象，导致固定物松动，且术后高度丢失严重，故手术疗效欠佳[33]。术中可采用在椎弓根螺钉周围局部注射骨水泥、骨水泥螺钉、加长和加粗椎弓根钉、可膨胀椎弓根螺钉、皮质骨轨迹螺钉或适当延长固定节段等方法增强内固定的稳定性[34] [35]。

### 3.4. 选择性神经阻滞联合抗骨质疏松药物治疗

自 1971 年 Macnab [36]首次报道选择性神经根阻滞术后，该术式治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折疼痛，可能与消炎镇痛药物对神经根及窦椎神经炎性刺激治疗作用有关，有效地改善了神经根的炎性水肿及变性，使疼痛得以减轻；消炎镇痛药物同时作用于神经根及窦椎神经，稳定窦椎神经对疼痛的传导性，减低因炎性刺激等因素所致的疼痛敏感性增高，提高疼痛阈值，减轻疼痛；吐尔逊娜依·阿布都热依木通过对行保守治疗骨质疏松脊柱压缩性骨折患者 86 例病例研究，交感神经阻滞联合抗骨质疏松药物治疗骨质疏松压缩性骨折患者在缓解疼痛及改善腰背功能取得了一定的疗效，但需严格把握适应症。交感神经阻滞联合抗骨质疏松药物可作为骨质疏松脊柱压缩性骨折的补充疗法[37]。

## 4. 结论及展望

随着社会经济的发展和人类寿命延长，骨质疏松性骨折发病率逐年增加。OVCF 已成为威胁老年人健康的最常见骨折之一。OVCF 患者伴有远隔部位疼痛在临床中较为常见，但是目前针对 OVCF 患者发生远隔部位疼痛的诊断还没有确切的标准，需要根据患者病史、临床表现及辅助检查结果，排除其它内脏损伤可能，最终明确诊断。此外，部分骨科医生对其没有足够的认识和深入理解 OVCF 引起的远隔部位疼痛。通过对 OVCF 发生远隔部位疼痛机制和治疗的探索，有助于从骨质疏松骨折中寻找疼痛来源，从而有助于这些患者的疼痛管理。既能有效提高 OVCF 患者的早期确诊率，又能有效指导治疗方案的制定，提高 OVCF 患者的救治水平和治疗效果。

## 参考文献

- [1] Lin, X., Xiong, D., Peng, Y., *et al.* (2015) Epidemiology and Management of Osteoporosis in the People's Republic of China: Current Perspectives. *Clinical Interventions in Aging*, **10**, 1017-1033. <https://doi.org/10.2147/CIA.S54613>
- [2] Cui, L., Chen, L., Xia, W., *et al.* (2017) Vertebral Fracture in Postmenopausal Chinese Women: A Population-Based Study. *Osteoporosis International*, **28**, 2583-2590. <https://doi.org/10.1007/s00198-017-4085-1>
- [3] 陈激光. 胸腰椎压缩性骨折患者 PKP 术后残余痛的危险因素分析[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 中国人民解放军海军军医大学, 2021. <https://doi.org/10.26998/d.cnki.gjyuy.2021.000119>
- [4] Venmans, A., Klazen, C.A., Lohle, P.N., *et al.* (2010) Percutaneous Vertebroplasty and Procedural Pain. *American Journal of Neuroradiology*, **31**, 830-831. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1942>
- [5] Clark, W., Bird, P., Diamond, T., *et al.* (2015) Vertebroplasty for Acute Painful Osteoporotic Fractures (VAPOUR): Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *Trials*, **16**, 159. <https://doi.org/10.1186/s13063-015-0671-8>
- [6] Kloosterman, J.R., Yang, A., van Helmond, N., *et al.* (2020) Dorsal Root Ganglion Stimulation to Treat Persistent Abdominal Pain after Bypass Surgery. *Pain Medicine*, **21**, 201-203. <https://doi.org/10.1093/pm/pnz193>
- [7] Guo, C., Liu, N., Li, X., *et al.* (2014) Effect of Acupotomy on Nitric Oxide Synthase and Beta-Endorphin in Third Lumbar Vertebrae Transverse Process Syndrome Model Rats. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, **34**, 194-198. [https://doi.org/10.1016/S0254-6272\(14\)60078-9](https://doi.org/10.1016/S0254-6272(14)60078-9)
- [8] Li, H., Shang, X.J. and Dong, Q.R. (2015) Effects of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Rats with the Third Lumbar Vertebrae Transverse Process Syndrome. *Acupuncture in Medicine*, **33**, 400-405. <https://doi.org/10.1136/acupmed-2014-010752>

- [9] Rajkannan, P. and Vijayaraghavan, R. (2019) Dry Needling in Chronic Abdominal Wall Pain of Uncertain Origin. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, **23**, 94-98. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.01.004>
- [10] Bialy, M., Adamczyk, W.M., Marczykowski, P., et al. (2019) Deformations of Abdominal Muscles under Experimentally Induced Low Back Pain. *European Spine Journal*, **28**, 2444-2451. <https://doi.org/10.1007/s00586-019-06016-y>
- [11] 苑龙, 李雪松, 孟纯阳, 等. 炎症与神经病理性疼痛关系的研究进展[J]. 中国医师杂志, 2020, 22(2): 313-317. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1008-1372.2020.02.042>
- [12] Birklein, F. and Dimova, V. (2017) Complex Regional Pain Syndrome-Up-to-Date. *Pain Reports*, **2**, e624. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000000624>
- [13] Abbaszadeh, A., Darabi, S., Hasanzadeh, A., Amini-Khoei, H., Abbasnezhad, A., Choghakhori, R. and Aaliehpour, A. (2018) Minocycline through Attenuation of Oxidative Stress and Inflammatory Response Reduces the Neuropathic Pain in a Rat Model of Chronic Constriction Injury. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, **21**, 138-144.
- [14] Kim, K.H., Jo, D.H. and Kim, E.D. (2017) Pulsed Radiofrequency to the Dorsal Root Ganglion in Acute Herpes Zoster and Postherpetic Neuralgia. *Pain Physician*, **20**, E411-E418.
- [15] 丁自海, 王增涛, 钟世镇. 脊柱外科临床解剖学[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2008: 520-522.
- [16] 周跃, 刘正津, 梅芳瑞, 等. 脊神经节血-神经屏障的超微结构特点及损伤的影响[J]. 中华显微外科杂志, 1999, 22(S1): 33-35.
- [17] Hanai, F., Matsui, N. and Hongo, N. (1996) Changes in Responses of Wide Dynamic Range Neurons in the Spinal Dorsal Horn after Dorsal Root or Dorsal Root Ganglion Compression. *Spine*, **21**, 1408-1414. <https://doi.org/10.1097/00007632-199606150-00002>
- [18] Devor, M. (2009) Ectopic Discharge in A $\beta$  Afferents as a Source of Neuropathic Pain. *Experimental Brain Research*, **196**, 115-128. <https://doi.org/10.1007/s00221-009-1724-6>
- [19] 张晓卓, 吕婷婷, 翁志军, 等. 背根神经节中卫星胶质细胞在疼痛疾病中的调节作用[J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(33): 5396-5403.
- [20] 邱贵兴, 裴福兴, 胡侦明, 唐佩福, 薛庆云, 杨惠林, 陶天遵, 赵宇. 中国骨质疏松性骨折诊疗指南——骨质疏松性骨折诊断及治疗原则[J]. 黑龙江科学, 2018, 9(2): 85-88+95.
- [21] 丁悦, 张嘉, 岳华, 袁凌青. 骨质疏松性椎体压缩性骨折诊疗与管理专家共识[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2018, 11(5): 425-437.
- [22] Wasnich, R. (1996) Vertebral Fracture Epidemiology. *Bone*, **18**, S179-S183. [https://doi.org/10.1016/8756-3282\(95\)00499-8](https://doi.org/10.1016/8756-3282(95)00499-8)
- [23] Trout, A.T., Kallmes, D. and Kaufmann, T. (2006) New Fractures after Vertebroplasty: Adjacent Fractures Occur Significantly Sooner. *American Journal of Neuroradiology*, **27**, 217-223.
- [24] Garg, B., et al. (2017) Non-Surgical Management of Acute Osteoporotic Vertebral Compression Fracture: A Review. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, **8**, 131-138. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2017.02.001>
- [25] Parreira, P.C.S., et al. (2017) An Overview of Clinical Guidelines for the Management of Vertebral Compression Fracture: A Systematic Review. *The Spine Journal*, **17**, 1932-1938. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2017.07.174>
- [26] Gueguen, C., Jouanny, P., Belmouhoub, M. and Bonnefoy, M. (2019) Prise en charge de l'ostéoporose fracturaire chez les patients de plus de 75 ans vivant en institution [Osteoporosis Treatment in Patients over 75 Years Old with Fractures Living in Nursing Home]. *Gériatrie et Psychologie Neuropsychiatrie du Vieillessement*, **17**, 377-385. (In French) <https://doi.org/10.1684/pnv.2019.0822>
- [27] Yang, R., Chen, J., Zhang, J., Qin, R., Wang, R., Qiu, Y., Mao, Z., Goltzman, D. and Miao, D. (2020) 1,25-Dihydroxyvitamin D Protects against Age-Related Osteoporosis by a Novel VDR-Ezh2-p16 Signal Axis. *Aging Cell*, **19**, e13095. <https://doi.org/10.1111/acer.13095>
- [28] Anthamatten, A. and Parish, A. (2019) Clinical Update on Osteoporosis. *Journal of Midwifery & Women's Health*, **64**, 265-275. <https://doi.org/10.1111/jmwh.12954>
- [29] Tsoumakidou, G., Too, C.W., Koch, G., et al. (2017) CIRSE Guidelines on Percutaneous Vertebral Augmentation. *CardioVascular and Interventional Radiology*, **40**, 331-342. <https://doi.org/10.1007/s00270-017-1574-8>
- [30] 池永龙. 脊柱微创外科学[M]. 北京: 人民军医出版社, 2006.
- [31] Savage, J.W., Schroeder, G.D. and Anderson, P.A. (2014) Vertebroplasty and Kyphoplasty for the Treatment of Osteoporotic Vertebral Compression Fractures. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **22**, 653-664. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-22-10-653>
- [32] Alpantaki, K., Dohm, M., Korovessis, P., et al. (2018) Surgical Options for Osteoporotic Vertebral Compression Fractures Complicated with Spinal Deformity and Neurologic Deficit. *Injury*, **49**, 261-271.

<https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.11.008>

- [33] Kim, D.H. and Vaccaro, A.R. (2006) Osteoporotic Compression Fractures of the Spine: Current Options and Considerations for Treatment. *The Spine Journal*, **6**, 479-487. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2006.04.013>
- [34] Herkowitz, H., Garfin, S., 等. 罗思曼-西蒙尼脊柱外科学[M]. 党耕町, 刘忠军, 张凤山, 等, 译. 第6版. 北京: 北京大学医学出版社, 2016.
- [35] 宣俊, 徐道亮, 王向阳. 皮质骨通道置椎弓根螺钉技术的研究进展[J]. 中华骨科杂志, 2016, 36(1): 51-57.
- [36] Macnab, I. (1971) Negative Disc Exploration: An Analysis of the Causes of Nerve Root Involvement in Sixty-Eight Patients. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **53**, 891-903. <https://doi.org/10.2106/00004623-197153050-00004>
- [37] 吐尔逊娜依·阿布都热依木, 赵秋鹤, 常成. 交感神经阻滞联合药物治疗骨质疏松脊柱压缩性骨折患者疼痛的疗效[J]. 新疆医学, 2021, 51(11): 1272-1275.