

·临床研究论著·

双侧穿刺序贯椎体成形治疗 Kümmell 病的临床疗效

陈国兆 王黎明 沙卫平

【摘要】 目的 探讨双侧穿刺序贯经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)治疗 Kümmell 病的临床疗效。方法 回顾性研究 2016 年 1 月至 2018 年 12 月于我院行双侧穿刺序贯 PVP 治疗的 Kümmell 病患者 30 例,其中男 12 例,女 18 例;年龄为 61~85 岁(平均 71 岁),病程为 2~10 个月,病椎:T₁₁ 3 例,T₁₂ 6 例,L₁ 13 例,L₂ 5 例,L₃ 3 例。收集比较病人术前、术后 2 d、1 个月、12 个月的疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分和 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI);基于病人 X 线片评估伤椎术后的椎体高度、矢状位 Cobb 角。**结果** 30 例病人获得 12~15 个月的随访,平均 13.3 个月。未见穿刺部位感染、内植物感染、肺栓塞、脊髓神经损伤、椎前血管损伤、骨水泥松动或移位等严重并发症发生,随访期间未发生邻椎骨折或伤椎再骨折。骨水泥注入量为(5.85±0.57) ml,术中发生骨水泥渗漏 5 例,3 例为椎体前方少量骨水泥渗漏,2 例为上位椎间隙渗漏,病人术中术后未诉明显不适,未予处理。术后 2 d、1 个月、12 个月的 VAS、ODI、伤椎 Cobb 角均明显降低,伤椎椎体高度明显恢复,与术前比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$);但术后不同时间点的 VAS、ODI、伤椎 Cobb 角及椎体高度比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。**结论** 双侧穿刺序贯 PVP 的操作创伤小,骨水泥渗漏等并发症发生率低,病人术后恢复快,随访临床疗效满意,是 Kümmell 病的有效治疗手段。

【关键词】 序贯椎体成形术;Kümmell 病;双侧穿刺;椎体高度;Cobb 角;并发症

Clinical effectiveness of bilateral graded infusion of bone cement in percutaneous vertebroplasty for Kümmell disease. CHEN Guo-zhao, WANG Li-ming, SHA Wei-ping. Department of Orthopaedics, the First People's Hospital of Zhangjiagang, Zhangjiagang 215600, China

Corresponding author: CHEN Guo-zhao, E-mail: zjgchenguo Zhao@163.com

【Abstract】 Objective To observe the clinical effect of bilateral graded infusion of bone cement in percutaneous vertebroplasty (PVP) for Kümmell disease. **Methods** With the retrospective analysis, 30 cases of Kümmell disease were treated by bilateral graded infusion of bone cement in PVP from January 2016 to December 2018, including 12 males and 18 females, aged from 61 to 85 years old (mean 71 years old), with a disease duration from 2-10 months. The affected segments included T₁₁ in 3 cases, T₁₂ in 6 cases, L₁ in 13 cases, L₂ in 5 cases and L₃ in 3 cases. Visual analog scale (VAS), Oswestry disability index (ODI) at before operation, 2nd day, 1st month and 12th month post-operation were collected and compared. The vertebral body height and sagittal Cobb angle were evaluated after operation based on the patient's X-ray film. **Results** All 30 patients treated by bilateral graded infusion of bone cement in PVP were followed up for 12-15 months, with an average of 13.3 months. No severe complications such as infection of puncture site, infection of internal plant, pulmonary embolism, spinal cord nerve injury, anterior vertebral artery injury, loosening and displacement of bone cement happened, and no fracture of adjacent segment or refracture of injured vertebral occurred during the follow-up period. The average injection volume of bone cement was (5.85 ± 0.57) ml. Cement leakage occurred in 5 cases, including 3 cases of anterior paravertebral leakage, 2 cases of upper intervertebral disc leakage, the patients did not complain of obvious discomfort, and no measures were taken with the leakage. Compared with pre-operation, VAS score, ODI, and Cobb angle were significantly reduced and the height of the injured vertebrae was significantly restored at 2nd day, 1st month and 12th month post-operation (all $P < 0.05$), but no significant differences were found in VAS scores, ODI, Cobb angle and vertebral height among 2nd day, 1st month and 12th month post-operation ($P > 0.05$). **Conclusion** Bilateral graded infusion of bone cement in PVP has the advantages of less trauma, lowed incidence of complications especially the leakage of bone cement, faster recovery, and has a satisfactory clinical effectiveness. Bilateral graded infusion of bone cement in PVP is

an effective way to treat Kümmell disease.

【Key words】 Graded infusion in percutaneous vertebroplasty; Kümmell disease; Bilateral puncture; Vertebral height; Cobb angle; Complications

Kümmell 病是一种临床少见的椎体骨质疏松性骨折不愈合,病人脊柱受到轻微外伤后,早期可无明显临床症状或仅出现轻微胸腰背部疼痛,疼痛在短期内消失,但数周至数月后疼痛再次出现并逐渐加重,翻身活动或体位改变时疼痛明显,并伴有明显胸腰背部活动受限,病情发展继而出现脊柱后凸畸形,病情严重者出现脊髓压迫甚至瘫痪。德国医生 Kümmell 于 1985 年首次报道此病,故这类特殊类型的老年骨质疏松性骨折被称为 Kümmell 病^[1]。随着人们对 Kümmell 病发病机制的研究不断深入,相关假说不断提出, Kümmell 病又被称为迟发性椎体塌陷^[2]、椎体内假关节^[3]、椎体缺血性坏死^[4]、椎体裂隙征^[5-6]等。

经皮椎体成形术(percutaneous vertebroplasty, PVP)是治疗 Kümmell 病的有效手术方式,但存在骨折不愈合、术中骨水泥渗漏风险发生率高^[7]等问题。本研究回顾性分析我院脊柱外科 2016 年 1 月至 2018 年 12 月采用经皮双侧穿刺序贯 PVP 治疗并获得随访的 30 例 Kümmell 病病人的临床资料,通过观察比较其手术前后的疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分、Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)、伤椎高度、矢状面 Cobb 角,评估该方法治疗 Kümmell 病的临床疗效。

资料与方法

一、纳入与排除标准

选择采用手术治疗的经临床表现、体格检查、影像学检查明确诊断为 Kümmell 病的病人。

纳入标准:①存在胸腰背部疼痛症状,无下肢神经症状及马尾神经症状;②所有病人均为单节段损伤;③年龄 ≥ 60 岁;④MRI 检查明确显示 T1 加权像呈低信号, T2 加权像及脂肪抑制像呈界限清晰高信号,并出现椎体内真空裂隙征(intravertebral vacuum cleft, IVC)的特征性表现。

排除标准:①合并下肢神经或马尾神经症状的 Kümmell 病病人;②多节段损伤病人;③脊柱局部后凸畸形严重的病人(Cobb 角 $\geq 40^\circ$);④病理性骨折病人;⑤合并代谢性骨病、恶性肿瘤的病人;⑥严重心、肺、肝、肾、脑及血管疾病病人;⑦脊柱退变导致长期胸腰背部慢性疼痛病人;⑧随访过程中失访的病人。

二、一般资料

本研究纳入 30 例病人,其中男 12 例,女 18 例;年龄为 61~85 岁(平均 71 岁),病程为 2~10 个月。伤椎节段:T₁₁椎体 3 例,T₁₂椎体 6 例,L₁椎体 13 例,L₂椎体 5 例,L₃椎体 3 例。术前均行胸腰椎正侧位 X 线检查、MRI 检查明确诊断为 Kümmell 病。

三、手术方法

手术在局部麻醉下进行。病人取俯卧位,胸部垫一软枕,髂部垫二软枕(较胸部多垫一软枕,使得髂部体位高于胸部,有利于病人脊柱骨折的体位复位),腹部悬空,术者术前先按压骨折部位行体位复位。“C”型臂 X 线机定位伤椎和双侧椎弓根外侧缘体表投影并予标记。

常规消毒铺巾,双人双侧椎弓根同时穿刺,选择伤椎椎弓根外侧缘体表投影标记点外侧 3~5 mm 为穿刺点,予利多卡因局部浸润麻醉。穿刺针穿刺至上关节突时,透视明确穿刺针进针点位置良好,位于椎弓根影外侧缘,将穿刺针穿破上关节突骨皮质,单手控制好穿刺针内外翻及其头尾倾斜角,另一手用骨膜剥离器将穿刺针轻轻敲击入椎体。当穿刺针位于椎弓根内时,敲击过程中无明显异常阻力;而当敲击过程中出现明显阻力时,需立即透视下调整穿刺针内外翻及头尾倾角度,以利于穿刺针进入椎体。当穿刺针到达椎体后壁时,透视椎体正位见穿刺针未突破椎弓根内侧壁,继续予敲击进入椎体至离椎体后壁约 1 cm。更换穿刺针,建立工作套管。

骨水泥分 2~3 次调制后行序贯灌注。第 1 次调和骨水泥,待骨水泥成“面团状”初期时通过导管少量多次缓慢注入椎体,灌注过程需在透视下操作,谨防出现大面积骨水泥渗漏情况,待骨水泥完全封堵椎体前方及上下终板破裂口时,完成第一次骨水泥注入;第 2 次调和骨水泥,当骨水泥呈“拉丝状”后期时通过导管缓慢注入伤椎,每次注入约 0.5 ml 后予透视观察骨水泥在伤椎内的分布情况,使其充分弥散,待弥散满意后,停止推注骨水泥,再次予透视观察骨水泥在椎体内的分布情况。待骨水泥固化后拔除工作通道,缝合伤口。

手术当日病人需严格卧床,术前术后各运用抗生素 1 次;次日佩戴腰围下床活动并复查 X 线片,术后积极予规范化抗骨质疏松治疗。

四、评估指标

收集并比较病人术前、术后2 d、术后1个月、术后12个月的VAS评分、ODI,通过其影像学资料评估伤椎高度、伤椎矢状面Cobb角。伤椎Cobb角为责任节段椎体上位椎体上终板平行线的垂线与下位椎体下终板平行线垂线的交角(锐角)。

五、统计学分析

数据采用SPSS 22.0软件(IBM公司,美国)进行统计分析,VAS、ODI、伤椎高度、伤椎矢状面Cobb角等符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,对术前术后不同时间点的评估结果行配对 t 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

30例手术均顺利完成,责任伤椎的骨水泥注入量为(5.85±0.57) ml。术中术后未见穿刺部位感染、内植物感染、肺栓塞、脊髓神经损伤、椎前血管损伤、骨水泥松动移位等并发症发生。术中发生骨水泥渗漏5例,3例为椎体前方少许骨水泥渗漏,2例为上位椎间隙渗漏,病人术中术后未诉明显不适,未予处理。随访时间为12~15个月,平均13.3个月,随访期间未发生邻椎骨折或伤椎再骨折。

30例术后胸腰背部VAS评分较术前明显下降,随着随访时间推移稍有升高;术后运动功能ODI较术前明显改善,随着随访时间推移稍有升高;术后伤椎椎体高度较术前明显增加,随着随访时间推移略有下降;术后伤椎Cobb角较术前明显减小,随着术后随访时间推移略有增大。30例病人术后2 d、术后1个月、术后12个月的VAS评分、ODI、伤椎椎体高度和Cobb角与术前比较,差异均有统计学意义(P 均 < 0.05),但术后各随访时间点的数据比较,差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。详见表1。

典型病例见图1。

讨 论

Kümmell病是一种创伤后迟发性椎体塌陷,多

发生于老年人^[8-9],但也有年轻人发病的报道^[10],其发病过程可不涉及骨质疏松,目前对其发病机制仍存在争议。多数学者认为Kümmell病由血管损伤、椎体缺血坏死所致^[11-12]。当椎体发生骨小梁微骨折时,椎体内营养血管首先受损,继发引起骨小梁供血动脉闭塞、缺血坏死,继而引起椎体骨折愈合失败,而外力的反复作用使骨小梁微骨折不断进展,最终引发椎体塌陷,如塌陷未得到及时控制,后期逐渐进展为脊柱后凸畸形。骨质疏松是缺血性骨坏死的一项高危因素,骨质疏松性骨折发生后,髓内血管受到挤压而发生血管脂肪变性^[13],最终导致椎体内供血动脉病变,引起血管闭塞。

研究发现,Kümmell病呈进行性发展^[14],受伤早期出现椎体内骨小梁轻微骨折,由于尚未达到椎体骨折塌陷的程度,早期X线片检查往往无法发现明显异常;当出现胸腰背部明显疼痛时,影像学检查可发现椎体内IVC表现或空壳样改变。MRI检查的特征性表现为T1/T2加权像均为低信号(伤椎内为气体)或T1低信号/T2高信号(伤椎内为液体)^[6]。

卧床保守治疗、胸腰段支具固定治疗Kümmell病的效果不佳^[15],多需要手术治疗,但由于病人多为骨质疏松的老年人,常规开放前后路植骨融合内固定手术的风险高、术后并发症多^[8]。随着手术技术的应用与发展,PVP目前已成为无严重后凸畸形、无脊髓神经症状的Kümmell病病人的首选治疗方案^[16],PVP手术操作简单、出血少,在“C”型臂X线机透视下进行,安全系数较高,有助于消除椎体骨折反常活动、稳定伤椎并恢复脊柱矢状面序列的平衡,术后伤椎可获得稳定支撑^[17],病人可早期佩戴腰围下床活动,有效避免了老年骨质疏松病人因长期卧床而造成的骨量进一步丢失。

Li等^[18]将Kümmell病分为3期:椎体高度丢失小于20%且无邻近椎间盘退变为1期,椎体高度丢失大于20%并伴有邻近椎间盘退变为2期,伤椎椎体后缘皮质破裂伴随脊髓压迫为3期。3期病人行PVP骨水泥治疗时易出现椎管内骨水泥渗漏,所以

表1 30例病人手术前后的VAS、ODI、伤椎高度、Cobb角度变化($\bar{x}\pm s$)

指标	术前	术后2 d	术后1个月	术后12个月
VAS评分(分)	6.10±0.76	1.83±0.70*	2.07±0.74*	2.10±0.66*
ODI(%)	68.87±4.92	21.07±3.67*	21.73±3.10*	22.33±3.57*
伤椎椎体高度(mm)	15.47±1.33	20.03±1.30*	19.93±1.68*	19.57±1.59*
伤椎Cobb角	15.03°±1.87°	10.37°±1.52°*	10.53°±1.41°*	10.87°±1.85°*

注:与术前比较,* $P < 0.05$

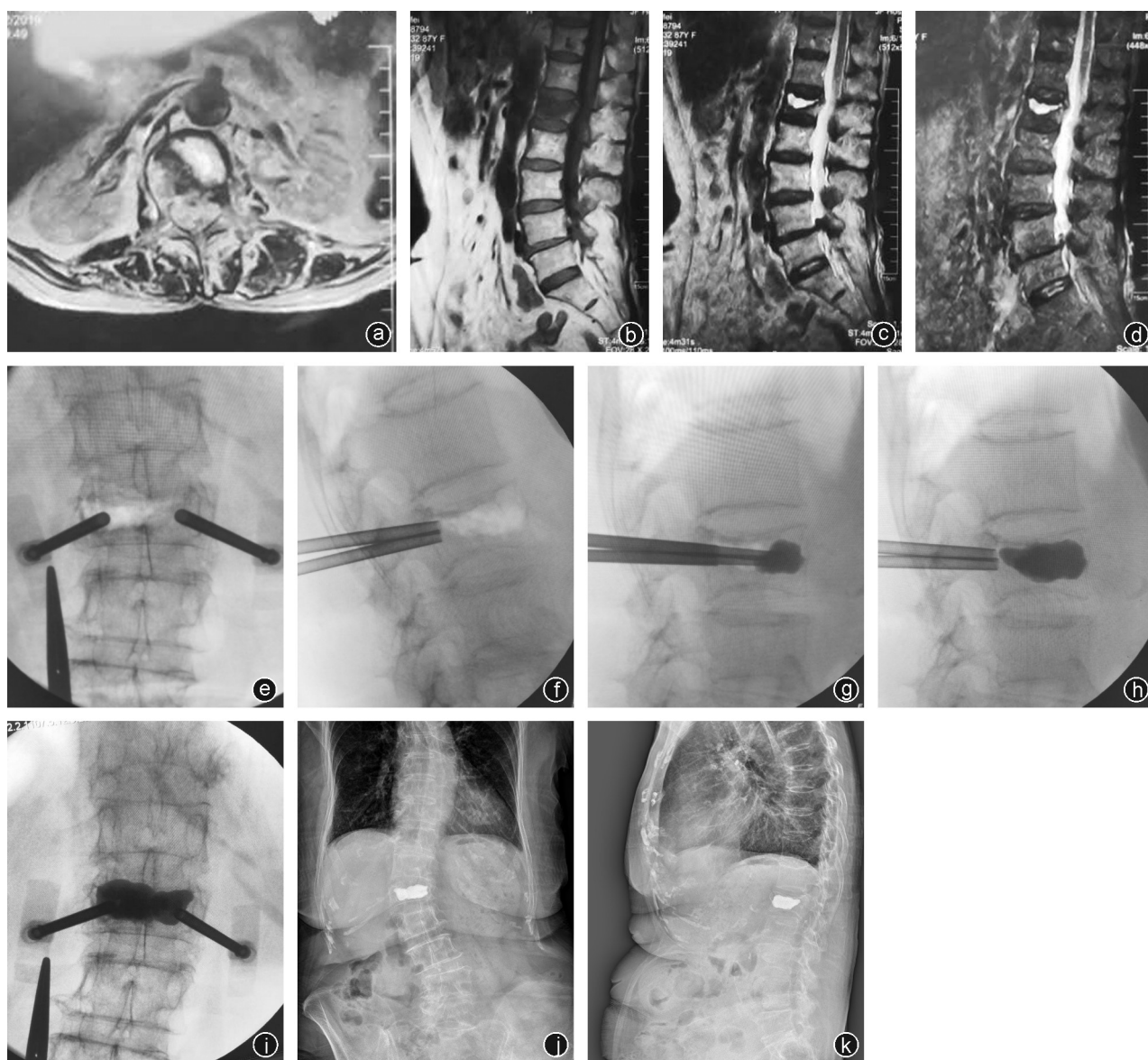


图1 病人,女,85岁,“搬抬重物后3个月,腰痛2周”入院。入院诊断:L₁ Kümmell病,骨质疏松症 a:伤后3个月MRI横断位片显示L₁椎体左侧真空症伴液平;b~d: MRI矢状位T1/T2/脂肪抑制像提示L₁椎体真空症伴液平;e、f:行双侧穿刺PVP术,俯卧位,体位复位后椎体高度恢复良好,术中透视下穿刺见椎体左侧前中柱空洞症;g:经通道缓慢序贯注入骨水泥;h、i:骨水泥注入完毕,透视伤椎正侧位片,见L₁椎体高度恢复良好,骨水泥弥散满意;j、k:术后X线片示L₁椎体骨水泥充填后,无骨水泥渗漏,伤椎高度恢复良好

Kümmell病3期病人为PVP的相对禁忌证,需行开放手术减压内固定及脊柱后凸畸形融合。Kanayama等^[19]报道采用前路减压融合内固定治疗31例伴有下肢神经功能障碍的Kümmell病病人,术后随访临床疗效良好。Li等^[20]报道行经椎弓根椎体重建+后路短节段椎弓根钉内固定治疗21例3期Kümmell病病人,术后随访临床疗效良好。因此,对于3期Kümmell病病人,行前路或后路椎体切开复位内固定+植骨融合术是合理选择。

与普通的骨质疏松性椎体骨折相比,Kümmell病病人行PVP手术早期发生骨水泥渗漏、远期发生骨水泥移位松动的概率明显升高。当然,骨水泥渗

漏与椎体骨折情况及手术操作密切相关,椎体塌陷程度不同、椎体前方骨皮质及上下方终板破裂程度不同,发生渗漏的概率也不同。Peh等^[21]报道采用PVP治疗Kümmell病的骨水泥渗漏率可高达79%,分析总结认为椎体破裂与骨水泥渗漏有直接关系。刘昊等^[22]报道运用PVP治疗Kümmell病的骨水泥渗漏率为34.4%,渗漏主要位于椎体前方、侧方及上下位椎间盘内,分析渗漏原因与责任椎体破裂程度、术者经验及术中操作有关,术中并无大血管渗漏情况发生。Prakash等^[4]研究发现,伤椎椎体内IVC发展往往直达椎体前缘,导致椎体前缘骨皮质完整性丢失,出现破口,或通过破裂的椎体上下缘软骨终板与

相邻椎间盘直接相通,故骨水泥渗漏部位以椎体前方及上下位椎间盘居多。

过去对于 Kümmell 病病人,常规予单侧穿刺骨水泥直接注入 IVC 骨折处,本组病人均行双侧同时穿刺,在“C”型臂 X 线机密切监视下双侧同时序贯缓慢分次灌注骨水泥。对于存在椎体前方及上下位终板破裂的病人,首先予骨水泥封闭破口,在骨水泥呈“面团状”时先予灌注,少量推注以封闭前方及上下位终板破裂口,每推注 0.2 ml 左右即予透视,当出现前方及上下位终板渗漏时,将骨水泥推杆往后退出约 0.2 cm,再于透视下缓慢推注,密切关注渗漏情况,直至前方破裂口及上下方破裂终板被封闭。破裂口封闭完全后,再次调制骨水泥,当骨水泥呈“拉丝状”时予双侧序贯灌注,直至骨水泥弥散满意。双侧穿刺序贯灌注骨水泥有效降低了骨水泥灌注时椎体内的瞬时压力,使得骨水泥能够在良好状态下均匀弥散分布于椎体裂隙及骨小梁内,稳定伤椎骨折异常活动的同时有效降低了骨水泥渗漏的发生风险。本研究行双侧穿刺序贯 PVP 的 30 例 Kümmell 病病人中,术中发生骨水泥渗漏 5 例,3 例位于椎体前方,2 例位于上位椎间盘,骨水泥渗漏发生率为 16.67%,明显低于既往文献^[21-22]报道。同时双侧穿刺骨水泥灌注使得伤椎得到了更好的支撑作用^[23]。

研究发现,PVP 治疗伴 IVC 的骨质疏松性骨折短期效果良好,但术后随访 1 年发现有病例再次出现胸腰背部疼痛伴功能障碍,同时发生伤椎椎体高度再度丢失、Cobb 角丢失情况^[24]。本研究 30 例 Kümmell 病病人术后平均随访时间为 13.3 个月,随着随访时间推移,VAS 评分、ODI 稍有升高,伤椎椎体高度稍有降低,伤椎 Cobb 角稍有丢失,但术后 2 d、1 个月、12 个月随访评估结果之间相互比较,差异均无统计学意义(P 均 > 0.05),未再次出现明显胸腰背部疼痛伴功能障碍病人,说明双侧穿刺序贯 PVP 治疗 Kümmell 病的短期随访临床疗效良好。唐永超等^[25]报道 32 例行 PVP 治疗的 Kümmell 病病人,6 例在随访过程中出现骨水泥移位或碎裂,8 例出现骨水泥灌注椎体再骨折。本组 30 例行序贯椎体成形的 Kümmell 病病人,未见骨水泥松动移位、伤椎再骨折,有效降低了再次发生胸腰背部疼痛的风险。

综上所述,双侧穿刺序贯 PVP 治疗 Kümmell 病损伤小、术后恢复快,随访临床疗效满意,稳定支撑伤椎的同时有效降低了骨水泥渗漏和移位的发生风险。但由于本次研究样本量较小,随访时间并不长,其远期疗效需进一步随访研究证实。

参 考 文 献

- [1] Kümmell H. Die rarefizierende ostitis der wirbelkörper[J]. Deutsche Med, 1895, 21(11): 180-181.
- [2] Kim KT, Suk KS, Kim JM, et al. Delayed vertebral collapse with neurological deficits secondary to osteoporosis [J]. Int Orthop, 2003, 27(2): 65-69.
- [3] Kim DY, Lee SH, Jang JS, et al. Intravertebral vacuum phenomenon in osteoporotic compression fracture: report of 67 cases with quantitative evaluation of intravertebral instability [J]. J Neurosurg, 2004, 100(1 Suppl Spine): 24-31.
- [4] Prakash, Prabhu LV, Saralaya VV, et al. Vertebral body integrity: a review of various anatomical factors involved in the lumbar region[J]. Osteoporos Int, 2007, 18(7): 891-903.
- [5] Lee SH, Cho DC, Sung JK. Catastrophic intramedullary hematoma following Kümmell's disease with large intravertebral cleft [J]. Spine J, 2008, 8(6): 1007-1010.
- [6] Baur A, Stähler A, Arbogast S, et al. Acute osteoporotic and neoplastic vertebral compression fractures: fluid sign at MR imaging[J]. Radiology, 2002, 225(3): 730-735.
- [7] 姚女兆, 夏曦, 唐绍锋. 序贯椎体成形术治疗 Kümmell 病的疗效观察[J]. 中国修复重建外科杂志, 2015, 29(10): 1265-1268.
- [8] Lee SH, Kim ES, Eoh W. Cement augmented anterior reconstruction with short posterior instrumentation: a less invasive surgical option for Kümmell's disease with compression [J]. J Clin Neurosci, 2011, 18(4): 509-514.
- [9] 谢胜荣, 卢小刚, 伍成东, 等. Kümmell 病的发病机制研究进展 [J/OL]. 中华临床医师杂志 (电子版), 2014, 8 (20): 3675-3678.
- [10] Matzaroglou C, Georgiou CS, Assimakopoulos K, et al. Kümmell's disease: a rare spine entity in a young adult [J]. Hell J Nucl Med, 2010, 13(1): 52-55.
- [11] Konstantinou D, Velissaris D, Panagiotopoulos E. Kümmell's disease: is ischemic necrosis or vertebral "microcracking" the first step in the sequence [J]. Med Hypotheses, 2013, 80(4): 505.
- [12] Ma R, Chow R, Shen FH. Kümmell's disease: delayed posttraumatic osteonecrosis of the vertebral body [J]. Eur Spine, 2010, 19 (7): 1065-1070.
- [13] Laloux P, Lefebvre S, Esselinckx W, et al. Spinal cord compression secondary to vertebral aseptic osteonecrosis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1991, 16(4): 480-481.
- [14] Lavalley W, Carl A, Lavelley ED, et al. Vertebroplasty and kyphoplasty [J]. Anesthesiol Clin, 2007, 25(4): 913-928.
- [15] Yoon ST, Qureshi AA, Heller JG, et al. Kyphoplasty for salvage of a failed vertebroplasty in osteoporotic vertebral compression fractures: case report and surgical technique [J]. J Spinal Disord Tech, 2005, 18(Suppl): S129-S134.
- [16] 陈继良, 许庆山, 王旭, 等. 经皮椎体成形术治疗骨质疏松性椎体压缩性骨折伴椎体内裂隙样变的疗效观察 [J]. 中国微创外科杂志, 2018, 18(2): 138-142.
- [17] 李军, 吴家昌, 蒋勇, 等. 椎体成形术与椎体后凸成形术治疗椎体压缩性骨折疗效的 Meta 分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2014, 22(8): 697-700.
- [18] Li KC, Wong TU, Kung FC, et al. Staging of Kümmell's disease [J]. J Muscul Res, 2004, 8(1): 43-45.
- [19] Kanayama M, Ishida T, Hashimoto T, et al. Role of major spine surgery using Kaneda anterior instrumentation for osteoporotic vertebral collapse [J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23(1): 53-56.

[20] Li KC, Li AF, Hsieh CH, et al. Another option to treat Kümmell's disease with cord compression[J]. Eur Spine J, 2007, 16(9): 1479-1487.

[21] Peh WC, Gelbart MS, Gilula LA, et al. Percutaneous vertebroplasty: treatment of painful vertebral compression fracture with intraosseous vacuum phenomena[J]. AJR Am J Roentgenol, 2003, 180(5): 1411-1417.

[22] 刘昊, 连骁, 邹俊, 等. 经皮椎体后凸成形术的骨水泥分布与临床疗效分析[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2017, 10(1): 8-12.

[23] Fang XT, Yu F, Fu SL, et al. Intravertebral clefts in osteoporotic-compression fractures of the spine: incidence, characteristics, and therapeutic efficacy [J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(9): 16960-16968.

[24] 余伟波, 梁德, 江晓兵, 等. 椎体内裂隙及其位置对骨质疏松椎体压缩骨折疗效影响[J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(8): 690-694.

[25] 唐永超, 莫国业, 张顺聪, 等. 经皮椎体强化术治疗无神经症状 Kummell病的中长期疗效[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2018, 28(1): 38-43.

(收稿日期: 2020-03-06)

(本文编辑: 陈姗姗)

本文引用格式

陈国兆, 王黎明, 沙卫平. 双侧穿刺序贯椎体成形治疗 Kümmell病的临床疗效[J]. 骨科, 2020, 11(4): 293-298. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2020.04.005.