

# LARS 人工韧带重建术与改良 Broström 术 治疗慢性踝关节外侧不稳疗效和安全性的 Meta 分析

黄龙翔<sup>1</sup>, 杜虎羽<sup>2</sup>

(1. 山西医科大学第九临床医学院, 山西 太原 030606;

2. 太原市中心医院, 山西 太原 030009)

**摘要 目的:**系统评价韧带增强重建系统(ligament augmentation reconstruction system, LARS)人工韧带重建术和改良 Broström 术治疗慢性踝关节外侧不稳(chronic lateral ankle instability, CLAI)的疗效和安全性。**方法:**应用计算机检索中国知网、维普网、万方数据库、中国生物医学文献服务系统、Pubmed、Cochrane Library、Embase 从数据库建库至 2022 年 10 月 31 日收录的比较 LARS 人工韧带重建术(试验组)与改良 Broström 术(对照组)治疗 CLAI 的有效性和安全性的随机对照试验研究文献。由 2 名研究者独立按照纳入和排除标准对相关文献进行筛选和数据提取,并采用 Cochrane 偏倚风险评估工具对纳入研究的文献进行质量评估。采用 RevMan5.4 软件进行 Meta 分析。**结果:**共检索到 692 篇文献,通过逐层筛选最终纳入 7 篇文献,其中英文文献 5 篇、中文文献 2 篇。Meta 分析结果显示,试验组手术时间、重返运动时间均短于对照组[ $MD = -6.81, 95\% CI(-12.59, -1.03), P = 0.020$ ;  $MD = -5.02, 95\% CI(-6.40, -3.64), P = 0.000$ ],距骨前移距离小于对照组[ $MD = -0.42, 95\% CI(-0.71, -0.14), P = 0.003$ ];2 组并发症发生率、足踝预后评分、足踝功能量表评分、距骨倾斜角比较,组间差异均无统计学意义[ $OR = 0.53, 95\% CI(0.25, 1.15), P = 0.110$ ;  $MD = 8.55, 95\% CI(-1.29, 18.39), P = 0.090$ ;  $MD = 2.87, 95\% CI(-4.64, 10.38), P = 0.450$ ;  $MD = -0.45, 95\% CI(-1.21, 0.31), P = 0.250$ ]。**结论:**现有的证据表明,LARS 人工韧带重建术治疗 CLAI 在踝关节功能恢复和安全性方面与改良 Broström 术相当,但前者在踝关节稳定性、手术时间、重返运动时间方面更具优势。

**关键词** 踝损伤;踝关节;关节不稳定性;韧带增强重建系统;改良 Broström 术;专题 Meta 分析

## Clinical outcomes and safety of LARS artificial ligament reconstruction versus modified Broström procedure for treatment of chronic lateral ankle instability: a meta-analysis

HUANG Longxiang<sup>1</sup>, DU HUYU<sup>2</sup>

1. The Ninth Clinical Medical College of Shanxi Medical University, Taiyuan 030606, Shanxi, China

2. Taiyuan Central Hospital, Taiyuan 030009, Shanxi, China

**ABSTRACT Objective:** To systematically review the clinical outcomes and safety of artificial ligament reconstruction using the ligament augmentation reconstruction system(LARS) versus modified Broström procedure in treatment of chronic lateral ankle instability(CLAI).

**Methods:** All the randomized controlled trial(RCT) articles about the clinical outcomes and safety of LARS artificial ligament reconstruction(experimental group) versus modified Broström procedure(control group) for treatment of CLAI included from database establishing to October 31, 2022 were retrieved from China National Knowledge Internet, Vip Database, Wanfang Database, Chinese Biomedical Literature Service System, Pubmed, Cochrane Library and Embase through computer. The pertinent articles were screened and the information was extracted independently by two researchers according to the inclusion and exclusion criteria. The methodological quality of researches in the included articles was evaluated by using Cochrane bias risk assessment tools, and then a Meta-analysis was conducted by using RevMan5.4 software.

**Results:** Six hundred and ninety-two articles were searched out. After screening, 7 articles were included in the final analysis, including 5 English articles and 2 Chinese articles. The results of Meta-analysis revealed that the operative time and time to return to preinjury activity level(RTPAL) were shorter, the anterior talar translation(ATT) was smaller in experimental group compared to control group( $MD = -6.81, 95\% CI(-12.59, -1.03), P = 0.020$ ;  $MD = -5.02, 95\% CI(-6.40, -3.64), P = 0.000$ ;  $MD = -0.42, 95\% CI(-0.71, -0.14), P = 0.003$ ). There was no statistical difference in the postoperative complication incidence, foot and ankle outcome score(FAOS), foot and ankle ability measure(FAAM) score and talar tilt angle(TTA) between the 2 groups( $OR = 0.53, 95\% CI(0.25, 1.15), P = 0.110$ ;  $MD =$

8.55, 95% CI( -1.29, 18.39),  $P=0.090$ ;  $MD=2.87$ , 95% CI( -4.64, 10.38),  $P=0.450$ ;  $MD=-0.45$ , 95% CI( -1.21, 0.31),  $P=0.250$ ). **Conclusion:** Available evidences suggest that LARS artificial ligament reconstruction is similar to modified Broström procedure in ankle function recovery and safety in treatment of CLAI, while the former has advantages over the latter in ankle stability, operative time and time to RTPAL.

**Keywords** ankle injuries; ankle joint; joint instability; ligament augmentation reconstruction system; modified Broström; meta-analysis as topic

急性踝关节扭伤是临床常见的运动损伤之一,好发于爱好运动的人群<sup>[1-2]</sup>,常累及踝关节外侧韧带复合体,其中主要累及距腓前韧带(anterior talofibular ligament, ATFL)和跟腓韧带(calcaneofibular ligament, CFL)<sup>[3-4]</sup>。大部分踝关节扭伤患者通过非手术治疗可以完全康复,但仍有约 40% 的患者会发展为慢性踝关节外侧不稳(chronic lateral ankle instability, CLAI)<sup>[5]</sup>。因此,当非手术治疗失败后,应积极采用手术治疗来加强踝关节外侧韧带复合体,以恢复踝关节功能。

改良 Broström 术是目前手术治疗 CLAI 的金标准<sup>[6]</sup>,该手术是直接缝合修复 ATFL 和 CFL 的末端并利用伸肌下支持带来加强韧带修复<sup>[7]</sup>。但是为防止韧带延长,改良 Broström 术后须固定踝关节和避免负重。研究<sup>[8-10]</sup>表明,ATFL 的重建仅能达到天然韧带强度的 50%,而且涉及伸肌下支持带的增强术还可能对后足造成不利的生物力学影响。近年来,随着人工合成移植物的广泛应用,韧带增强重建系统(ligament augmentation reconstruction system, LARS)人工韧带被应用于 CLAI 的治疗<sup>[11]</sup>。LARS 人工韧带由 2 枚免打结带线骨锚钉和 1 条超高分子量聚乙烯或聚酯线带组成,可以作为内支架替代踝关节外侧损伤的韧带,提供良好的初始稳定性,且无供体并发症<sup>[12-13]</sup>。但是, LARS 人工韧带重建术和改良 Broström 术究竟哪一种更适合于 CLAI 患者,目前仍存在争议。为此,本研究采用 Meta 分析的方法对 LARS 人工韧带重建术和改良 Broström 术治疗 CLAI 的有效性和安全性进行了评价,现总结报告如下。

## 1 资料与方法

**1.1 文献纳入标准** ①研究类型为随机对照试验;②研究对象为 CLAI 患者;③试验组采用 LARS 人工韧带重建术治疗,对照组采用改良 Broström 术治疗;④结局指标包括手术时间、并发症发生率、足踝预后评分(foot and ankle outcome score, FAOS)、足踝功能量表(foot and ankle ability measure, FAAM)评分、距骨

倾斜角(talar tilt angle, TTA)、距骨前移距离(anterior talar translation, ATT)、重返运动时间;⑤随访时间≥6 个月;⑥文献语种为中、英文。

**1.2 文献排除标准** ①无法获取全文的文献;②重复发表的文献;③原始数据存在常识性或逻辑性错误的文献;④研究数据不完整的文献。

**1.3 文献检索** 应用计算机检索中国知网、维普网、万方数据库、中国生物医学文献服务系统、Pubmed、Cochrane Library、Embase,检索时限为建库至 2022 年 10 月 31 日。中文检索词包括踝关节不稳、改良 Broström、韧带增强、人工韧带,英文检索词包括 ankle instability、modified Broström、LARS、suture-tape、internal brace、ligament augmentation。

**1.4 文献筛选和数据提取** 由 2 名研究者独立按照纳入和排除标准对相关文献进行筛选和数据提取,由第 3 名研究者核对、审查相关资料的准确性。从文献中提取的数据主要包括作者、题名、发表年份、样本量、研究类型、男女比例、平均年龄、随访时间、结局指标等。

**1.5 文献质量评价** 由 2 名研究者独立采用 Cochrane 偏倚风险评估工具<sup>[14]</sup>评估文献质量,评估结果不一致时,由第 3 名研究者协助裁定。偏倚风险评估内容主要包括随机分配方法、分配隐藏、参与者和实施者的盲法、结果评估中的盲法、结局数据的完整性、选择性报告研究结果及其他偏倚。每项评估内容均有 3 个评价等级:低风险、高风险和未知风险。

**1.6 数据统计** 采用 RevMan5.4 软件进行数据统计分析。手术时间、FAOS、FAAM 评分、TTA、ATT、重返运动时间以  $MD$  作为综合效应量,并发症发生率以  $OR$  作为综合效应量。采用  $\chi^2$  检验和  $I^2$  值确定纳入研究的异质性,若  $P>0.100$  且  $I^2<50\%$ ,表示各研究之间不具有明显异质性,采用固定效应模型进行分析;若  $P\leq 0.100$  或  $I^2\geq 50\%$ ,表示各研究之间具有明显异质性,采用随机效应模型进行分析。Meta 分析检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

**2.1 文献检索及筛选结果** 共检索到 692 篇文献,通过逐层筛选最终纳入 7 篇文献<sup>[15-21]</sup>,其中英文文献 5 篇<sup>[15-18,20]</sup>、中文文献 2 篇<sup>[19,21]</sup>。文献筛选流程图见图 1。

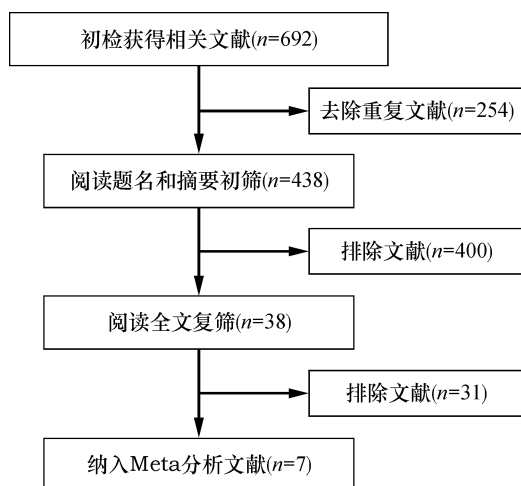


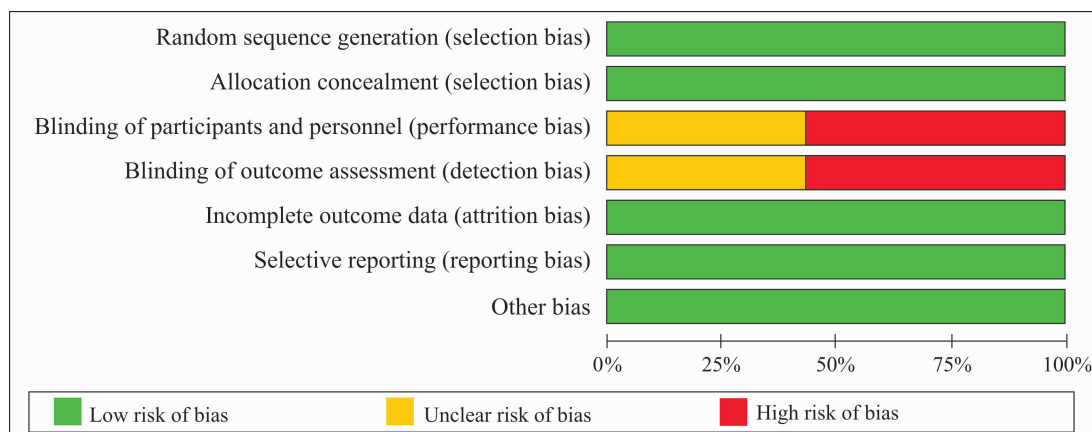
图 1 文献筛选流程图

**2.2 纳入研究的基本特征** 纳入的 7 项研究共涉及 450 例患者,其中 LARS 人工韧带重建术治疗 224 例、改良 Broström 术治疗 226 例。纳入研究的基本特征见表 1。

表 1 纳入研究的基本特征

研究	研究类型 <sup>1)</sup>	样本量/例		性别/(男/女,例)		平均年龄/岁		随访时间/月	结局指标 <sup>2)</sup>
		试验组	对照组	试验组	对照组	试验组	对照组		
Porter 2015 <sup>[15]</sup>	RCT	21	20	11/10	10/10	26.10	24.00	24	①②
Ulku 2020 <sup>[16]</sup>	RCT	30	31			27.80	28.60	36	①②③④⑤⑥
Porter 2019 <sup>[17]</sup>	RCT	22	25	12/10	13/12	26.10	24.00	>36	①②
Cho 2019 <sup>[18]</sup>	RCT	28	27	0/28	0/27	26.60	28.10	36	①②③④⑤⑥
郑旻 2020 <sup>[19]</sup>	RCT	28	28	14/14	17/11	32.98	31.04	6~12	①③④⑤⑥
Kulwin 2021 <sup>[20]</sup>	RCT	59	59	27/32	13/46	36.30	41.40	>6	①⑦
曾广龙 2023 <sup>[21]</sup>	RCT	36	36	21/15	25/11	36.40	35.50	6~18	③⑤⑥⑦

注:1) 中的 RCT 为随机对照试验;2) 中的①为并发症发生率,②为足踝预后评分,③为手术时间,④为足踝功能量表评分,⑤为距骨倾斜角,⑥为距骨前移距离,⑦为重返运动时间。



**2.3 文献质量评价结果** 纳入研究的 7 篇文献均为随机对照试验研究,其质量评价结果见图 2。

## 2.4 Meta 分析结果

**2.4.1 手术时间** 4 项研究<sup>[16,18-19,21]</sup>报道了手术时间,各研究之间具有明显异质性;随机效应模型分析结果显示,试验组手术时间短于对照组(图 3)。

**2.4.2 并发症发生率** 6 项研究<sup>[15-20]</sup>报道了并发症发生率,各研究之间不具有明显异质性;固定效应模型分析结果显示,2 组并发症发生率比较,差异无统计学意义(图 4)。

**2.4.3 FAOS** 4 项研究<sup>[15-18]</sup>报道了 FAOS,各项研究之间具有明显异质性;随机效应模型分析结果显示,2 组 FAOS 比较,差异无统计学意义(图 5)。

**2.4.4 FAAM 评分** 3 项研究<sup>[16,18-19]</sup>报道了 FAAM 评分,各项研究之间具有明显异质性;随机效应模型分析结果显示,2 组 FAAM 评分比较,差异无统计学意义(图 6)。

**2.4.5 TTA** 4 项研究<sup>[16,18-19,21]</sup>报道了 TTA,各项研究之间具有明显异质性;随机效应模型分析结果显示,2 组 TTA 比较,差异无统计学意义(图 7)。

Cho 2019	Kurwin 2021	Porter 2015	Porter 2019	Ulku 2020	曾广龙 2023	郑旻 2020
+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+
?	?	?	?	?	?	?
?	?	?	?	?	?	?
+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+
Random sequence generation (selection bias)						
Allocation concealment (selection bias)						
Blinding of participants and personnel (performance bias)						
Blinding of outcome assessment (detection bias)						
Incomplete outcome data (attrition bias)						
Selective reporting (reporting bias)						
Other bias						

图 2 纳入研究的偏倚风险评价结果图

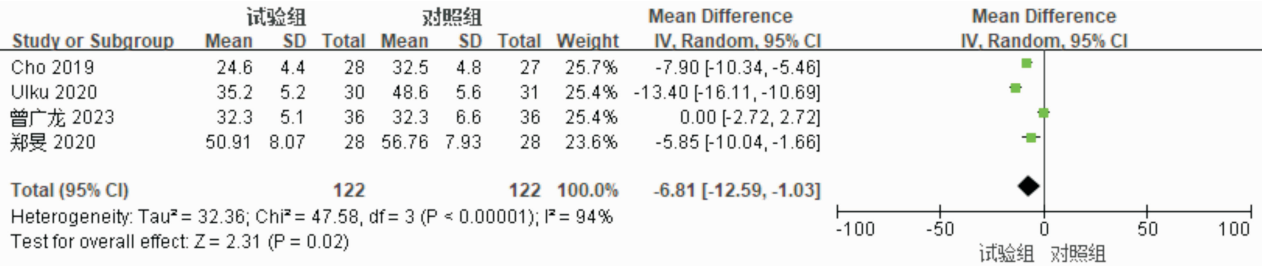


图 3 手术时间的 Meta 分析森林图

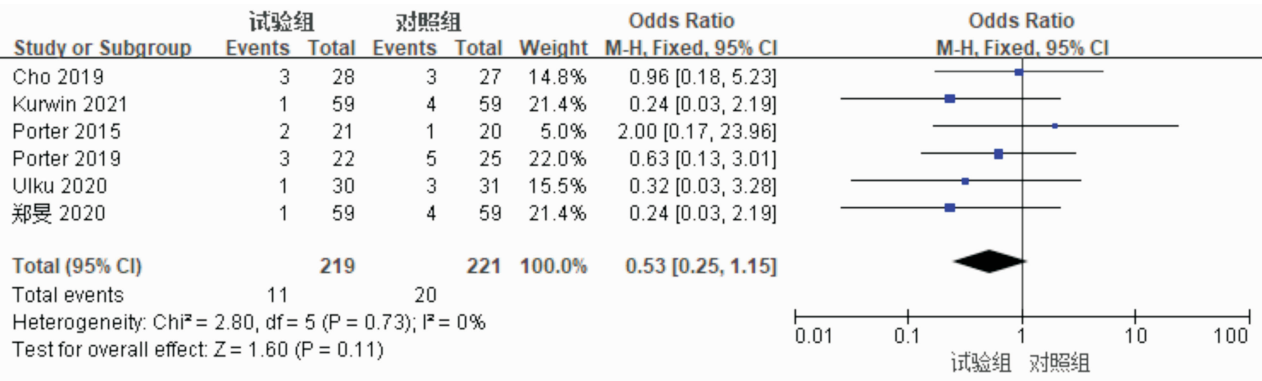


图 4 并发症发生率的 Meta 分析森林图

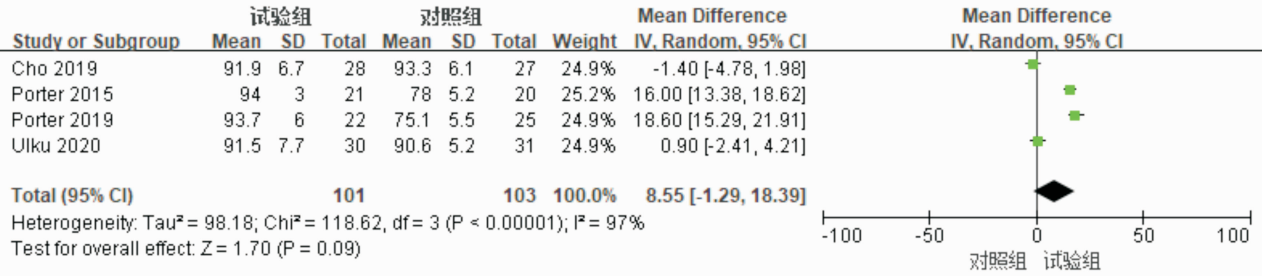


图 5 足踝预后评分的 Meta 分析森林图

2.4.6 ATT 4 项研究<sup>[16,18-19,21]</sup>报道了 ATT,各项研究之间不具有明显异质性;固定效应模型分析结果显示,试验组术后 ATT 小于对照组(图 8)。

2.4.7 重返运动时间 2 项研究<sup>[20-21]</sup>报道了重返运

动时间,各研究之间不具有明显异质性;固定效应模型分析结果显示,试验组重返运动时间小于对照组(图 9)。

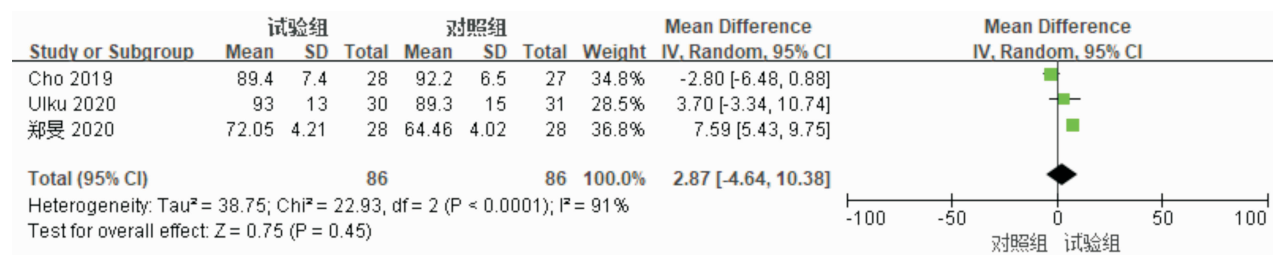


图6 足踝功能量表评分的 Meta 分析森林图

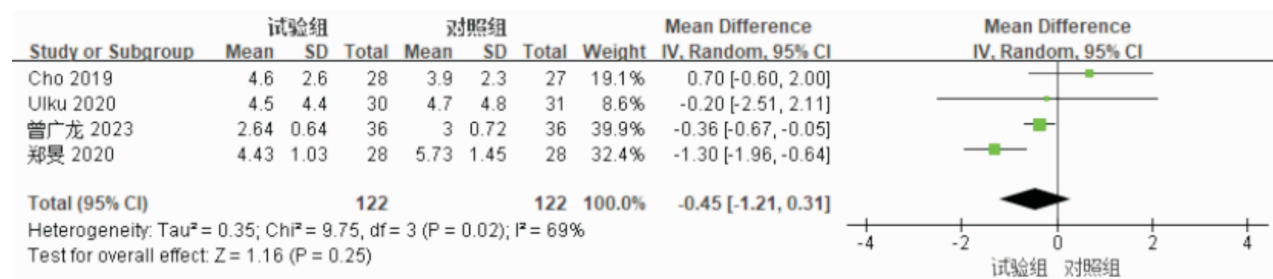


图7 距骨倾斜角的 Meta 分析森林图

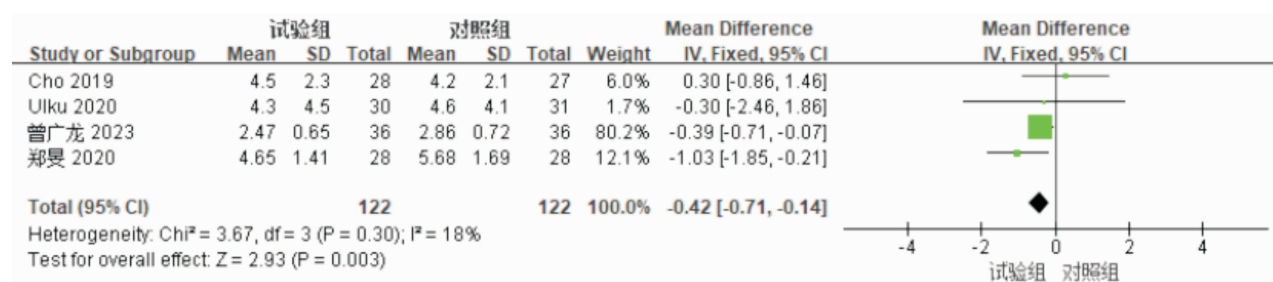


图8 距骨前移距离的 Meta 分析森林图

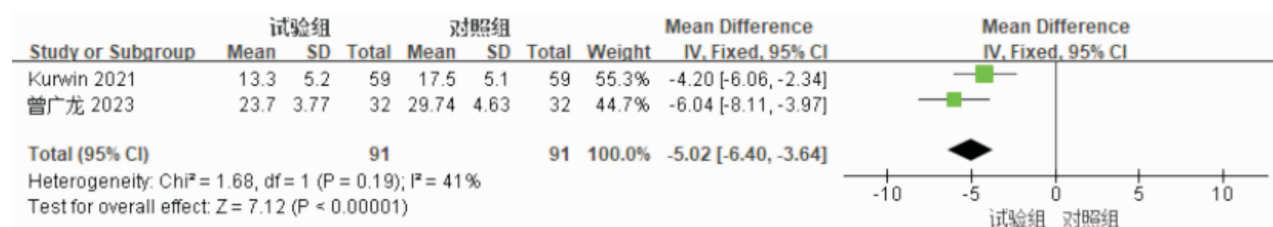


图9 重返运动时间的 Meta 分析森林图

### 3 讨论

急性踝关节扭伤主要累及 ATFL 和 CFL,而这些韧带在限制踝关节屈曲、内翻方面起着重要作用。此类损伤若治疗不及时或治疗不当,会导致踝关节周围韧带松弛、关节稳定性变差,出现反复崴脚的情况,从而发展为 CLAI。通常而言,踝关节扭伤 6 周后,若仍无法恢复其正常的功能表现和机械稳定性,则转为 CLAI<sup>[3]</sup>,其临床表现为踝关节无力、活动痛、打软腿、反复崴脚等。国际踝关节联盟公布了 CLAI 的 7 个亚型,但大体上可分为机械性不稳和功能性不稳<sup>[22]</sup>。机械性不稳是由于韧带松弛或断裂导致距骨相对于踝穴的异常运动,功能性不稳则是由肌肉无力、神经肌肉或本体感觉缺陷引起的,二者常同时存在。CLAI

早期可选择非手术治疗,如支具固定、康复训练、神经肌肉和本体感觉训练等,但对于损伤 3~6 个月且经非手术治疗无效者,可考虑手术治疗<sup>[3]</sup>。CLAI 的手术方法主要包括解剖重建术、解剖修复术和非解剖重建术,其中非解剖重建术由于无法恢复解剖结构,已被另外 2 种手术方法所取代。

Broström 术是治疗 CLAI 最经典的解剖修复术<sup>[23]</sup>,适用于韧带残留组织质量良好的患者。Broström 术通过重叠缝合残留韧带以恢复韧带张力,而改良 Broström 术则在 Broström 术基础上,使用伸肌下支持带来加强韧带修复。尽管改良 Broström 术已成为治疗 CLAI 的金标准,但仍存在韧带修复后强度不足、术后康复缓慢、易复发等问题,而 LARS 人工韧



带可解决这些问题。Mackay 等<sup>[24]</sup>通过高强度的不可吸收缝合带和免打结骨锚钉,以“内支架”的方式加强韧带修复,取得了满意的临床疗效。近年来,LARS 人工韧带越来越多地被应用于 CLAI 的治疗,但对于该技术式是否可以代替改良 Broström 术,学界尚存较大的争议<sup>[25]</sup>。

本研究结果显示,试验组手术时间短于对照组,其原因可能是 LARS 人工韧带重建术无需缝合韧带残端和打结,从而节省了手术时间。Li 等<sup>[26]</sup>的研究结果也显示,LARS 人工韧带重建术的手术时间短于改良 Broström 术。试验组并发症发生率与对照组比较,差异无统计学意义。但 Wittig 等<sup>[27]</sup>报道,改良 Broström 术后的复发率和翻修率较高,而 LARS 人工韧带重建术后易出现腓神经和肌腱的损伤。足踝预后评分系统和足踝功能量表评分系统是评价患者术后踝关节功能恢复情况的重要指标,前者包括踝关节疼痛、症状、日常生活能力、运动、生活质量 5 个方面,后者则由日常运动评估量表和体育运动评估量表组成。试验组 FAOS 和 FAAM 评分与对照组的差异均无统计学意义,说明 LARS 人工韧带重建术和改良 Broström 术治疗 CLAI 在恢复踝关节功能方面相当。但 Cho 等<sup>[18]</sup>研究认为,在改良 Broström 术的翻修手术中使用了 LARS 人工韧带,可提高翻修手术的临床疗效。X 线片上测量 150 N 内翻应力下的 TTA 和前抽屉应力下的 ATT,可以有效评估术后踝关节的稳定性;正常情况下,无创伤史的健康成年人不会出现 TTA,而当 TTA > 5° 或 ATT > 7.6 mm,则提示踝关节外侧韧带复合体可能受损<sup>[28-29]</sup>。本研究纳入的 4 项研究<sup>[16,18-19,21]</sup>中,术前试验组和对照组患者 TTA 均 > 10°、ATT 均 > 10 mm,这表明 2 组患者的踝关节外侧韧带均受损;而术后 2 组患者的 TTA 和 ATT 均降至正常范围,且试验组 ATT 小于对照组,提示 2 组患者通过 LARS 人工韧带重建术或改良 Broström 术治疗后均可获得稳定的踝关节,但试验组踝关节的稳定性可能强于对照组。Lei 等<sup>[30]</sup>的一项荟萃分析也证实了这点。重返运动时间代表患者恢复至受伤前运动水平的时间。试验组患者重返运动时间短于对照组,说明 LARS 人工韧带重建术更能满足患者运动的需求。

本研究纳入的 7 篇文献均为随机对照试验,证据水平较高。但本研究也存在一定的局限性:①各研究

之间缺乏统一的评估标准,可能影响结论的可靠性;②纳入的研究中最长随访时间仅为 3 年,缺乏远期疗效的研究;③文献检索的语言仅限于中文和英文,可能导致文献的遗漏。

现有的证据表明,LARS 人工韧带重建术治疗 CLAI 在踝关节功能恢复和安全性方面与改良 Broström 术相当,但前者在踝关节稳定性、手术时间、重返运动时间方面更具优势。所得结论仍需开展大样本、多中心、高质量、长期随访的随机对照试验研究进一步验证。

## 参考文献

- [1] ALTOMARE D, FUSCO G, BERTOLINO E, et al. Evidence-based treatment choices for acute lateral ankle sprain: a comprehensive systematic review[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2022, 26(6): 1876-1884.
- [2] MOORTHY V, SAYAMPANATHAN A A, YEO N E M, et al. Clinical outcomes of open versus arthroscopic Broström procedure for lateral ankle instability: a meta-analysis[J]. J Foot Ankle Surg, 2021, 60(3): 577-584.
- [3] DIAS S, LEWIS T L, ALKHALFAN Y, et al. Current concepts in the surgical management of chronic ankle lateral ligament instability[J]. J Orthop, 2022, 33: 87-94.
- [4] LYNCH S A, RENSTRÖM P A. Treatment of acute lateral ankle ligament rupture in the athlete. Conservative versus surgical treatment[J]. Sports Med, 1999, 27(1): 61-71.
- [5] VIENS N A, WIJDICKS C A, CAMPBELL K J, et al. Anterior talofibular ligament ruptures, part 1: biomechanical comparison of augmented Broström repair techniques with the intact anterior talofibular ligament[J]. Am J Sports Med, 2014, 42(2): 405-411.
- [6] COTTOM J M, RIGBY R B. The “all inside” arthroscopic Broström procedure: a prospective study of 40 consecutive patients[J]. J Foot Ankle Surg, 2013, 52(5): 568-574.
- [7] HAMILTON W G, THOMPSON F M, SNOW S W. The modified Brostrom procedure for lateral ankle instability[J]. Foot Ankle, 1993, 14(1): 1-7.
- [8] VUURBERG G, ALTINK N, RAJAI M, et al. Weight, BMI and stability are associated with lateral ankle sprain and chronic ankle instability: a meta-analysis[J]. J ISAKOS, 2019, 4(6): 313-327.
- [9] WALDROP N E 3rd, WIJDICKS C A, JANSSON K S, et al. Anatomic suture anchor versus the Broström technique for anterior talofibular ligament repair: a biomechanical comparison[J]. Am J Sports Med, 2012, 40(11): 2590-2596.

- [10] YEO E D, PARK J Y, KIM J H, et al. Comparison of outcomes in patients with generalized ligamentous laxity and without generalized laxity in the arthroscopic modified Broström operation for chronic lateral ankle instability[J]. *Foot Ankle Int*, 2017, 38(12):1318–1323.
- [11] TAKAO M, OAE K, UCHIO Y, et al. Anatomical reconstruction of the lateral ligaments of the ankle with a gracilis autograft: a new technique using an interference fit anchoring system[J]. *Am J Sports Med*, 2005, 33(6):814–823.
- [12] PORTER M D, TRAJKOVSKA A, GEORGOUSOPOULOU E. Ligament augmentation reconstruction system (LARS) for ankle lateral ligament reconstruction in higher-risk patients: a 5-year prospective cohort study[J]. *Orthop J Sports Med*, 2022, 10(5):23259671221093968.
- [13] LAN R, PIATT E T, BOLIA I K, et al. Suture tape augmentation in lateral ankle ligament surgery: current concepts review[J]. *Foot Ankle Orthop*, 2021, 6(4):24730114211045978.
- [14] HIGGINS J P, ALTMAN D G, GØTZSCHE P C, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials[J]. *BMJ*, 2011, 343:d5928.
- [15] PORTER M, SHADBOLT B, STUART R. Primary ankle ligament augmentation versus modified Brostrom-Gould procedure: a 2-year randomized controlled trial[J]. *ANZ J Surg*, 2015, 85(1/2):44–48.
- [16] ULKU T K, KOCAOGLU B, TOK O, et al. Arthroscopic suture-tape internal bracing is safe as arthroscopic modified Broström repair in the treatment of chronic ankle instability[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020, 28(1):227–232.
- [17] PORTER M, SHADBOLT B, YE X, et al. Ankle lateral ligament augmentation versus the modified Broström-gould procedure: a 5-year randomized controlled trial [J]. *Am J Sports Med*, 2019, 47(3):659–666.
- [18] CHO B K, PARK J K, CHOI S M, et al. A randomized comparison between lateral ligaments augmentation using suture-tape and modified Broström repair in young female patients with chronic ankle instability[J]. *Foot Ankle Surg*, 2019, 25(2):137–142.
- [19] 郑旻, 黄伟杰, 滕跃, 等. 关节镜下韧带增强固定与改良 Brostrom 术治疗慢性踝关节外侧不稳定的效果比较[J]. *临床外科杂志*, 2020, 28(4):319–323.
- [20] KULWIN R, WATSON T S, RIGBY R, et al. Traditional modified Broström vs suture tape ligament augmentation[J]. *Foot Ankle Int*, 2021, 42(5):554–561.
- [21] 曾广龙, 谢庆祥, 李泳聪, 等. 慢性踝关节外侧不稳全关节镜下距腓前韧带锚钉修复与可吸收免打结线带重建的比较[J]. *中国组织工程研究*, 2023, 27(13):2064–2070.
- [22] HERTEL J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability [J]. *J Athl Train*, 2002, 37(4):364–375.
- [23] BROSTRÖM L. Sprained ankles. VI. Surgical treatment of “chronic” ligament ruptures [J]. *Acta Chir Scand*, 1966, 132(2):551–565.
- [24] MACKAY G M, RIBBANS W J. The addition of an “internal brace” to augment the Broström technique for lateral ankle ligament instability [J]. *Tech Foot Ankle Surg*, 2016, 15(1):47–56.
- [25] MERCER N P, KANAKAMEDALA A C, AZAM M T, et al. Clinical outcomes after suture tape augmentation for ankle instability: a systematic review [J]. *Orthop J Sports Med*, 2022, 10(5):23259671221095791.
- [26] LI H, ZHAO Y, CHEN W, et al. No Differences in clinical outcomes of suture tape augmented repair versus broström repair surgery for chronic lateral ankle instability [J]. *Orthop J Sports Med*, 2020, 8(9):2325967120948491.
- [27] WITTIG U, HOHENBERGER G, ORNIG M, et al. Improved outcome and earlier return to activity after suture tape augmentation versus Broström repair for chronic lateral ankle instability? A systematic review [J]. *Arthroscopy*, 2022, 38(2):597–608.
- [28] COX J S, HEWES T F. “Normal” talartilt angle [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1979(140):37–41.
- [29] SHON H C, KIM Y M, KIM D S, et al. Radiographic measurement of ankle lateral stability in normal Korean adults [J]. *J Korean Foot Ankle Soc*, 2010, 14(1):41–46.
- [30] LEI T, QIAN H, LEI P, et al. Lateral augmentation reconstruction system versus modified Brostrom-Gould procedure: a meta-analysis of RCTs [J]. *Foot Ankle Surg*, 2021, 27(3):263–270.

(收稿日期:2022-11-07 本文编辑:时红磊)