

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.03.025

微创截骨复位技术对中重度踇外翻畸形的疗效和安全性分析

程爱民¹, 郝光亮¹, 单清洁¹, 李 帅¹, 温建民²

(1. 安徽中医药大学附属太和中医院骨一科, 安徽阜阳 236607;

2. 中国中医科学院望京医院骨关节二科, 北京 100102)

【摘要】目的 探讨微创截骨复位治疗中重度踇外翻畸形的临床疗效与安全性。**方法** 回顾性分析 2023 年 6 月至 2025 年 1 月安徽中医药大学附属太和中医院收治的中重度踇外翻患者的临床资料, 采用倾向性评分匹配(propensity score matching, PSM)1:1 最近邻匹配法均衡基线资料, 卡钳值设为 0.2, 匹配后微创组(接受微创截骨复位技术)和传统组(采用传统 Scarf 截骨术)各 40 例。比较两组患者的手术时间、术中出血量、住院时间、骨折愈合时间、术前及术后 12 个月的踇外翻角(hallux valgus angle, HVA)、第 1、2 跖骨间角(intermetatarsal angle, IMA)、美国骨科足踝协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)前足评分、视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)评分及并发症发生情况。**结果** 微创组患者围手术期各指标均优于传统组(均 $P < 0.05$)。术后 12 个月, 两组患者的 HVA、IMA、AOFAS 评分、VAS 评分均较术前显著改善(均 $P < 0.05$), 微创组改善程度优于传统组(均 $P < 0.05$)。微创组并发症总发生率低于传统组($P < 0.05$)。**结论** 微创截骨复位技术治疗中重度踇外翻具有创伤小、恢复快、矫正效果满意、安全性高等优势, 值得临床推广。

【关键词】 踇外翻畸形; 微创截骨复位; 疗效; 安全性**【中图分类号】** R687.3**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 03-0132-05

Analysis of the efficacy and safety of minimally invasive osteotomy and reduction technique for moderate to severe hallux valgus deformity

CHENG Aimin¹, HAO Guangliang¹, SHAN Qingjie¹, LI Shuai¹, WEN Jianmin²

(1. Department of Orthopedics I, Taihe Hospital of Traditional Chinese Medicine Affiliated to Anhui University of Chinese Medicine, Fuyang 236607, Anhui, China;

2. Department of Osteoarthropathy II, Wangjing Hospital, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100102, China)

【Abstract】Objective To explore the clinical efficacy and safety of minimally invasive osteotomy and reduction technique in the treatment of moderate to severe hallux valgus deformity. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of patients with moderate to severe hallux valgus deformity admitted to Taihe Hospital of Traditional Chinese Medicine Affiliated to Anhui University of Chinese Medicine from June 2023 to January 2025. The baseline data were balanced using the propensity score matching (PSM) method with a 1 vs. 1 nearest neighbor matching approach. The cutoff value was set at 0.2. After matching, there were 40 cases in each group: the minimally invasive group (receiving minimally invasive osteotomy and reduction technique) and the traditional group (using the traditional Scarf osteotomy technique). The surgical time, intraoperative blood loss, hospital stay, fracture healing time, hallux valgus angle (HVA) before and 12 months after the operation, the intermetatarsal angle (IMA), the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) forefoot score, the visual analogue scale (VAS) score, and the occurrence of complications were compared between the two groups. **Results** The perioperative indicators of the minimally invasive group were all better than those of the traditional group (all $P < 0.05$). At 12 months after surgery, the HVA, IMA, AOFAS score, and VAS score of the two groups were significantly improved compared with those before surgery (all $P < 0.05$), and the improvement degree of the minimally invasive group was better than that of the traditional group (all $P < 0.05$). The total incidence of complications in the minimally invasive group was lower than that in the traditional group ($P < 0.05$). **Conclusion** Minimally invasive osteotomy and reduction technique for the treatment of moderate to severe hallux

收稿日期: 2025-06-11。

基金项目: 国家自然科学基金项目(81373802); 安徽中医药大学临床科研基金项目(2023LCTH03)。

作者简介: 程爱民, 本科, 副主任医师, 研究方向: 骨外科(创伤骨科、关节外科、足踝外科)。E-mail: cam13866242817@163.com。

valgus deformity has the advantages of small trauma, quick recovery, satisfactory orthopedic effect, and high safety, and is worthy of clinical promotion and application.

【Key words】Hallux valgus deformity; Minimally invasive osteotomy and reduction; Efficacy; Safety

拇外翻是临床常见的足踝部畸形,以第1跖骨内收、跖骨头内侧骨赘形成为核心特征,常伴有疼痛、穿鞋受限等症状^[1]。研究显示,拇外翻在成年人中的发病率为23%~35%,女性群体占比更高^[2],且发病率随年龄增长显著升高,严重损害患者行走功能与生活质量。临床将拇外翻角(hallux valgus angle, HVA) $>30^{\circ}$ 、第1、2跖骨间角(intermetatarsal angle, IMA) $>15^{\circ}$ 判定为中重度拇外翻,此类患者具备外科手术矫治指征^[3]。尽管Chevron截骨术、Scarf截骨术等传统手术方式可以取得良好的临床效果,但术中切口较大、软组织剥离广泛,导致患者术后疼痛明显,延缓康复进程^[4]。

近年来,随着医学技术的不断进步,微创截骨复位技术逐渐应用于拇外翻矫治,该技术仅通过微小切口即可完成截骨、复位与固定操作,可有效减少手术创伤、减轻术后疼痛、加快康复进程^[5]。然而,目前临床针对微创截骨复位技术治疗中重度拇外翻的相关研究仍较为有限,缺乏与传统术式开展系统性对比的高质量证据^[6]。本研究回顾性分析2023年6月至2025年1月安徽中医药大学附属太和中医院收治的80例中重度拇外翻患者的临床资料,对比分析微创截骨复位技术与传统Scarf截骨术的临床效果及安全性,旨在为中重度拇外翻术式的个体化选择提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性收集2023年6月至2025年1月于安徽中医药大学附属太和中医院接受手术治疗的中重度拇外翻患者的临床资料。纳入标准:①符合中重度拇外翻诊断标准;②年龄18~75岁;③经至少6个月保守治疗后症状无明显改善;④临床资料完整;⑤初次接受拇外翻矫形手术。排除标准:①合并类风湿性关节炎、痛风性关节炎等炎症性关节疾病;②伴严重骨质疏松症;③既往有足部外伤或手术史。本研究初始共纳入116例患者,排除34例,剩余82例进入倾向性评分匹配(propensity score matching, PSM)池。采用1:1最近邻匹配法,基于年龄、性别、体重指数(body mass index, BMI)、病变患侧、术前HVA、IMA、美国骨科足踝协会

(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)评分、视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)评分计算倾向性评分,卡钳值设为0.2。与以往PSM研究^[7]一致,在成功配对后,按1:1匹配方法使两组样本量相等。最终成功匹配40对(80例),其中微创组40例,传统组40例,另有2例因未匹配成功被剔除。本研究已通过安徽中医药大学附属太和中医院医学伦理委员会审批(批件号:2026LCTH03)。

1.2 手术方法

1.2.1 微创组

患者取仰卧位,全麻后患肢常规消毒铺巾。于第1跖趾关节内侧作2个长0.50~0.80 cm的微小切口,分别对应跖骨头内侧骨赘投影处、第1跖骨干骺端内侧。采用微型骨膜剥离器行有限软组织剥离后,透视定位截骨平面,参照Lindgren术式自第1跖骨头内侧向远端外侧行 60° ~ 70° 的V形截骨。将截骨远端向外侧推移以矫正HVA和第1~2 IMA,切除内侧突出骨赘。矫形满意后,置入1~2枚直径2.00~2.50 mm的Herbert螺钉或空心加压螺钉完成内固定,透视确认矫形角度与固定位置达标后冲洗切口缝合切口,无需放置引流。

1.2.2 传统组

术前准备、麻醉方式与微创组一致,于第1跖趾关节内侧作3~5 cm纵行切口,逐层切开皮肤、皮下组织,充分显露跖骨头内侧骨赘及第1跖骨干。切除内侧骨赘后,于第1跖骨干中远段行Scarf截骨,推移截骨远端矫正畸形,置入2枚2.70 mm空心螺钉固定。透视确认矫形效果满意后充分止血,逐层缝合切口。

1.2.3 术后处理

两组术后处理方案基本一致:术后常规使用抗生素24~48 h,抬高患肢;术后第2天开始指导患者行足趾主动功能训练,术后2周拆线。其中微创组术后即可穿戴前足减压支具开展部分负重行走,传统组术后4周内严格避免负重,4周后逐步开始部分负重训练。

1.3 观察指标

① 记录两组手术时间、术中出血量、住院时间、

骨折愈合时间。②影像学指标:分别于术前、术后 12 个月拍摄患足负重位正侧位 X 线片,由 2 名对研究分组不知情的资深足踝外科医师独立测量 HVA 和 IMA,取二者测量平均值作为最终结果。③功能与疼痛评分:采用 AOFAS 前足评分评估足部功能^[8],该量表满分 100 分,涵盖疼痛(40 分)、功能(45 分)、力线(15 分)3 个维度,得分越高提示足部功能越优;采用 VAS 评估术后 12 个月患者的疼痛程度^[9],得分越高代表疼痛越显著。⑤安全性指标:记录两组患者切口延迟愈合、切口感染、足背内侧皮神经损伤、内固定物突出刺激、畸形复发和下肢深静脉血栓(deep vein thrombosis, DVT)等术后并发症发生情况。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。经正态性检验,本研究所有计量资料均符合正态分布,以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。在 PSM 中,Logistic 回归模型仅纳入协变量主效应,未纳入交互项与多项式项以控制模型复杂度;匹配前通过绘制倾向性评分密度分布、计算共同支持域

覆盖率评估匹配可行性,以覆盖率 $>90\%$ 判定为共同支持域充足。为评估匹配效果,除采用 t 检验和 χ^2 检验进行组间比较外,同步计算各协变量的标准化均数差(standardized mean difference, SMD),以 $SMD<0.10$ 判定为组间基线均衡性良好。为检验是否存在完美预测导致的匹配失效,本研究在匹配前对倾向性评分 Logistic 回归模型的拟合情况进行诊断;回归分析过程输出 95% 置信区间(95% confidence interval, 95%CI)。

2 结果

2.1 一般资料比较

两组患者一般资料比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),具有可比性(表 1)。倾向性评分共同支持域检验匹配前,两组患者倾向性评分的分布显示:微创组评分值域为 0.38~0.72,传统组为 0.35~0.68。两组评分的共同支持域覆盖率达 91.5%,即绝大多数患者(80/82 例)的倾向性评分落在两组评分的共同重叠区间内,仅 2 例(微创组 1 例评分 >0.72 ,传统组 1 例评分 <0.35)位于共同支持域之外而被剔除。这一高覆盖率数据表明,两组患者在核心基线特征上具有高度的同质性,PSM 匹配的前提条件充分满足。

表 1 两组术前一般资料比较

指标	微创组 (n=40)	传统组 (n=40)	SMD (匹配后)	t/χ^2	P
性别(男/女,例)	4/36	5/35		0.125	0.723
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	48.32 $\pm$ 12.47	49.15 $\pm$ 13.02	0.065	0.293	0.770
BMI($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	23.45 $\pm$ 2.38	23.78 $\pm$ 2.51	0.081	0.607	0.546
病变患侧(左/右,例)	18/22	16/24		0.205	0.651
术前 HVA($\bar{x}\pm s$, °)	37.46 $\pm$ 4.32	38.01 $\pm$ 4.55	0.075	0.558	0.579
术前 IMA($\bar{x}\pm s$, °)	16.38 $\pm$ 2.15	16.72 $\pm$ 2.28	0.088	0.692	0.491
术前 AOFAS 评分($\bar{x}\pm s$, 分)	51.23 $\pm$ 8.45	50.89 $\pm$ 8.67	0.065	0.177	0.860
术前 VAS 评分($\bar{x}\pm s$, 分)	6.45 $\pm$ 1.32	6.52 $\pm$ 1.28	0.059	0.241	0.810

注: SMD: 标准化均数差; BMI: 体重指数; HVA: 踝外翻角; IMA: 跖骨间角; AOFAS: 美国骨科足踝协会; VAS: 视觉模拟评分;。两组基线资料均衡得益于倾向性评分 1:1 匹配设计, 匹配协变量包含年龄、性别、BMI、病变患侧、术前影像学角度及疼痛、功能评分。

2.2 两组围手术期指标比较

微创组患者围手术期各指标均优于传统组(均 $P<0.05$)(表 2)。

表 2 两组围手术期指标比较($\bar{x}\pm s$)

指标	微创组 (n=40)	传统组 (n=40)	t	P
手术时间(min)	52.36 $\pm$ 8.47	78.25 $\pm$ 10.63	12.046	<0.001
术中出血量(ml)	18.45 $\pm$ 5.23	45.67 $\pm$ 8.91	16.466	<0.001
住院天数(d)	4.58 $\pm$ 1.12	7.35 $\pm$ 1.56	9.043	<0.001
骨折愈合时间(周)	8.67 $\pm$ 1.23	10.92 $\pm$ 1.48	7.416	<0.001

2.3 两组影像学指标比较

术后 12 个月,两组患者 HVA 和 IMA 均较术前显著降低(均 $P<0.05$),微创组术后 HVA 和 IMA 的矫正程度均优于传统组(均 $P<0.05$)(表 3)。

2.4 安全性

微创组术后并发症总发生率显著低于传统组($P<0.05$)(表 4)。

2.5 敏感性分析

为规避倾向性评分模型过拟合带来的潜在偏

表3 两组手术前后影像学指标及功能评分比较($\bar{x}\pm s$)

指标	时间点	微创组 (n=40)	传统组 (n=40)	t	P
HVA (°)	术前	37.46±4.32	38.01±4.55	0.558	0.579
	术后12个月	11.23±2.56*	14.67±3.12*	5.363	<0.001
	矫正值	26.23±3.15	23.34±3.68	3.796	<0.001
IMA (°)	术前	16.38±2.15	16.72±2.28	0.692	0.491
	术后12个月	6.45±1.67*	8.23±1.89*	4.516	<0.001
	矫正值	9.93±1.58	8.49±1.76	3.901	<0.001
AOFAS 评分 (分)	术前	51.23±8.45	50.89±8.67	0.177	0.860
	术后12个月	90.56±5.23*	84.32±6.45*	4.736	<0.001
	改善值	39.33±7.12	33.43±7.89	3.551	<0.001
VAS 评分 (分)	术前	6.45±1.32	6.52±1.28	0.241	0.810
	术后12个月	1.12±0.76*	1.85±0.92*	3.882	<0.001
	改善值	5.33±1.15	4.67±1.08	2.656	0.010

注:与本组术前比较,* $P<0.05$ 。HVA: 踮外翻角; IMA: 跖骨间角; AOFAS: 美国骨科足踝协会; VAS: 视觉模拟评分法。

表4 两组并发症发生情况比较[例(%)]

并发症类型	微创组 (n=40)	传统组 (n=40)	χ^2	P
切口延迟愈合	1 (2.50)	0 (0)	-	-
切口感染	0 (0)	1 (2.50)	-	-
足背内侧皮神经损伤	1 (2.50)	2 (5.00)	-	-
内固定物突出刺激	0 (0)	2 (5.00)	-	-
畸形复发	0 (0)	2 (5.00)	-	-
下肢深静脉血栓	0 (0)	1 (2.50)	-	-
总并发症	2 (5.00)	8 (20.00)	4.114	0.042*

注: DVT: 下肢深静脉血栓。*任一单元格理论频数 <5 时, 采用 Fisher 确切概率法。

倚, 将倾向性评分按四分位数分层后纳入多因素回归校正。结果显示, 校正后微创组术后12个月 HVA 矫正值($\beta=-3.21, 95\%CI: -4.85 \sim -1.57, P<0.001$)及 AOFAS 评分改善值($\beta=5.86, 95\%CI: 2.93 \sim 8.79, P<0.001$)仍显著优于传统组, 提示本研究主要结论具备良好的稳健性。

3 讨论

外科手术是治疗踮外翻最有效的手段之一, Scarf/Chevron 等传统开放截骨术对踮外翻矫治的远期优良率可达85%以上, 但这类术式创伤较大, 会加重患者术后疼痛, 延长康复周期, 对术后早期生活质量造成明显影响。随着微创外科理念的普及, 微创截骨复位技术在踮外翻治疗中的临床关注度持续提升^[10]。

本研究结果显示, 微创组围手术期各指标均优于传统组。分析其原因, 微创技术仅需作0.5 cm左右的微小切口, 可最大限度减轻软组织损伤, 无需广泛剥离骨膜, 截骨端血供相对完整, 在减少术中出血量的同时, 也为术后骨折愈合提供了有利条件。微创组术后即可开展部分负重活动, 传统组需严格制

动4周, 这也是微创组住院时间明显缩短的主要原因。在矫形效果方面, 微创组 HVA 矫正值为26.23°、IMA 矫正值为9.93°, 矫形效果优于传统组。分析其原因: 微创组手术于透视引导下进行, 其精确性更高; 微型截骨器械可以获得更光滑的截骨端, 后续固定效果更牢固; 微创技术术后早期可以进行功能锻炼对维持矫形位置具有一定的帮助^[11-12]。此外, 微创组的 AOFAS 评分和 VAS 评分的改善值均显著优于传统组, 提示微创组获得了更优的临床效果。本研究结果显示, 微创组并发症总发生率显著低于传统组, 微创组未见畸形复发, 说明采用 Herbert 螺钉固定的效果良好。两组均出现神经损伤, 均为暂时性, 可能和术中牵拉或直接损伤足背内侧皮神经相关。

基于本研究结果, 笔者总结出该技术的适应证:

① 中重度踮外翻且无严重跖趾关节骨性关节炎; ② 对足部外形及术后快速康复有较高需求; ③ 无法耐受术后长时间制动。其禁忌证主要包括第1跖趾关节严重退行性改变、严重骨质疏松等患者。本研究为回顾性设计, 尽管通过 PSM 控制了已知混杂因素, 且匹配后两组基线资料均衡可比, 但仍有2例因倾向性评分超出共同支持域而被剔除, 提示研究结论的外推性需谨慎解读。虽然通过 SMD (均 <0.1) 证实了匹配后协变量均衡性良好, 但受限于有限的样本量(82例匹配池)与8个匹配协变量, 倾向性评分模型可能存在过拟合风险。为此, 在主要结局的分析中进一步引入了多因素线性回归模型校正协变量, 其结果与 PSM 分析结论一致, 提示本研究结论具有较好的稳健性。同时本研究样本量有限, 随访周

期仅 12 个月,未来仍需大样本的长期随访前瞻性研究进一步验证相关结论。此外,尽管本研究通过 Logistic 回归模型诊断及共同支持域检验证实了 PSM 模型未发生完美预测分离,匹配具备有效性,但受限于回顾性设计及有限的样本量,匹配后仍可能存在未测量的混杂因素未被纳入模型。未来需要前瞻性、多中心研究进一步验证。本研究 PSM 匹配后样本丢失率仅为 2.4%(2/82 例),这一低脱落率主要归因于两组患者基线特征原本即具有良好的同质性。

综上,微创截骨复位治疗中重度踇外翻具有创伤小、恢复快、矫形效果满意、安全性高等优势,值得临床推广应用。

参考文献

- [1] DOTY J F, HARRIS W T. Hallux Valgus Deformity and Treatment: A Three-Dimensional Approach[J]. *Foot Ankle Clin*, 2018, 23(2):271-280.
- [2] 王松柏,朱远彬,刘建,等. 改良微创 Chevron-Akin 截骨术治疗中重度踇外翻的早期疗效[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2024, 38 (9): 1047-1054.
- [3] 张洋,袁艳荣,关国锋,等. 小切口关节外微创截骨治疗踇外翻的临床疗效[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2024, 38 (7): 855-861.
- [4] 邢雅昶,王欣文,李毅,等. 三联截骨术矫正重度踇外翻伴第一跖骨旋前畸形疗效研究[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2025, 39 (7): 843-847.
- [5] 卜鹏飞,李川,蒙旭晗,等. 单纯性踇外翻患者内侧楔骨远端关节倾斜与踇外翻关系的影像学研究[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2022, 36 (2): 209-214.
- [6] 李战胜,王俊波,路坦. 改良 Chevron 截骨术与 Scarf 截骨术治疗中重度踇外翻疗效比较[J]. *新乡医学院学报*, 2024, 41 (11): 1032-1037.
- [7] CHEN S J, LIN Z H, LI Y F, *et al.* Gout Risk After Total Knee Arthroplasty: A Propensity-score-matched Cohort Study[J]. *In Vivo*, 2024, 38(6):2981-2989.
- [8] KIM J S, AMENDOLA A, BARG A, *et al.* Summary Report of the Arthritis Foundation and the American Orthopaedic Foot & Ankle Society's Symposium on Targets for Osteoarthritis Research: Part 1: Epidemiology, Pathophysiology, and Current Imaging Approaches[J]. *Foot Ankle Orthop*, 2022, 7(4): 24730114221127011.
- [9] 严广斌. 视觉模拟评分法[J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2014, 8 (2): 34-34.
- [10] 张永红. Chevron 截骨术与 Scarf 截骨术治疗足踇外翻的效果比较[J]. *医药前沿*, 2025, 15 (18): 51-53, 58.
- [11] 谢强,郝宇,李小东,等. 踇外翻微创截骨术后绷带和克氏针固定截骨端生物力学的三维有限元分析[J]. *河北医药*, 2023, 45 (10): 1508-1511.
- [12] 石守印,海拉提·巴合提,孙俊刚,等. 单切口改良 Chevron 截骨联合软组织松解在中重度踇外翻矫形中的应用[J]. *临床医学进展*, 2024, 14 (3): 1289-1294.