

· 临床报道 ·

经皮椎体支架成形术治疗腰椎骨质疏松 重度压缩性骨折的疗效分析

李业成¹ 张巍^{1△}

[摘要] 目的:探讨经皮椎体支架成形术(VBS)治疗腰椎骨质疏松重度压缩性骨折的临床疗效。方法:纳入2022年1月至2024年1月诊治的45例腰椎骨质疏松重度压缩性骨折患者,记录患者腰腿痛视觉模拟量表(VAS)评分、Oswestry功能障碍指数(ODI)评分、Cobb角、椎体前缘高度、椎体中间高度、椎体后缘高度、术后并发症并进行影像学评估。结果:45例患者随访6~12个月,平均为(8.6±3.4)个月。术后随访各时间点与术前VAS评分及ODI评分比较差异有统计学意义($P<0.0001$),术后各随访时间点与术前Cobb角、椎体前缘高度、椎体中间高度、椎体后缘高度比较差异有统计学意义($P<0.0001$)。2例患者出现骨水泥渗漏,无血管神经损伤并发症。结论:椎体支架成形术可有效复位并维持椎体的高度,具有良好临床疗效,值得临床推广应用。

[关键词] 经皮椎体支架成形术;骨质疏松;重度压缩性骨折

[中图分类号] R683.2 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1005-0205(2025)10-0076-05

DOI: 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.251015

Analysis of the Efficacy of Percutaneous Vertebral Body Stenting in Treating Severe Osteoporotic Lumbar Vertebral Compression Fractures

LI Yecheng¹ ZHANG Wei^{1△}

¹ Chongming Hospital Affiliated to Shanghai University of Medicine and Health Sciences, Shanghai 202150, China.

Abstract Objective: To investigate the clinical efficacy of percutaneous vertebral body stenting (VBS) in the treatment of severe osteoporotic lumbar vertebral compression fractures. **Methods:** A total of 45 patients with severe osteoporotic lumbar vertebral compression fractures treated between January 2022 and January 2024 were included. Clinical outcomes were evaluated by recording visual analogue scale (VAS) scores for low back and leg pain, Oswestry disability index (ODI) scores, Cobb angles, anterior vertebral height, mid-vertebral height, posterior vertebral height, postoperative complications, and radiographic assessments. **Results:** All 45 patients were followed up for 6–12 months, mean (8.6±3.4) months. Statistically significant differences were observed between preoperative and postoperative follow-up time points in VAS scores, ODI scores, Cobb angles, anterior vertebral height, mid-vertebral height, and posterior vertebral height ($P<0.0001$). Two cases exhibited bone cement leakage, with no vascular or neurological complications reported. **Conclusion:** VBS effectively restores and maintains vertebral height, demonstrating favorable clinical outcomes. It is a promising technique worthy of clinical application.

Keywords: percutaneous vertebral body stenting; osteoporosis; severe compression fracture

基金项目:上海崇明区科委2024年度医疗卫生类科研课题

(CKY2024-32)

上海健康医学院2023年度校级科研项目

(SSF-23-24-007)

¹ 上海健康医学院附属崇明医院(上海,202150)

△通信作者 E-mail:477530342@qq.com

Genant等^[1]按照X线分型将骨质疏松椎体压缩性骨折分为轻度、中度、重度压缩性骨折,其中骨质疏松重度压缩性骨折是指压缩大于40%,椎体塌陷严重,脊柱后凸畸形、不稳。此类患者年龄大,后背部疼痛严重且伴随较多的基础疾病,生活质量差,一般需要手术治疗。治疗的重点是纠正脊柱后凸畸形,持续维

持伤椎高度,防止椎体后期塌陷,恢复脊柱稳定性。经皮椎体成形术(PVP)及经皮椎体后凸成形术(PKP)被广泛应用于椎体压缩性骨折的治疗,具有创伤小、恢复快等优点,但其术中不能持续维持椎体高度,容易出现复位椎体的继发性塌陷,影响椎体高度恢复,不利于后凸畸形的矫正。经皮椎体支架成形术(VBS)植入的金属支架在球囊扩张成形后仍在形成的腔内,可有效防止复位椎体的再塌陷^[2]。生物力学研究表明,椎体支架成形术可有效恢复和保留重度压缩性骨折的椎体高度,并随着时间的推移保持持续的高度^[3-4]。为提高高龄患者腰椎骨质疏松重度压缩性骨折的手术疗效,降低手术并发症,笔者采用椎体支架成形术有效恢复、维持了压缩椎体的高度,术中矫正了脊柱的后凸畸形,取得了良好的临床疗效,现报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

纳入 2022 年 1 月至 2024 年 1 月诊治的 45 例腰椎骨质疏松重度压缩性骨折患者,男 19 例,女 26 例;平均年龄为(82.5±6.4)岁(75~90 岁)。手术节段:L₁ 节段 19 例,L₂ 节段 17 例,L₃ 节段 8 例,L₄ 节段 1 例。

1.2 纳入标准

1)经腰椎 MRI 检查明确诊断为单节段腰椎压缩性骨折;2)年龄>75 岁;3)视觉模拟量表(VAS)评分>5 分;4)X 线侧位片检查椎体压缩高度>40%;5)骨密度检查显示 T<-3。

1.3 排除标准

1)合并脊柱感染和肿瘤疾病者;2)合并脊髓神经根损伤症状者;3)脊柱严重侧弯旋转畸形者。

2 方法

2.1 手术方法

手术由同一医师主刀。患者局麻成功后,俯卧位,腹部悬空,利用手法复位伤椎,部分恢复伤椎高度。体表放置克氏针,在术中 C 臂机定位伤椎及两侧椎弓根投影并标记穿刺点。常规消毒铺巾后,0.5%利多卡因局部浸润麻醉,将穿刺针沿两侧椎弓根投影置入伤椎内,在工作通道到达椎体后缘后,正位透视显示工作通道到达椎弓根内缘连线处,确认工作通道置入位置合

理。拔出穿刺针内芯,骨钻沿工作通道置入,并将其轻轻旋转至椎体前 1/3 处,推杆再次扩张椎体内工作通道,拔出推杆。在正侧位透视下将椎体支架(强生公司)沿工作通道置入伤椎内前中 1/3 处,连接压力装置将球囊逐渐撑开,仔细观察椎体复位情况,在到达压力限值后停止 2 min,逐渐释放压力,保证支架能成功释放并留在椎体内,缓慢拔出球囊装置。将骨水泥推杆置入椎体支架内。调制骨水泥至拉丝末期,两侧同时缓慢注入骨水泥约 4~6 mL,待骨水泥凝固后轻轻旋转去除工作通道,并在 C 臂机下透视,缝合伤口,手术结束。

2.2 观察指标

记录患者术前、术后 1 个月、3 个月、6 个月、9 个月腰腿痛 VAS 评分,Oswestry 功能障碍指数(ODI)评分。记录手术前后 Cobb 角变化及手术前后椎体前缘高度、椎体中间高度、椎体后缘高度变化情况,骨水泥注入量、手术时间、术后至下床活动时间及术后并发症。

2.3 统计学方法

采用 SPSS 20.0 统计软件进行数据分析。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 形式表示,组内比较采用单因素方差分析进行统计学比较, $P<0.05$ 差异有统计学意义。

3 结果

3.1 围手术期一般指标

45 例患者均随访 6~12 个月,平均为(8.6±3.4)个月。骨水泥注入量为 3~6 mL,平均为(4.5±1.5)mL;手术时间为 24~35 min,平均为(27.4±2.6)min;术后至下床活动时间为 1~3 d,平均为(1.5±0.5) d。发生骨水泥渗漏 2 例,未出现血管神经损伤并发症。

3.2 临床效果评价

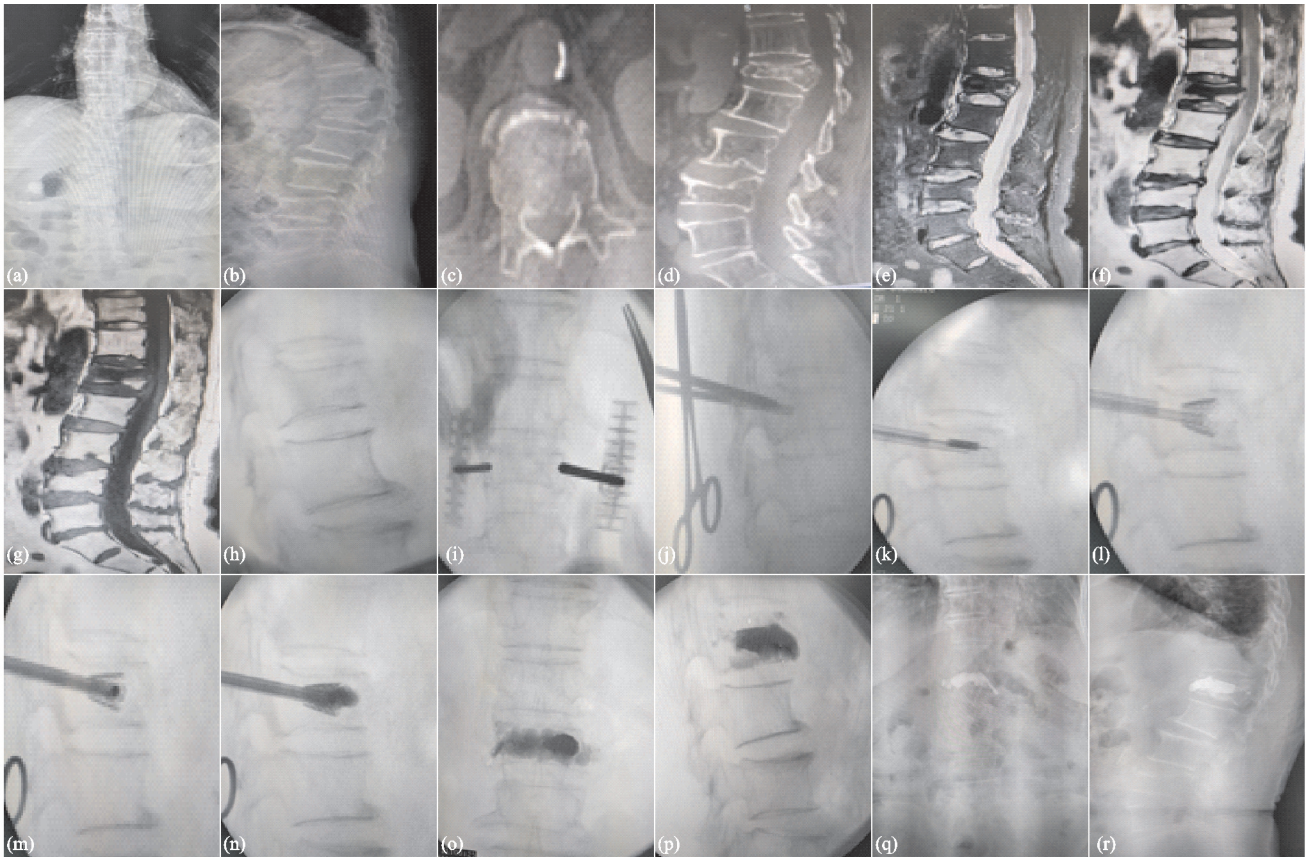
统计学分析显示,术后各随访时间点 VAS 评分及 ODI 评分与术前比较,差异有统计学意义($P<0.0001$);术后各随访时间点 Cobb 角与术前比较差异有统计学意义($P<0.0001$, $F=1.465$);术后各随访时间点与术前比较,椎体前缘高度、椎体中间高度及椎体后缘高度差异有统计学意义($P<0.0001$),见表 1。

表 1 术后各时间点与术前 VAS 评分、ODI 评分及椎体前中后高度比较($\bar{x}\pm s$)

项目	术前	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 9 个月	P	F
VAS 评分/分	8.43±1.14	3.31±1.25	2.24±0.51	2.16±0.32	1.45±0.34	<0.0001	537.6
ODI 评分/分	76.53±4.35	28.61±2.24	26.52±2.31	16.37±1.38	14.25±1.26	<0.0001	4.434
Cobb 角/(°)	23.46±1.14	11.55±1.32	10.28±1.17	10.31±0.74	9.62±0.57	<0.0001	1.465
椎体前缘高度/cm	0.64±0.35	1.82±0.24	1.74±0.51	1.69±0.78	1.76±0.43	<0.0001	45.55
椎体中间高度/cm	0.53±0.26	1.67±0.34	1.78±0.42	1.73±0.65	1.72±0.54	<0.0001	60.17
椎体后缘高度/cm	1.57±0.23	2.24±0.41	2.32±0.57	2.19±0.48	2.31±0.36	<0.0001	24.70

3.3 典型病例

典型病例影像资料见图 1。



(a) 腰椎正位X线示腰1椎体骨折; (b) 腰椎侧位X线示腰1椎体压缩大于50%; (c) 腰椎CT示腰1椎管内占位, 椎管稍狭窄; (d) 腰椎矢状位CT示腰1椎体后缘椎管内占位, 椎管狭窄, 椎体压缩大于50%; (e)-(g) 腰椎矢状位MRI示腰1椎体重度压缩性骨折, 椎体后缘椎管内占位, 椎体压缩大于50%; (h) 术中采用体位复位后椎体高度部分复位; (i)(j) 术中侧位透视显示工作通道位置合理; (k) 术中将椎体支架植入椎体前中1/3处; (l) 术中椎体支架撑开复位伤椎后见椎体高度恢复正常, 后凸畸形矫正; (m)(n) 将骨水泥推杆植入椎体支架内并推注骨水泥; (o)(p) 术中侧位X线示腰1椎体高度恢复, 骨水泥弥散良好, 无骨水泥渗漏; (q)(r) 术后复查腰椎正侧位片示骨水泥弥散良好, 椎体高度恢复, 后凸畸形矫正

图 1 患者 1, 女, 78 岁, L₁ 椎体重度压缩性骨折, 行经皮椎体支架成形术治疗

4 讨论

4.1 恢复椎体高度的重要性

腰椎骨质疏松重度压缩性骨折治疗方案的选择一直存在争议, 包括严格卧床休息保守治疗、经皮椎体成形术、经皮椎体后凸成形术、后路椎弓根钉内固定、前路椎体切除重建后路内固定术, 以及经皮椎体支架成形技术等^[5]。腰椎骨质疏松重度压缩性骨折患者一般为高龄患者, 合并较多基础疾病, 采用骨水泥椎体强化技术(PVP、PKP)可以快速缓解患者疼痛, 稳定脊柱, 术后早期恢复正常站立和行走, 提高患者生活质量^[6]。与传统椎体成形术和椎体后凸成形术相比, 采用带球囊扩张性椎体支架椎体后凸成形术的优势主要在于能更好地维持并持续恢复伤椎的高度, 可有效矫正脊柱后凸畸形, 恢复椎体整体前中柱高度^[7]。在骨质疏松椎体重度压缩性骨折治疗中, 主要目的是纠正椎体后凸畸形, 恢复椎体前中后柱高度和椎体终板形态, 使其在功能和生物力学方面更接近骨折前的脊柱。在年轻人中寻求椎体高度的解剖复位, 是为防止该椎体节段及相邻椎体水平进展性退变和椎间盘退变; 而老年人通常患有较严重的骨质疏松, 解剖复位的目的是主要是

防止相邻椎体的前部超负荷, 从而降低相邻椎体骨折的危险^[8]。在骨质疏松性椎体骨折中, 第一时间恢复椎体的高度可避免邻椎病的发生, 即在第一次未矫正的椎体压缩性骨折后, 由于脊柱前柱负荷增大, 相邻椎体可能连续发生骨质疏松性骨折。椎体的楔形变逐渐将负荷轴转移到更靠前的位置, 使脆弱的骨质疏松椎体承受过多的前负荷, 可促发连续病理性骨折的级联反应, 加重脊柱的后凸畸形, 进而引发脊髓神经根压迫症状^[9]。

4.2 经皮椎体支架成形术的优点

可膨胀性椎体支架(VBS)撑开复位与开放性手术椎弓钉撑开复位椎体骨折的原理相同, 通过在椎体内的准确骨折位置植入可扩张椎体支架进行扩张复位并持续维持复位效果^[10], 其基本原理是: 椎体支架成形术不仅是复位植入物, 而且撑开椎体后本身占据椎体部分空间, 撑开后在椎体内呈现垂直和横向占位效应。其扩张压力会将骨折周围的骨小梁向垂直及横向两个方向压缩, 在椎体内部形成的空腔周围形成骨小梁的外壳包裹, 骨水泥填充后替代椎体内部的主要空间, 并迅速填充和稳定椎体。在椎体支架膨胀撑开椎体后非

常有效地实现骨折复位。研究表明^[11]扩张的椎体支架可有效恢复椎体前中后缘的高度,在复位椎体高度的同时,使后纵韧带紧张,使突入椎管内的骨块向椎体前方位移,椎体后壁骨块偏离椎管并更接近其原始位置,恢复椎体高度后实现椎管间接减压。腰椎骨质疏松重度压缩性骨折患者椎体内骨小梁严重稀疏、骨质非常脆弱,椎体骨折后会出现明显的骨破坏,椎体支架撑开后 would 形成较大的空腔,这就需要骨水泥提供刚度和稳定性,恢复对脊柱的结构支撑。骨水泥填充支架的金属网形成了骨-支架-水泥复合体,类似土木建筑中钢筋混凝土的概念,即椎体内部被填充骨水泥的金属类骨骼取代,实现了脊柱长期稳定性和持久的重建。骨水泥椎体扩张支架可明显减少并在内部取代扁平、脆弱和被破坏的椎体,无需等待骨折愈合。与传统的脊柱后凸成形术相比,椎体支架成形术的另一个优点是这些植入物在扩张骨小梁过程中可重建椎体侧壁,从而减少骨水泥渗漏^[8]。本研究中出现 2 例骨水泥渗漏,主要原因为椎体重度压缩后椎体前壁破裂,骨水泥从椎体前缘渗出,但未造成临床症状。另外,与传统的脊柱后凸成形术相比,椎体支架包围的球囊扩张压力更加均匀和可预测,在骨折复位能力和降低骨水泥渗漏风险方面具有独特优势。通过上述研究,笔者认为在腰椎骨质疏松重度压缩性骨折患者中,可选择经皮椎体支架成形术快速实现椎体满意复位,纠正脊柱后凸畸形,特别是对老年患者具有良好的临床疗效。

4.3 椎体支架成形术疗效显著

本研究中术后随访各时间点与术前 VAS 评分及 ODI 评分比较差异有统计学意义。有研究认为经皮椎体支架成形术可缓解患者疼痛,改善功能障碍,这与笔者的研究结果一致^[12]。本研究的结果还表明,椎体支架成形术可有效恢复并维持伤椎的高度,术后伤椎前中后缘高度与术前比较差异有统计学意义,提示椎体支架成形术具有良好的生物力学疗效和骨折复位能力,并能纠正脊柱后凸畸形。在本研究随访期内未出现相邻椎体再骨折,可能是由于术中伤椎获得了充分的复位,并在随访期间椎体高度持续维持。但椎体强化术后其他椎体再骨折是否为手术后并发症还是骨质疏松性脊柱疾病的自然进展仍有一定争议。笔者认为术中有效的椎体复位并能持续维持椎体的复位,可预防椎体再次骨折^[13]。本研究中骨水泥渗漏率为 4.4%,显著低于既往研究且没有出现临床症状^[14]。笔者认为与传统的椎体成形术或椎体后凸成形术相比,其渗漏方向更可控,因为金属支架形成的圆柱形腔内压力较低且支架在椎体内被均匀撑开时支架侧壁与椎体骨小梁紧密贴合,通过这种方式降低了骨水泥向椎体的侧方或后方渗漏的风险,而渗漏更多地局限在

金属支架的前表面。因为术中骨水泥推杆放置在金属支架的前端,而术中发现骨水泥达到金属支架的后部就结束了骨水泥的注射,因此骨水泥更多地填充在椎体前中 1/3 处,这降低了骨水泥向椎管内渗漏的风险。在随访中未发现椎体支架和骨水泥松动移位的病例,这与骨水泥支架的强力铆合作用有关。

4.4 椎体支架成形术围手术期注意事项

老年患者严重腰椎骨质疏松压缩性骨折的治疗具有一定的挑战性,临床医师应综合考虑患者全身一般情况,对合并的基础疾病术前需要积极治疗,合理调节心肺的功能。术前应仔细研究腰椎 X 线片、CT 和 MRI,为术中准确穿刺提供依据。患者术中需要行体位复位法恢复伤椎部分高度。术中穿刺定位时应充分依据伤椎的 X 线下形态确定穿刺路径,尽量使椎体支架达到椎体前中 1/3 骨折线处,扩张椎体支架时应及时透视正侧位 X 线片,确保椎体支架在椎体内的位置合适。当填充压力较大且椎体支架形态扩张不佳时,应在最大填充压力下尽可能扩张椎体支架,否则容易出现支架不能完全撑开,导致金属支架植入失败,本研究中未出现类似情况,因此陈旧性重度腰椎骨折是本手术的禁忌证。在椎体支架成形术中椎体支架植入椎体后应将扩充压力减到最小,否则会出现支架随扩张球囊拔出而移位的情况,一旦出现这种情况,应及时采取措施将支架重新放回椎体内并重新植入球囊进行扩张。骨水泥应该在拉丝末期注入,降低骨水泥渗漏率。骨水泥注射完毕后应及时将推杆缓慢旋转退出,防止骨水泥固化后拔出困难或支架移位失效。术后需要规范抗骨质疏松治疗。患者术后在配合使用腰椎硬性支具的前提下可早期下床活动,但是早期尽量避免弯腰负重活动。

综上所述,椎体支架成形术可有效复位并维持椎体的高度,具有良好的临床疗效,使椎体支架成形术成为治疗老年严重腰椎骨质疏松压缩性骨折的非常有前途的替代方法,值得临床推广应用。

参考文献

- [1] GENANT H K, WU C Y, VAN KUIJK C, et al. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique[J]. J Bone Miner Res, 1993, 8(9): 1137-1148.
- [2] FÜRDERER S, ANDERS M, SCHWINDLING B, et al. Vertebral body stenting[J]. Der Orthopäde, 2002, 31: 356-361.
- [3] ROTTER R, MARTIN H, FUERDERER S, et al. Vertebral body stenting; a new method for vertebral augmentation versus kyphoplasty[J]. Eur Spine J, 2010, 19(6): 916-923.
- [4] HARTMANN F, GERCEK E, LEINER L, et al. Kyphoplasty as an alternative treatment of traumatic thora-

- columbar burst fractures Magerl type A3 [J]. *Injury*, 2012, 43(4):409-415.
- [5] LI K P, JI C B, LUO D W, et al. Role of percutaneous vertebroplasty with high-viscosity cement in the treatment of severe osteoporotic vertebral compression fractures [J]. *Sci Rep*, 2021, 11:4602.
- [6] KOU Y H, ZHANG D Y, ZHANG J D, et al. Vertebroplasty with high-viscosity cement versus conventional kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures: a meta-analysis [J]. *ANZ J Surg*, 2022, 92(11):2849-2858.
- [7] GARNON J, DORÉ B, AULOGE P, et al. Efficacy of the vertebral body stenting system for the restoration of vertebral height in acute traumatic compression fractures in a non-osteoporotic population [J]. *Cardio Vasc Intervent Radiol*, 2019, 42(11):1579-1587.
- [8] MOURA D F L, GABRIEL J P. Intravertebral expandable implants in thoracolumbar vertebral compression fractures [J]. *Acta Ortop Bras*, 2022, 30(3):e245117.
- [9] MOURA D L, GABRIEL J P. Expandable intravertebral implants: a narrative review on the concept, biomechanics, and outcomes in traumatology [J]. *Cureus*, 2021, 13(9):e17795.
- [10] WEI H K, HSU D, KATTA H, et al. Safety and effectiveness of expandable intravertebral implant use for thoracolumbar burst fractures [J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2023, 34(8):1409-1415.
- [11] MOURA D L. The role of kyphoplasty and expandable intravertebral implants in the acute treatment of traumatic thoracolumbar vertebral compression fractures: a systematic review [J]. *EFORT Open Rev*, 2024, 9(4):309-322.
- [12] 赵鹏, 慈元, 李志君, 等. 经皮椎体支架成形术治疗骨质疏松性椎体压缩骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30(4):314-318.
- [13] NORIEGA D, MARCIA S, THEUMANN N, et al. A prospective, international, randomized, noninferiority study comparing an implantable titanium vertebral augmentation device versus balloon kyphoplasty in the reduction of vertebral compression fractures (SAKOS study) [J]. *The Spine J*, 2019, 19(11):1782-1795.
- [14] ROSE L D, BATEMAN G, AHMED A. Clinical significance of cement leakage in kyphoplasty and vertebroplasty: a systematic review [J]. *Eur Spine J*, 2024, 33(4):1484-1489.

(收稿日期:2025-05-08)

(上接第 75 页)

- [12] SOLDADO F, GARCIA-MARTINEZ M C, BARRERA-OCHOA S, et al. Pedicled palmar intermetacarpal perforator flap for skin-graftless syndactyly release: anatomical study and clinical application [J]. *Microsurgery*, 2023, 43(2):151-156.
- [13] IBA K, YOTSUYANAGI T, YAMASHITA K, et al. Two-stage surgical treatment for medially angulated great toes in apert feet by wedged corrective osteotomy with distraction of the inter-metatarsal space: a case report [J]. *JOS Case Reports*, 2023, 2(4):145-149.
- [14] SHEN X F, CHEN Y, YANG G. The application of a cross-shaped advancement flap in polysyndactyly of the fifth toe [J]. *The Journal of Hand Surgery: Asian-Pacific Volume*, 2024, 29(6):589-593.
- [15] 吴彩凤, 丁小珩, 刘春雷, 等. 掌背星状皮瓣指/趾蹼成形在并指/趾畸形中的临床应用 [J]. *中国美容整形外科杂志*, 2022, 33(3):151-153.
- [16] 闫纪涛, 胡洪良, 沈卫军, 等. 不同术式治疗先天性并趾畸形患儿的效果对比 [J]. *医学理论与实践*, 2022, 35(1):97-98.
- [17] 周吉林, 朱晞, 张晓明. 带血管蒂的足外侧肌皮瓣的应用解剖研究 [J]. *浙江大学学报(医学版)*, 2002, 31(4):291-292.
- [18] 张飞, 林润, 洪旭, 等. 第一跖骨间隙近端穿支蒂皮神经营养血管皮瓣的临床应用 [J]. *中国临床解剖学杂志*, 2020, 38(2):150-152.

(收稿日期:2025-05-05)