

本文引文格式:李梓云,李科红,崔新陈,等. 椎体强化术后邻椎骨折危险因素及其相关机制的综述[J]. 右江民族医学院学报, 2026, 48(4): 662-666.

【医学综述】

椎体强化术后邻椎骨折危险因素及其相关机制的综述

李梓云¹, 李科红¹, 崔新陈¹, 李治骑², 曹鹏², 陈建琨²

(1. 云南中医药大学, 云南 昆明 650500;

2. 云南中医药大学第三附属医院, 云南 昆明 650500)

摘要: 随着我国人口老龄化进程的加剧, 骨质疏松性椎体压缩骨折发生率不断升高; 而椎体强化术作为治疗骨质疏松性椎体压缩骨折的良好选择, 被普遍运用于临床, 因此术后出现邻椎骨折的病例数亦随之增加。目前对于椎体强化术后邻椎骨折的危险因素尚处于探索阶段。本文通过检索近年来椎体强化术后邻椎骨折危险因素及其相关机制的研究, 对其进行总结综述, 以期对相关试验及完善骨质疏松性椎体压缩骨折的治疗提供相关参考降低临床椎体强化术后邻椎骨折的发生率。

关键词: 椎体强化术; 邻椎骨折; 危险因素

中图分类号: R687.3

文献标识码: A

文章编号: 1001-5817(2026)04-0662-05

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2026.04.025

椎体压缩性骨折常继发于年龄>50岁的老年骨质疏松患者^[1], 并且随着人口老龄化进程的推进, 因此椎体压缩性骨折的发生率不断升高。椎体发生压缩性骨折后会产生疼痛、活动功能障碍等问题, 使得患者的生活质量因此受到巨大影响。针对椎体压缩性骨折的治疗方式, 目前有保守治疗及手术治疗两大类治疗方式。保守治疗需进行严格卧床并口服非甾体类镇痛药, 而临床上较多患者由于本身基础疾病及难以耐受严格卧床并不建议行保守治疗, 因此椎体强化术常作为临床上治疗椎体压缩性骨折的首选治疗方式^[2]; 椎体强化术包含经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)和经皮椎体后凸成形术(percutaneous kyphoplasty, PKP)两类术式^[3]。随着椎体压缩性骨折发生率的提高和椎体强化术的普及, 椎体强化术并发症报告率不断升高, 行椎体强化术后邻椎骨折患者的数量亦呈现出增加趋势。目前关于邻椎骨折的发生是由于术前相关因素还是手术影响因素还具有较大的争议, 甚至有部分研究得出的结论出现了矛盾。本研究检索近年来关于椎体强化术后邻椎骨折危险因素相关研究的文献, 对椎体强化术后邻椎骨折的危险因素及其相关机制进行总结综述, 为椎体强化术后邻椎骨折危险因素研究提供相关参考, 降低经皮椎体强化术后邻椎骨折的发生率, 从术前相关因素及手术影响因素两大方面进行综述总结。

1 术前相关因素

目前有部分研究^[4]认为邻椎骨折的发生是术前相关因素诱发的, 与首次骨折是否行椎体强化术治疗无明显关系; 但是本研究认为邻椎骨折的发生与术前相关因素和手术影响均有着密切的关系。因此, 本研究在术前相关因素方面从患者基本情况、低骨密度及未行抗骨质疏松治疗及术前椎体骨折基本情况等几个点对其做出总结。

1.1 高龄、绝经女性、BMI异常 初次椎体压缩骨折的发生与患者的基本情况密切相关, 以高龄、女性、BMI过高或过低等因素较为多见, 且有学者认为初次椎体骨折便是邻椎骨折的危险因素^[5], 因此邻椎骨折的发生与患者基本情况密切相关。关于高龄是邻椎骨折的危险因素的机制, 吴伟峰等^[6]认为高龄患者的骨质疏松程度较为严重, 骨强度下降导致邻椎骨折的发生风险增加; 而汤亮等^[7]进行原因分析后认为高龄患者身体机能下降, 对伤害的应激反应能力下降是邻椎骨折发生的重要机制; 以上研究均提示高龄是行椎体强化术后邻椎骨折的重要危险因素。关于绝经女性诱发邻椎骨折的机制, 其与绝经女性的雌激素水平降低有着密不可分的关联。雌激素水平降低, 一方面对破骨细胞的抑制作用减弱, 骨吸收的功能亢进^[8]; 另一方面使得骨骼对力学刺激的敏感性降低, 使得骨质的流失愈发严重^[9]; 两者共同作用, 使得骨代谢失衡, 骨强

基金项目: 云南省中医(骨伤)临床医学中心建设项目(20210701)

第一作者: 李梓云, 在读硕士研究生, 研究方向: 中西医结合骨伤科疾病, E-mail: 2357121738@qq.com

通讯作者: 曹鹏, 主治医师, 研究方向: 中西医结合骨伤科疾病, E-mail: 1528014893@qq.com

度下降,因此造成邻椎骨折的发生。关于邻椎骨折发生与 BMI 相关性的研究,LI Y X 等^[10]通过对 230 例 PVP 后的患者进行回顾性分析发现,发生邻椎骨折患者的 BMI 高于未发生邻椎骨折组的 BMI;而 LIN W C 等^[11]则认为 BMI 低于 22.0 kg/m^2 是行椎体强化术后再发骨折的危险因素;上述研究在进行机制分析时均认为由于雌激素流失,增强了骨吸收作用而减弱了成骨作用,钙磷沉积作用减弱,增加椎体强化术后邻椎骨折的可能性。因此究竟是 BMI 过低还是 BMI 过高易导致邻椎骨折出现了矛盾,并且其机制较为模糊。本研究做出相关推测,关于高 BMI 导致患者骨折的原因可能还与椎体负荷较重相关,当椎体受到压力时,高 BMI 患者椎体所承受的力要高于正常 BMI 患者;反观低 BMI 患者对外伤受到力其缓冲功能低于正常 BMI 患者。所以不论是高 BMI 还是低 BMI 均易导致邻椎骨折的发生,但是以上观点还需相关研究进行证实。

1.2 低骨密度及未行抗骨质疏松治疗 低骨密度作为发生椎体压缩骨折的根本原因,当骨密度越低时,说明骨质疏松程度就越严重,越易出现椎体压缩骨折,甚至有学者^[12]认为椎体压缩骨折行椎体强化术后继发的邻椎骨折是骨质疏松的自然进程。NING L 等^[13]将 921 例行 PKP 治疗后的患者纳入研究发现,PKP 术后骨折组的平均骨密度 -3.27 低于未骨折组 -3.00 ($P = 0.031 < 0.05$),所以认为低骨密度是椎体再骨折的重要因素。一方面,低骨密度说明骨量较前减少,质密的骨小梁变得疏松,骨结构间隙增大,致使骨的韧性及应力能力减弱从而易出现骨折的情况。另一方面,患者骨密度越低,椎体骨折时其塌陷程度越大,当骨水泥注入到椎体后难以弥散,而骨水泥在固化之后强度较椎体骨组织强度大,在活动时局部的应力集中,从而改变了邻椎的应力方式,越易诱发邻椎骨折^[14]。骨密度越低使得椎体强化术后再次发邻近椎体骨折的风险升高,而骨密度 T 值较高则是发生邻椎骨折的保护因素^[15]。有学者^[16]提出骨密度升高 1%,椎体发生再次骨折的风险率就降低 3%;而提高老年患者骨密度的方法,便是进行抗骨质疏松治疗。究其原因认为抗骨质疏松治疗能够抑制破骨细胞活性,减少了骨质的流失;改善骨合成功能,升高骨密度,使得骨的强度升高,最终达到降低椎体再骨折的风险^[17]。综上可知,低骨密度及未行抗骨质疏松治疗均是椎体强化术后的危险因素,主要是由于骨质疏松的发展,机体破骨与成骨作用失衡导致骨强度下降;并使得邻近节段椎体的生物力学平衡在行椎体强化术前后均受到影响,导致局部的应力集中于邻近椎体从而出现邻椎骨折。

1.3 术前椎体骨折的部位、压缩程度及数量 胸腰段的椎体(T11-L2)在对于脊柱整体而言位于脊柱生理性前后凸的转折点,是椎体压缩性骨折的高发部

位^[18]。关于术前椎体骨折部位对是否发生邻椎骨折的产生影响了,MA Y H 等^[19]对椎体强化术后骨水泥塌陷的风险因素进行荟萃分析后认为,术前骨折椎体位于胸腰段对骨水泥塌陷产生了较大的影响。ZHANG T Y 等^[20]纳入了 16 篇文献进行 Meta 分析后发现术前骨折位于胸腰段是椎体强化术后继发邻椎骨折的危险因素。因此关于椎体强化术后邻椎骨折的机制可能与术前椎体骨折部位密切相关;一方面由于胸腰段椎体位于应力集中点,并且活动度较广,当此处发生椎体压缩骨折后,脊柱力线发生改变,使得该节段不论是在静息状态还是活动状态下其应力更加集中,加之骨水泥在固化之后,增加了邻近节段椎体的应力;另一方面,胸腰段的骨水泥易发生塌陷,使得运用骨水泥重建的椎体平衡系统受到破坏;致使邻椎骨折的风险大大增加。术前脊柱椎体压缩程度亦与邻椎骨折有着密不可分的关系,当术前椎体压缩程度越大时,脊柱后凸畸形越明显,骨水泥的分布形态会因此受到影响,骨水泥渗漏风险越大,椎体高度恢复愈难恢复,弱化了术椎的支撑作用,脊柱整体的力学平衡受到破坏,从而诱发邻椎骨折^[21]。椎体压缩性骨折的患者大多骨密度较低,而基于低骨密度的基本情况下,椎体压缩性骨折可能出现多个椎体同时骨折。关于椎体压缩骨折的数量是否与邻椎骨折具有相关性,LI H 等^[22]通过对比术前椎体骨折数 ≥ 2 与术前椎体骨折数为 1 的邻椎骨折发生率发现,术前椎体骨折数 ≥ 2 的邻椎骨折发生率大于术前单个椎体骨折的发生率;说明了术前椎体骨折数是发生邻椎骨折的风险。

1.4 脊柱矢状面失衡及椎间盘退变 正常脊柱矢状面形态是指脊柱各椎体和骨盆保持正常矢状面形态,无需外力支持、保护情况下,仍能保持平衡协调的姿势;当矢状面形态异常时,机体便会启动代偿机制使得身体维持直立。随着对脊柱矢状面相关参数研究的深入,脊柱矢状面失衡被认为是椎体强化术后邻椎骨折发生的重要因素之一。有研究^[23]认为当脊柱矢状面失衡时,骨折部位的负荷加重,使得骨折椎体的血液供应受到影响,从而出现骨折的不愈合,进而影响邻近椎体。腰椎位于脊柱与骨盆连接部位,对维持脊柱整体矢状面平衡有着举足轻重的作用;腰椎前凸角作为腰椎矢状面平衡的重要参数,也是患者生活质量改善的重要脊柱矢状面参数^[24]。张乐等^[25]在进行回顾性分析后发现较小的腰椎前凸角是邻椎骨折发生的危险因素,并对其进行机制分析认为 PKP 恢复椎体的部分高度,脊柱后凸畸形得到一定的纠正;但由于椎体压缩性骨折患者大多年龄较大,椎体和椎间盘出现了过度劳损的情况,从而使得胸椎的后凸畸形加剧、屈曲力矩加大,腰椎前凸角变小的同时脊柱前倾能力降低,进而出现了脊柱矢状面失衡;此时椎体前部的局部应力逐渐

增加,邻椎受到负荷亦较椎体矢状面平衡时增加,从而出现邻近椎体骨折。椎间盘是位于两相邻椎体间,具有为脊柱整体转移负荷的作用;张子方等^[26]发现当椎间盘发生退变后,行椎体强化术后会导致邻近椎间盘的退变程度加剧,尤其以上椎间盘为主;亦有相关学者^[27]通过研究得出结论表示在椎间盘退变后,前方椎体的应力负荷减少,转而向椎体后方集中。综上可知,在椎体强化术后,骨水泥发生固化使得术椎的刚度及强度增强,而术椎上方的椎间盘退变加剧,使得术椎的上一阶段椎体受到术椎的应力负荷更大;并且由于椎体应力负荷不平衡,则更易诱发邻椎骨折。

2 手术影响因素

经皮椎体强化术后的邻椎骨折不仅与术前相关因素关系密切,椎体强化术本身对邻椎骨折亦有着不可或缺的影响因素^[28]。本研究在手术影响因素方面从手术术式、骨水泥量分布形态等几个方面进行以下总结。

2.1 手术术式 目前治疗椎体压缩骨折的手术治疗方式主要包含了 PKP 及 PVP,关于 PKP 与 PVP 两种术式造成邻椎骨折的研究还处于较匮乏状态。LI Y X 等^[10]通过对比 PKP 与 PVP 两种术式的邻椎骨折发生率发现 PKP 是椎体再发骨折的影响因素,在机制分析时其认为 PKP 通过球囊对压缩椎体进行扩张后,虽然椎体的高度得到部分恢复,但是破坏了骨小梁结构,原本疏松的骨质变得紧密;在注入骨水泥后,骨水泥的弥散受到了限制,骨水泥较为集中,很难与周围的骨进行融合,使得术椎的应力增加,脊柱载荷更加集中,易诱发椎体的再骨折。本研究根据以上机制推测,当骨水泥弥散不佳时,使得骨水泥聚集处邻近椎体的应力及荷载加大或集中可诱发邻椎骨折的发生。关于 PKP/PVP 穿刺方式对椎体强化术后再发骨折的影响,仍具有很大争议。有学者^[29]认为不论是单侧 PKP 还是双侧 PKP 对邻椎骨折的发生影响无明显差异;亦有学者^[30]持不同意见,认为单侧穿刺使得骨水泥的分布形态发生偏侧情况,导致术椎的增强的强度和刚度向一侧偏斜,当脊柱再活动时应力不均从而诱发邻椎骨折。向刚刚等^[2]对单侧入路 PKP 手术治疗椎体压缩性骨折后邻椎骨折的发生机制进行推测认为,单侧入路注入的骨水泥一方面弥散欠佳,常聚集于进针一侧,使得邻近椎体的生物力学失衡;另一方面骨水泥量较少,分布形态欠佳,继而影响邻椎的稳定性。

2.2 骨水泥量过多或过少 椎体强化术运用骨水泥是为了增强伤椎的刚度及强度,而使用骨水泥的量与椎体的刚度与强度密切相关,骨水泥的用量过多和过少便会导致术椎的刚度、强度及生物力学平衡出现异常,进而影响邻近椎体导致邻椎骨折的发生。BO-RENSZTEIN M 等^[31]认为骨水泥注入过多会升高邻

椎骨折的发生风险。究其原因,认为大剂量的骨水泥虽然使得术椎的刚度和强度得到了提升,但是其一方面使得邻近椎体的应力分布不平衡和压力增加;另一方面使得椎体的高度过度恢复,且椎体高度过高会对邻椎骨折发生产生较大影响^[7],其使得术椎周围软组织的张力增加,邻近椎体受到牵张力更大,易诱发邻椎骨折的发生。栾昊鹏等^[32]等则认为过量的骨水泥会破坏椎体的血供,从而导致椎体局部出现缺血坏死;并且大量骨水泥对疏松骨组织的弥散功能减弱,降低了术椎的强度;从而诱发邻近椎体塌陷。LIN D S 等^[33]通过对 495 例行单侧 PKP 治疗后椎体压缩性骨折患者进行回顾性分析发现,骨水泥注入体积越大,其诱发骨水泥渗漏的风险也就越大,且骨水泥渗漏本身便是邻椎骨折的危险因素^[34]。张子龙等^[14]对行椎体强化术后的 2 216 例患者进行回顾性分析后则认为骨水泥注入量越多,发生邻椎骨折的风险越小,本研究推测这可能是由于其纳入的研究对象手术过程中注入骨水泥的量普遍较少的缘故。减少骨水泥用量,骨水泥渗漏的风险虽会减少,但是对再发椎体骨折却未见改善作用^[35];并且当骨水泥用量不足时,其会造成椎体骨水泥的分布向一侧偏移,而分布形态对邻椎骨折的发生亦有较大影响,使得邻近椎体骨折可能大大增加。

2.3 骨水泥分布形态 在椎体强化术中骨水泥弥散程度对术椎的恢复及邻近椎体的力学平衡有着密切的联系,弥散分布均匀的骨水泥能在强化椎体的同时使得椎间盘应力分布更趋于平衡状态,是发生邻椎骨折的保护性因素^[36]。张大鹏等^[37]认为骨水泥在术椎中理想的分布应该是均匀且连续的,且呈“工”样分布,这种分布模式既使得术椎强度得到了保障,又使得应力传导过程受力更加均匀,从而降低继发骨折的风险。唐广满等^[38]纳入 305 例行 PKP 治疗后的椎体压缩性骨折患者,将其按照骨水泥分布形态(O 形和 H 形)分为两组,对比两组的邻椎骨折发生率,结果发现 H 形组 Cobb 角和邻椎骨折发生率均低于 O 形组,呈 H 形态分布的骨水泥较呈 O 形态分布的骨水泥弥散范围更广。其在术椎的松质骨接触面积更大,减少了骨水泥发热对术椎损害,又提升了骨水泥的粘合力,使得椎体在荷载模式时受力更均匀,改善了伤椎的生物力学平衡,增强了术椎的稳定性,所以脊柱 Cobb 角更小,并减少了邻椎骨折的发生。本研究根据相关文献推测,骨水泥在术椎中弥散欠佳及分布不均,会导致术椎及其邻椎间受力失衡,使得脊柱力线向骨水泥分布集中点聚集,脊柱因代偿机制出现侧屈;邻近椎体的应力点转移至骨水泥集中点,当再次受到外力时便会导致邻椎骨折。

2.4 骨水泥椎间盘渗漏 骨水泥渗漏是椎体强化术的常见并发症之一,关于影响骨水泥发生椎间盘渗漏

的因素,有研究表明其椎体终板受损情况密切相关,骨水泥进入到终板受损的椎体中,骨水泥便可通过终板裂缝向椎间盘进行渗漏;亦有研究^[34]发现而骨水泥量越多,其发生渗漏的风险就越大。目前研究发现骨水泥椎间盘渗漏与邻椎骨折息息相关^[34]。蔡金辉等^[39]在研究后得出椎体强化术后骨水泥椎间盘渗漏是发生邻近椎体骨折的重要危险因素的结论,对其机制进行分析时认为骨水泥对椎间盘造成了化学及物理损伤,椎间盘的退变进程加剧,破坏了椎间盘的正常生理功能,邻近椎体的应力分布不均和应力增加,进一步则会导致邻椎骨折。由于行椎体强化术后椎体的刚度较松质骨大大提升,术椎与邻近节段的刚度差较大,导致相邻椎体的应力增加,从而诱发“柱状效应”;并且骨水泥椎间盘渗漏使得椎间盘的缓冲功能受损,此两种因素共同导致了邻椎骨折。

3 总结及展望

随着椎体强化术后继发的邻椎骨折发生率升高,且邻椎骨折导致患者出现一系列临床症状,降低了患者生活质量的同时亦加重了医疗负担;因此目前对邻椎骨折发生的危险因素及相关机制的研究内容正在逐渐充实。本研究围绕目前邻椎骨折常见发生危险因素及相关机制分为术前相关因素及手术影响因素两大方面对其进行了综述,并发现椎体强化术后邻椎骨折的危险因素较多,邻椎骨折的发生大多是由于多种因素共同导致。至于邻椎骨折的机制,常见的有椎体刚度及强度下降、脊柱矢状面失衡、生物力学改变等。大致可以归纳为图 1。

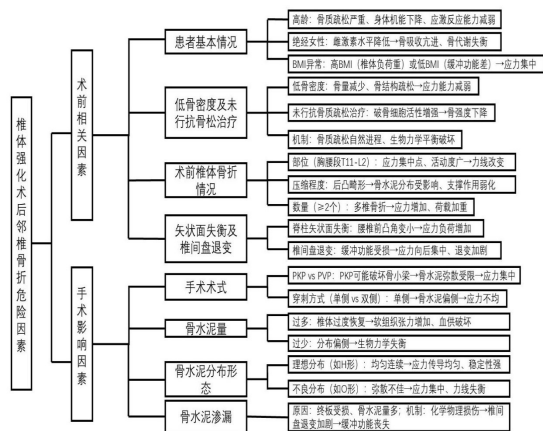


图 1 椎体强化术后邻椎骨折危险因素脉络简图

未来临床应对邻椎骨折的相关危险因素给予重视并采取措施,例如骨质疏松的规范化治疗、手术方式的完善、骨水泥用量的把控以及椎体矢状面的恢复等都需要进行深入研究,以降低椎体强化术邻椎骨折的风险。针对目前研究的危险因素及相关机制的研究现状,本研究认为未来关于危险因素及相关机制的研究有以下几个方面可供参考:关于邻椎骨折的危险因素及其相关机制研究尚处于缺乏阶段,急需高质量的研

究对其进行补充与证实;而部分危险因素的承认度尚未统一,甚至出现了互相矛盾的情况,因此未来可针对有争议或是矛盾的危险因素进行进一步研究以统一争议及矛盾。

参考文献:

- [1] LÖFFLER M T, KALLWEIT M, NIEDERREITER E, et al. Epidemiology and reporting of osteoporotic vertebral fractures in patients with long-term hospital records based on routine clinical CT imaging[J]. Osteoporos Int, 2022, 33(3): 685-694.
- [2] 向刚刚, 曹鹏, 黎太友, 等. 不同入路对 PKP 术治疗 OVCF 的近中期临床疗效影响及与邻椎骨折的相关性[J]. 吉林医学, 2023, 44(1): 34-37.
- [3] 周健, 董健. 椎体强化手术治疗骨质疏松性脊柱压缩骨折并发症的再认识[J]. 中国骨伤, 2022, 35(8): 707-709.
- [4] TANG B Q, LIU L, CUI L B, et al. Analysis of adjacent vertebral fracture after percutaneous vertebroplasty: do radiological or surgical features matter? [J]. Eur Spine J, 2024, 33(4): 1524-1532.
- [5] 周启付, 张胜友, 胡元武, 等. 预测骨质疏松性椎体压缩性骨折患者椎体成形术后邻近椎体骨折的风险 Nomogram 模型的建立与验证[J]. 颈腰痛杂志, 2023, 44(2): 150-154.
- [6] 吴伟峰, 胡超, 葛永军, 等. 骨质疏松性椎体压缩骨折经皮椎体成形术后邻近椎体骨折的危险因素[J]. 临床骨科杂志, 2020, 23(5): 614-617.
- [7] 汤亮, 轩安武, 朱振标. 经皮椎体成形术/经皮椎体后凸成形术后邻椎再骨折危险因素的 Meta 分析[J]. 局解手术学杂志, 2021, 30(10): 881-890.
- [8] CHEN L T, HONG H F, YANG Z H, et al. Osteoclast-secreted galectin-3 promotes articular cartilage degeneration in OVX rats via LRP1/beta-catenin axis[J]. Osteoarthritis Cartil, 2026, 34(4): 536-549.
- [9] RODRIGUES J, WANG Y F, SINGH A, et al. Oestrogen enforces the integrity of blood vessels in the bone during pregnancy and menopause[J]. Nat Cardiovasc Res, 2022, 1: 918-932.
- [10] LI Y X, GUO D Q, ZHANG S C, et al. Risk factor analysis for re-collapse of cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty (PVP) or percutaneous kyphoplasty (PKP)[J]. Int Orthop, 2018, 42(9): 2131-2139.
- [11] LIN W C, CHENG T T, LEE Y C, et al. New vertebral osteoporotic compression fractures after percutaneous vertebroplasty: retrospective analysis of risk factors[J]. J Vasc Interv Radiol, 2008, 19(2 Pt 1): 225-231.
- [12] 童奕博, 李明辉. 骨质疏松性椎体骨折患者椎体成形后邻近椎体再发骨折的影响因素[J]. 中国组织工程研究, 2024, 28(8): 1241-1246.
- [13] NING L, ZHU J G, TIAN S, et al. Correlation analysis between basic diseases and subsequent vertebral fractures after percutaneous kyphoplasty (PKP) for osteoporotic vertebral compression fractures[J]. Pain Physi-

- cian, 2021, 24(6): E803-E810.
- [14] 张子龙, 井齐明, 乔瑞, 等. 骨质疏松性椎体压缩骨折经皮椎体成形术后邻近椎体新发骨折的危险因素分析[J]. 中国修复重建外科杂志, 2021, 35(1): 20-25.
- [15] 谢碧燕, 陈小燕. 单节段 OVCF 患者经 PKP 术后邻近椎体再骨折影响因素分析[J]. 中外医学研究, 2022, 20(22): 173-176.
- [16] KAUFMAN J M, PALACIOS S, SILVERMAN S, et al. An evaluation of the Fracture Risk Assessment Tool (FRAX[®]) as an indicator of treatment efficacy: the effects of bazedoxifene and raloxifene on vertebral, non-vertebral, and all clinical fractures as a function of baseline fracture risk assessed by FRAX[®] [J]. Osteoporos Int, 2013, 24(10): 2561-2569.
- [17] 刘玉章, 潘东续, 赵晓英, 等. 特立帕肽联合双膦酸盐对老年性椎体压缩骨折术后骨质疏松患者 PINP 和 CTX-1 的影响[J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2020, 6(5): 271-278.
- [18] 马腾飞, 段芳芳, 蒋继乐, 等. 骨质疏松性椎体压缩性骨折手术患者特征分析[J]. 中国病案, 2022, 23(9): 73-76.
- [19] MA Y H, TIAN Z S, LIU H C, et al. Predictive risk factors for recollapse of cemented vertebrae after percutaneous vertebroplasty: a meta-analysis[J]. World J Clin Cases, 2021, 9(12): 2778-2790.
- [20] ZHANG T Y, WANG Y H, ZHANG P X, et al. What are the risk factors for adjacent vertebral fracture after vertebral augmentation? a meta-analysis of published studies[J]. Glob Spine J, 2022, 12(1): 130-141.
- [21] HUANG X B, JIAO W, ZHAI Y L, et al. Effect of injury degree of osteoporotic vertebral compression fracture on bone cement cortical leakage after percutaneous kyphoplasty[J]. Zhongguo Xiufu Chongjian Waikexue, 2023, 37(4): 452-456.
- [22] LI H, YANG D L, MA L, et al. Risk factors associated with adjacent vertebral compression fracture following percutaneous vertebroplasty after menopause: a retrospective study[J]. Med Sci Monit, 2017, 23: 5271-5276.
- [23] 赵星丞, 王军, 陆明. 陈旧性骨质疏松性椎体压缩骨折骨不连的修复策略: 一项病例分析[J]. 中国组织工程研究, 2025, 29(3): 538-546.
- [24] ZHAO Y, ZHOU S Y, ZHAO Y D, et al. Characteristics of paraspinal muscle in asymptomatic population with pelvic anteversion: correlation between bony alignment and paraspinal muscle[J]. J Orthop Surg Res, 2025, 20(1): 917.
- [25] 张乐, 潘彬, 阮如昕, 等. 腰椎骨盆矢状面参数对骨质疏松性椎体压缩骨折球囊扩张椎体后凸成形后继发邻近椎骨折的影响[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(15): 2370-2374.
- [26] 张子方, 张昊聪, 宋凯, 等. 经皮椎体成形术/椎体后凸成形术对邻近椎间盘退变的影响[J]. 解放军医学院学报, 2018, 39(1): 16-19, 27.
- [27] NAZARI A R. A structural description for severe degeneration of intervertebral discs to computationally interpret experimental results obtained by stress profilometry [J]. Eur Spine J, 2025, 34(10): 4619-4630.
- [28] HE L, LI W, ZHAI X P, et al. Risk factors for adjacent vertebral fracture after kyphoplasty or percutaneous vertebroplasty in osteoporotic vertebral systematic review and meta-analysis compression fractures[J]. Eur Spine J, 2025, 34(11): 5126-5141.
- [29] CAO D H, GU W B, ZHAO H Y, et al. Advantages of unilateral percutaneous kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures—a systematic review and meta-analysis[J]. Arch Osteoporos, 2024, 19(1): 38.
- [30] 刘瑞祯, 王望任, 郝晨, 等. 骨水泥分布对单侧穿刺经皮椎体成形治疗单节段骨质疏松性椎体压缩骨折后相邻椎体骨折的影响[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(28): 4498-4504.
- [31] BORENSZTEIN M, CAMINO WILLHUBER G O, POSADAS MARTINEZ M L, et al. Analysis of risk factors for new vertebral fracture after percutaneous vertebroplasty[J]. Global Spine J, 2018, 8(5): 446-452.
- [32] 栾昊鹏, 邓强, 帕尔哈提·热西提, 等. 经皮椎体后凸成形术后邻近椎体继发骨折的危险因素分析[J]. 中国骨与关节杂志, 2022, 11(4): 269-275.
- [33] LIN D S, HAO J M, LI L, et al. Effect of bone cement volume fraction on adjacent vertebral fractures after unilateral percutaneous kyphoplasty[J]. Clin Spine Surg, 2017, 30(3): E270-E275.
- [34] XI Z P, XIE Y M, CHEN S, et al. The cranial vertebral body suffers a higher risk of adjacent vertebral fracture due to the poor biomechanical environment in patients with percutaneous vertebralplasty[J]. Spine J, 2023, 23(12): 1764-1777.
- [35] 陈斌彬, 毛克亚, 刘建恒, 等. 椎体增强术后继发骨折的研究进展[J]. 解放军医学院学报, 2019, 40(6): 596-599, 604.
- [36] 周子然. OVCF 患者椎体强化术后再发椎体骨折的生存分析和危险因素研究[D]. 昆明: 昆明医科大学, 2022.
- [37] 张大鹏, 毛克亚, 强晓军, 等. 椎体增强术后骨水泥分布形态分型及其临床意义[J]. 中华创伤杂志, 2018, 34(2): 130-137.
- [38] 唐广满, 唐可, 张烨. H 型与 O 型骨水泥分布形态对 PKP 治疗 OVCF 疗效的影响及其与邻椎骨折的相关性研究[J]. 中国骨与关节杂志, 2022, 11(1): 54-57.
- [39] 蔡金辉, 刘庆余, 阮耀钦, 等. 经皮椎体强化术后骨水泥椎间盘渗漏与邻近椎体骨折的相关性分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2018, 28(8): 713-719.

收稿日期: 2025-10-20; 修回日期: 2025-11-17

(本文编辑 覃黎黎)