

Analysis of risk factors for refracture of adjacent vertebral body after bone cement reinforcement

Gang Du Zhenguo Yang* Chengen Li

Second Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan, Shandong, 250002, China

Abstract

This article mainly analyzes the risk factors of adjacent vertebral refracture in patients with OVCF after bone cement reinforcement surgery. A retrospective analysis was conducted on 160 patients with OVCF who underwent PVP or PKP treatment in the Department of Orthopedics of the Second Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine from January 2021 to December 2023. The patients were divided into the recurrent fracture group (24 cases) and the non-recurrent fracture group (136 cases) based on whether the adjacent vertebrae recurred after the operation. By conducting statistics and calculations on the general conditions and surgical factors of all patients. A univariate study was conducted on the general conditions of the patients and surgical factors. Through multivariate Logistic regression analysis, the risk factors influencing the refracture of adjacent vertebrae after bone cement reinforcement were identified. The conclusion is that the risk factors for refracture of adjacent vertebrae after bone cement vertebral reinforcement surgery include bone mineral density, bone cement distribution, puncture method, recovery rate of anterior vertebral height, changes in Cobb Angle, and whether the anti-osteoporosis treatment is standardized. Sufficient attention should be paid in clinical practice.

Keywords

Osteoporotic compression fracture; Vertebral augmentation surgery; Re fracture of adjacent vertebrae; risk factor

骨水泥强化术后邻椎再骨折的危险因素分析

杜刚 杨振国* 李承恩

山东中医药大学第二附属医院, 中国·山东 济南 250002

摘要

本文主要分析OVCF患者行骨水泥椎体强化术后邻椎再骨折的危险因素。通过回顾性分析2021年1月至2023年12月于山东中医药大学第二附属医院骨科行PVP或PKP治疗的OVCF患者160例,根据术后是否再发生邻椎骨折将病人分为:再发骨折组(24例)和未再发骨折组(136例)。通过对所有患者一般情况和手术因素进行统计和计算。将患者一般情况和手术因素进行单因素研究,经多因素Logistic回归分析明确影响骨水泥强化术后邻近椎体再骨折的危险因素。结论是骨水泥椎体强化术后邻近椎体再骨折的危险因素包括骨密度、骨水泥分布、穿刺方式、椎体前缘高度恢复率、Cobb角变化、是否规范抗骨质疏松治疗,临床需引起足够的重视。

关键词

骨质疏松性压缩骨折; 椎体强化术; 邻椎再骨折; 危险因素

1 引言

随着人口老龄化的不断进展,骨质疏松症已进入慢性病前三位^[1],成为一项全球公认的健康难题,其最为严重的并发症是骨折,而其中最常见骨折便是椎体骨质疏松性压缩骨折(osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF)。据研究,OVCF在骨质疏松性骨折中约占45%左

右,而在我国每年新增OVCF患者约180万。OVCF对老年患者的身心健康及生活质量影响巨大,保守治疗常收效甚微,而传统的开放性手术具有创伤大、恢复慢、并发症多等局限性,老年患者因耐受力差难以接受。随着医学技术的发展,骨水泥强化术应运而生,因其具有微创、迅速减轻疼痛、术后早期下地活动等优点,可显著改善患者生活质量,减少长期卧床导致的并发症,该技术已成熟并被广泛应用于OVCF的临床治疗,其代表术式有经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)、经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)、编织囊袋等。然而在临床应用中,受多种因素的影响,部分患者术后发生邻近椎体再骨折,短时间内再次住院治疗给患者增加了经济和心理负担^[2]。因此,骨水泥强化术后邻椎再骨折也引起了众多

【课题项目】二仙汤通过抑制成骨细胞铁死亡改善绝经后骨质疏松的机制研究(课题编号: Z20241924)。

【作者简介】杜刚(1993-),男,中国山东临清人,硕士,住院医师,从事中医骨伤科学研究。

医者及学者的广泛关注。本文将对骨水泥强化术后邻椎再骨折的相关危险因素进行研究分析,拟进一步为临床预防再骨折提供依据。

2 资料和方法

2.1 病例诊断标准

现病史:患者主要症状常为胸腰背部疼痛伴活动受限,起坐翻身时疼痛加重,低能量损伤导致或无明显外伤;专科查体:伤椎棘突后方压痛或叩击痛阳性,不伴有双下肢疼痛麻木等症状;部分压缩严重的患者常会出现脊柱后凸畸形;影像学检查:X线片可见椎体高度下降,椎体CT检查可见伤椎存在骨松质低密度区域,也可见椎体内存在骨折线。MRI压脂像示相应椎体呈现高信号。专科查体与影像学显示的病变节段一致;骨密度检查:根据《原发性骨质疏松症诊疗指南(2022)》基于骨密度诊断标准,骨密度测定T值 ≤ -2.5 SD,诊断为骨质疏松症。

2.2 病例纳入标准和排除标准

纳入标准:首先符合上述诊断标准;病史多在3周以内,诊断为新鲜压缩骨折;所选择的手术方式为PVP或PKP;

排除标准:因多发性骨髓瘤或脊柱转移瘤所导致的病理性骨折患者;病史时间较长,诊断为陈旧性压缩骨折;病椎后壁破损,骨折碎片进入椎管造成压迫;伴有双下肢神经症状。

2.3 病例一般资料

本研究纳入2020年1月至2022年12月于我院行PVP或PKP治疗的符合纳入标准的OVCF患者共160例,其中男性51例,女性109例,年龄为54~89岁,平均为(67.12 \pm 6.28)岁,所有的患者在术后均获得随访,随访时间在6—24个月,平均为(14.7 \pm 3.5)个月。根据术后邻椎是否再发骨折将病人分为:再发骨折组(24例)和未再发骨折组(136例),其中邻椎再发骨折率为15%。

2.4 手术方式及术后处理

手术方式:患者取俯卧位,摆体位时将脊柱适当过伸,腹部悬空,通过C型臂透视可明确伤椎及其椎弓根大致位置,并标记椎弓根体表投影的外侧为进针点。局部先用1%盐酸

利多卡因麻醉伤椎周围皮肤、肌肉及关节突周围,麻醉成功后,透视下用穿刺针于伤椎关节突关节外侧经椎弓根穿刺入椎体前中1/3,调和骨水泥至牙膏期,PVP术为直接注入病椎适量骨水泥;而PKP术则是先通过穿刺通道插入球囊,然后逐渐加压并使球囊维持在一定压力值,C型臂透视见病椎高度部分恢复,再打入骨水泥。手术全程在透视下进行,一旦发现骨水泥渗漏,立即停止操作。等待骨水泥硬化后,缓慢拔出穿刺针,使用无菌敷料包扎针孔处。

术后处理:术后第二天患者可谨慎下地活动,避免弯腰及剧烈活动,行X线及CT检查,观察手术情况并留资料;嘱患者术后1月、3月、半年、1年、2年到门诊复查随访,并嘱患者术后坚持规范化抗骨质疏松治疗,避免再骨折发生。

观察指标:统计患者的一般情况(年龄、性别、骨密度、长期使用激素史、是否规范抗骨质疏松治疗)和手术因素(骨水泥注入量、骨水泥渗漏、骨水泥的分布、穿刺方式、椎体前缘高度恢复率、Cobb角变化)。

统计学分析:所有数据均采用SPSS 21.0统计软件进行分析。数据满足正态性,计量资料采用($\bar{x}\pm s$)表示,独立组间比较采用t检验;计数资料采用n(%)表示,组间比较采用卡方分析;若 $T < 5$,采用 X^2 检验的校正公式或Fisher确切概率法;影响因素分析使用Logistic回归分析;检验水准 $P < 0.05$ 代表差异具有统计学意义。

3 结果

单因素分析结果:再发生骨折组在骨密度、骨水泥渗漏、骨水泥分布、穿刺方式、椎体前缘高度恢复率、Cobb角变化、长期使用激素史、是否规范抗骨质疏松治疗与未再发骨折组比较,差异均具有统计学意义($P < 0.05$),两组间年龄、性别、注入骨水泥量差异均不具有统计学意义($P > 0.05$)。故将骨密度、骨水泥渗漏、骨水泥分布、穿刺方式、椎体前缘高度恢复率、Cobb角变化、长期使用激素史、是否规范抗骨质疏松治疗带入多因素logistic回归分析中。

表1 再骨折危险因素的单因素分析结果

	再发骨折组(n=24)	未再发骨折组(n=136)	t	P
年龄	65.82 \pm 5.69	67.73 \pm 5.95	-1.459	0.147
性别(男/女,例)	9/15	42/94	0.411	0.521
注入骨水泥量	5.06 \pm 0.72	5.29 \pm 0.77	-1.362	0.175
骨密度	-3.56 \pm 0.45	-3.24 \pm 0.48	-3.038	0.003
骨水泥渗漏(有/无,例)	4/20	7/129	4.228	0.040
骨水泥分布(团块型/弥散型,例)	8/16	19/117	5.452	0.021
穿刺方式(单侧/双侧,例)	10/14	15/121	12.293	<0.001
椎体前柱高度恢复率	17.24 \pm 2.78	14.47 \pm 2.93	10.882	<0.001
Cobb角变化	16.56 \pm 4.31	13.15 \pm 4.12	3.713	<0.001
长期使用激素史(有/无,例)	6/18	14/122	4.034	0.045
是否规范抗骨质疏松治疗(有/无,例)	7/17	80/56	7.232	0.007

注:比较采用t检验、卡方检验

再骨折多因素分析结果：经过多因素 logistic 回归分析，结果显示，骨密度、骨水泥分布、穿刺方式、椎体前缘高度恢复率、Cobb 角变化、是否规范抗骨质疏松治疗均为影响再发骨折的独立影响因素 ($P < 0.05$)；其中，骨密度、骨

水泥分布、穿刺方式、椎体前柱高度恢复率、Cobb 角变化、是否规范抗骨质疏松治疗均为影响再骨折发生的独立危险因素 ($OR > 1.0$)。

Logistic 回归分析结果见表 2。

表 2 Logistic 回归分析结果

变量	B	S.E.	Wald	P	OR	OR95%CI	
						下限	上限
骨密度	0.397	0.115	1.806	< 0.001	1.487	1.186	1.864
骨水泥渗漏	0.706	0.107	1.750	0.386	1.006	0.992	1.021
骨水泥分布	0.915	0.026	5.993	0.014	1.015	1.003	1.026
穿刺方式	0.169	0.058	3.528	0.003	1.184	1.057	1.325
椎体前缘高度恢复率	-2.584	0.885	8.516	0.004	1.075	1.013	1.428
Cobb 角变化	1.146	0.102	1.543	< 0.001	2.003	1.730	2.559
长期使用激素史	0.602	0.031	1.451	0.229	1.098	1.005	1.801
是否规范抗骨质疏松治疗	0.971	0.211	21.116	< 0.001	2.640	1.745	3.995

4 讨论

骨水泥椎体强化术是治疗骨质疏松性压缩骨折的最常见手术方式，常能取得满意效果，但术后邻椎再发骨折的风险也使得众多脊柱外科医生高度关注。再骨折带来的椎体高度丢失及局部后凸畸形，常导致持续性腰背痛，严重者甚至压迫神经，影响日常生活，临床上处理起来较为棘手，甚至需要行截骨矫形术等创伤大、花费高的手术治疗。因此，明确 OVCF 患者 PVP 或 PKP 术后邻近椎体再发骨折的危险因素具有重要意义。目前，关于骨水泥强化术后邻近椎体再发骨折的危险因素的研究已有报道，但仍不清楚其发病机制及影响因素，大多数学者认为由患者骨质疏松症的自然进程和椎体强化术等多种因素共同导致。

骨密度水平：临床上反映骨质疏松症的重要临床指标就是骨密度，骨密度较低的 OVCF 患者在其术后发生邻椎骨折的概率明显增高。骨密度无疑是影响骨水泥强化术后骨折再发的重要危险因素，甚至有学者认为骨密度水平低下是骨水泥强化术后邻椎再发骨折的唯一因素，这也充分体现了骨密度在评估 OVCF 患者术后邻椎再发骨折风险中的重要价值。对于骨密度检查 T 值 ≤ -3.0 SD 的患者，在进行骨水泥椎体强化术时，理应充分考虑到其术后邻椎再发骨折的高风险性。此外，在患者椎体 CT 中测量的 Hounsfield 单位 (HU) 值，也可以作为反映患者骨密度及相关骨折风险的可靠指标，为诊断提供价值信息。LI 等^[3]通过构建腰椎有限元模型，测量了相邻椎体从上终板到下终板的各个横向平面的 HU 值，取最高与最低 HU 值之间的差值作为 HU 值最大差异，从而评估相邻节段椎体的刚度差异。相邻椎体 HU 值最大差异的增加，使得椎体局部生物力学发生改变，导致邻近椎体再发骨折的风险升高。所以，CT 成像中的 HU 值最大差异在临床上也有一定指导意义。

骨水泥分布：骨水泥分布模式是影响椎体强化疗效及安全性的影响因素。骨水泥在打入椎体后常会出现不同

的分布形态，根据骨水泥分布方式的不同分为弥散型、团块型、混合型 3 种类型，其中以团块型邻椎再发骨折率高。曹鹏^[4]等根据骨水泥分布形态分为 H 型和 O 型，并认为 H 形态分布使得邻椎与伤椎之间的生物力学分布与正常椎体之间生物力学更接近，而 O 形态分布患者邻椎再骨折风险明显增高。骨水泥在伤椎中呈现团块状分布时常表明骨水泥弥散不充分，这可能会导致邻椎应力改变，骨折的风险也进一步增高。相反，如果骨水泥在伤椎内均匀弥散，则可以更加均衡地加强椎体的刚度和强度，从而提高椎体抗形变的能力，减少了邻椎再骨折的发生。另外，临床上常采用骨水泥分布指数来评测术后邻椎再发骨折的可能，骨水泥分布指数越高，则邻近椎体再发骨折的风险越低。

穿刺方式：骨水泥强化术在经皮穿刺时，大致有单侧穿刺和双侧穿刺两种方式，单侧穿刺较双侧穿刺手术时间更短，关于两种穿刺方式对术后邻近椎体再发骨折的影响，其结论尚有争议，但多数研究表明单侧穿刺更容易导致术后邻椎再骨折。椎弓根的解剖特点决定了单侧穿刺入路不能很好的到达椎体中心，易出现骨水泥注入后分布不均的情况，形成单侧椎体承重状态，在轴向压缩应力下会出现向未注入水泥侧弯曲的趋势，不仅影响伤椎本身的恢复，而且会改变脊柱局部应力，从而导致邻近椎体再发骨折，当然，还有学者提出椎弓根外穿刺入路也是安全的，而且椎弓根外穿刺更容易到达伤椎中心，但需要术者熟悉脊柱后方及椎弓根的解剖。

椎体前缘高度恢复率与局部 Cobb 角变化：者椎体前缘高度降低并出现楔形变，常继发脊柱后凸畸形，并伴随局部 Cobb 角的改变。在手术过程中，外科医生通常致力于恢复伤椎至其原始高度，以矫正后凸畸形并改善 Cobb 角，尤其在 PKP 手术中该目标更为明确。然而，有研究指出，骨水泥强化术后若椎体高度恢复过度，可能增加邻近椎体术后再骨折的风险。相关比较显示，邻椎再骨折组患者的椎体前缘

高度恢复率显著高于未发生再骨折的病例，其原因可能在于术中过度抬升椎体前缘高度会引起椎旁软组织张力上升，进而增大邻近椎体的机械负荷。另有研究证实，Cobb角的过度矫正也是术后邻椎骨折的一项危险因素。可以认为，过度追求恢复伤椎高度和矫正后凸Cobb角，可能会扰乱局部生物力学平衡，从而导致邻椎甚至远离伤椎的其他椎体骨折风险增高。鉴于此，术者在术中恢复椎体高度时应以适度为原则，无需过度追求影像学上的完美形态。然而，关于椎体前缘高度恢复率及Cobb角改变的具体阈值，目前仍缺乏具有临床参考价值的共识，有待更深入的探讨。

是否规范抗骨质疏松治疗：有研究^[5]指出，围手术期进行抗骨质疏松治疗能够明显降低邻椎再骨折的发生风险。本研究中，未再骨折组术后抗骨质疏松治疗的实施情况明显优于再骨折组，说明术后系统性的抗骨质疏松干预有助于延缓骨质疏松进展，进而减少再骨折的发生。低骨密度是椎体强化术后再骨折的重要诱因，而抗骨质疏松治疗能有效提升骨密度，降低骨折复发风险。需要明确的是，PVP或PKP手术仅属于对症的姑息治疗，而抗骨质疏松治疗才是针对病因的根本性措施，二者结合方能实现标本兼治。因此，在患者住院期间及后续随访中，我们始终强调术后规范抗骨质疏松治疗的必要性，并为患者制定个体化、规范化的治疗方案。

5 结语

总结而言，骨密度水平、骨水泥分布状态、穿刺方式、椎体前缘高度恢复程度、术后Cobb角变化以及是否规范抗骨质疏松治疗均为骨水泥强化术后邻椎再骨折的影响因素。在临床操作中，建议适度恢复伤椎高度及Cobb角，优先考虑双侧椎弓根穿刺以促进骨水泥均匀分布，术后督促患者接受系统、规范的抗骨质疏松治疗，从而全面降低邻椎再骨折的发生风险。

参考文献

- [1] 来钰栋,蒋振松.骨质疏松性骨折的预防与临床治疗进展[J].山东第一医科大学(山东省医学科学院)学报,2023,44(01):67-73.
- [2] 舒忠军,何忠平,黄河.骨质疏松性椎体骨折椎体成形术后邻近椎体再骨折预测模型的构建与验证[J].骨科临床与研究杂志,2025,10(03):144-151.DOI:10.19548/j.2096-269x.2025.03.003.
- [3] LI J, XIE Y, SUN S, et al. Regional differences in bone mineral density biomechanically induce a higher risk of adjacent vertebral fracture after percutaneous vertebroplasty:a case-comparative study. *Int J Surg.* 2023;109(3):352-363.
- [4] 曹鹏,向刚刚,谢忠文等.不同骨水泥分布形态对PKP治疗OVCF中远期疗效的影响及伤椎再骨折的相关性[J].吉林医学,2023,44(03):632-635.
- [5] 杨浦鑫,王辉,徐佳欣等.HU值对于椎体成形术后非暴力新发椎体骨折的预测价值[J].中国骨与关节杂志,2023,12(04):266-270.