

# 踝关节三角韧带损伤相关研究进展

张贵顺<sup>1</sup>, 郑宏<sup>1</sup>, 朱光宏<sup>2\*</sup>, 张钰华<sup>2</sup>

<sup>1</sup>吉首大学医学院, 湖南 吉首

<sup>2</sup>吉首大学临床医学院, 湖南 吉首

收稿日期: 2023年12月27日; 录用日期: 2024年1月24日; 发布日期: 2024年1月31日

## 摘要

近些年来踝关节骨折伴三角韧带损伤越来越多, 据研究表明在2030年将增加三倍, 随着人们生活方式的改变, 踝关节骨折据统计一年约有10万分之一174。对三角韧带来说, 它与外侧副韧带、下胫腓联合韧带在冠状面上形成一广义环形闭合结构, 它们一起就是为了维持踝关节稳定性, 功能性。本文综合最近相关文献对急性踝关节骨折伴三角韧带损伤的综述, 它主要从相关流行病学, 三角韧带解剖、功能, 损伤机制以及分类、治疗方式的角度。

## 关键词

踝关节, 三角韧带, 进展

# Research Progress of Ankle Deltoid Ligament Injury

Guishun Zhang<sup>1</sup>, Hong Zheng<sup>1</sup>, Guanghong Zhu<sup>2\*</sup>, Yuhua Zhang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Medical College of Jishou University, Jishou Hunan

<sup>2</sup>Clinical Medical College of Jishou University, Jishou Hunan

Received: Dec. 27<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jan. 24<sup>th</sup>, 2024; published: Jan. 31<sup>st</sup>, 2024

## Abstract

In recent years, there have been an increasing number of ankle fractures accompanied by triangular ligament injuries. According to research, it is expected to triple by 2030. With changes in people's lifestyles, ankle fractures are estimated to account for approximately 100,000 to 174 cases per year. For the triangular ligament, it forms a generalized circular closed structure on the coronal plane with the lateral collateral ligament and the lower tibiofibular joint ligament. Together, they are used to

\*通讯作者。

**maintain ankle stability and functionality. This article provides a comprehensive review of recent literature on acute ankle fracture with triangular ligament injury, mainly from the perspectives of epidemiology, triangular ligament anatomy, function, injury mechanism, classification, and treatment methods.**

## Keywords

Ankle Joint, Deltoid Ligament, Progress

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

在急性踝关节骨折中，三角韧带损伤的发生率高[1]；踝关节骨折时，在关节镜检查 and 磁共振成像显示下三角韧带撕裂的发生率分别约为 40%和 58% [2] [3]。三角韧带作为踝关节内侧稳定成分，现阶段主要由深浅两层[4]组成；浅层韧带抵抗距骨外旋和后足外翻。深部韧带的主要功能是抵抗距骨的后外侧运动，以及防止外翻成角。尽管对三角韧带诊断仍有争议，但大多数作者认为应力 X 线片上的内侧清晰间隙(MCS) > 5 mm 是三角韧带损伤的指征[5] [6]。一些早期研究表明，由于非修复和修复的临床结果缺乏差异，三角韧带修复没有必要[7] [8] [9]。随着三角韧带的解剖结构、生理学和生物力学的进一步研究，踝关节内侧稳定性越来越重视。保守治疗可使三角韧带愈合，但若韧带存在异常状态[10]，则其生物力学功能可能无法恢复。由于深层三角韧带难以修复，一些作者认为固定胫腓韧带联合韧带处也可以稳定踝关节榫眼，而不需修复三角韧带[11]；其他研究者也使用经关节外固定而不是三角韧带修复来提供稳定的踝关节榫眼。然而，联合韧带处固定和踝关节外固定并不足以直接修复韧带，随着缝合锚栓的广泛应用[12] [13]，有研究报道这种方法对修复三角韧带更有优势和益处[14] [15] [16] [17]。在急性踝关节骨折中，是否需要三角韧带进行修复存在较多争议[18]。

## 2. 三角韧带解剖、功能以及生物力学

踝关节三角韧带从内踝发出，终止距骨、跟骨和足舟骨相关附着点。作为内踝的主要稳定结构，三角韧带的命名与结构形态存在争议，目前多数认同的专业解剖名称是由 Milner 和 Soames [19]提出，具体结构形态由 Boss 和 Hintermann [20]提出与证实：扇形分布形如三角称为三角韧带。三角韧带由浅、深层两层组成，浅层包括跨越踝关节和距下关节的胫舟韧带、胫弹簧韧带、胫跟韧带和胫距浅层韧带；深层包括仅跨过踝关节的胫距前深层韧带和胫距后深层韧带[21]。Siegler 等[22]和 Panchani 等[23]都发现三角韧带复合体中距舟韧带最长，胫距后深韧带最厚。Guerra Pinto 等人[24]认为，胫跟韧带存在个体差异性，胫跟韧带解剖结构不清楚时则由胫弹簧韧带的分支围绕载距突。深层部分主要源于内踝后丘，踝关节内侧关节面呈“逗号”形状，是韧带纤维止点的粗糙面。从胫骨内侧看三角韧带深层由内踝后丘发散，将三角韧带简单化为扇形结构。

踝关节运动时，三角韧带对内侧相关运动发挥重要作用；浅层主要对抗后足的外翻，深层可限制距骨外旋。踝关节的踝泵运动(绷脚、勾脚、内翻、外翻、环转)中三角韧带发挥着至关重要的作用，例如内、外翻等。在冠状水平面来看，它是构成环不可缺失的一部。在急性踝关节损伤时，踝关节过度外翻，内侧三角韧带承受过度的力而受损。

### 3. 急性三角韧带损伤机制

踝关节作为人体最大负重屈曲关节，它主要由胫骨下端关节面、内踝、外踝和距骨体等共同构成；因为维持人体特有组成，踝部周围本身就缺乏软组织保护，当遇高能量事故如车祸、高空坠落伤等直接或间接暴力使踝部出现不同类型的骨折[25]。根据 Lauge-Hansen 分型[26]，踝关节骨折有旋后内收型(I°~II°)，旋后外旋型(I°~IV°)，旋前外旋型(I°~IV°)及旋前外展型四个类型(I°~IV°)；三角韧带损伤一般发生于以下三种类型：旋前-外展型、旋前-外旋型和旋后-外旋型，其中旋后-外旋型最为常见。

### 4. 急性三角韧带的诊断方式

近年来对三角韧带损伤诊断有报道但是尚未统一共识，大部分情况下都是通过影像学等辅助检查来进行确诊。

#### 4.1. 体格检查

内踝处肿胀、瘀斑伴压痛是体格检查的结果，被提倡用于确定三角韧带是否有损伤[27]。但是，有时在诊断三角韧带损伤时，受到众多因素影响，如旋后-外旋型骨折，即使存在内侧有压痛、肿胀的现象，也无法直接明确是否三角韧带损伤[27]。McConnell 等人[28]和 DeAngelis 等人[29]也有相同的结果。

#### 4.2. X 线平片

在未受力下踝关节内侧间隙的情况可作为判断三角韧带损伤依据。足踝平片处于正位片下内侧间隙大于 4 mm 和胫上间隙大于 1 mm。踝关节骨折伴腓骨骨折和内侧间隙增宽可确认有三角韧带手术指征；值得注意的是正常的内侧间隙不足以排除三角韧带损伤，因为在踝关节外旋应力作用下，正常的内侧间隙会变宽。另外在某些研究中[30]，提出内踝斑点症这一说，描述双踝等效踝关节骨折中内踝处的有三角韧带起终点有小骨撕脱伤。

#### 4.3. 应力 X 线片

术前常使用外旋应力试验来诊断三角韧带损伤，Park 的团队[31]对 6 例相关新鲜尸体在应力下行踝关节 X 片拍摄，得出在间隙大于或等于 5 mm 时，三角韧带是损伤状态；对于三角韧带损伤程度是如何无法诊断，有待新发展。另外 Michel son 团队[32]采取 22 人在应力下相关 X 检查得出类似结果。外侧即使没有腓骨支撑，大部力量可以通过胫距关节传递到胫骨平台，对韧带联合处不必承受很大压力。根据目前文献，使用应力或重力应力 X 片下对比简单负重下判断三角韧带损伤，前者更有优越性。

#### 4.4. MRI

踝部 MRI 检查作为诊断三角韧带损伤的常用检查手段之一。它是多参数成像，且具有良好的软组织分辨力，可以直接显示滑膜、纤维组织、肌腱及韧带，是评价踝关节韧带、软骨和滑膜的主要非创伤性检查方法[33]。其中 Nortunen 和他的团队[34]对 61 名患者在行 X 线应力试验后确认有三角韧带损伤下，在行 MRI 检查得出同样有 61 名患者三角韧带损伤；他们的研究表明即使在应力试验阳性下，多数是部分撕裂或水肿，完全断裂是少见的。在 MRI 检测结果类似中，足踝内侧间隙存在高度可变性；并且应力测试比 MRI 可靠性更高。综合这些研究，该研究者不建议在手术或者非手术中行 MRI 检查。MRI 对三角韧带损伤分三级，I 级损伤：韧带仅形态出现轻微改变，例如拉长。韧带内部信号正常，但周围可能由于炎症或水肿，造成相应的高信号；II 级损伤：出现韧带体部的部分不连续，或在韧带附着的部位有部分断裂。表现为韧带的增粗、迂曲，部分纤维的中断，T1WI 呈中等信号，T2WI 表现为高信号，周围的软

组织存在弥漫性的肿胀；III级损伤：表现为体部完全断裂，或在韧带附着的部位完全断裂，断端可以分离，断端呈马尾状，T2WI呈明显高信号，周围软组织表现为弥漫的肿胀。

#### 4.5. B超

它本身具有价格便宜，无创伤害、操作简单、可重复等特点，Rosa等人[35]用B超对64例三角韧带损伤患者进行评估，结果显示对三角韧带损伤的敏感度为100%、特异度为90%、阳性预测值为97%、阴性预测值为100%。因此，对评估三角韧带损伤是一大优点，特别是急性三角韧带损伤者；甚至B超可作为MRI的替代方法。

#### 4.6. 踝关节镜

它是一种较为直观的方式对三角韧带损伤探查。它可以看到前部胫距前浅层韧带，胫距后浅层韧带撕脱；关节镜对于狭窄浅层关节腔隙内探查存在困难。关节镜检查可以看到其他病理异常，如外侧韧带不稳定和软骨损伤。据研究[36]大约有3/4的慢性踝关节损伤不稳定患者，表现距腓前韧带相关功能不佳，会出现踝关节胫距关节复杂的旋转不稳定性。在踝关节镜中，距骨可出现移位，踝关节分级稳定，但是不足以打开超过2~3 mm间隙。在踝关节中距骨脱位离开时，关节间隙是不稳定的，对于踝关节镜足以进入探查。对于慢性三角韧带损伤患者，踝关节镜也是有用的，不仅是为了确定内侧副韧带不稳的严重程度，也可同时做一部分处理和评估脚踝的其他结构。

### 5. 治疗方式

对于急性三角韧带损伤治疗方式，目前仍然存在很大的争议[37]，一般分为保守治疗和手术治疗。保守治疗：传统的治疗方式采用“rice”原则(休息、冰敷、加压、抬高患肢)，后来Robertson等认为POLICE原则优于RICE原则，提出早期治疗过程中应该进行适当早期活动对患者恢复更快。祁宝音[38]将132例急性踝关节扭伤患者随机分成两组，分别采用RICE与Police，研究结论表明使用police效果更好。同时也验证了police的优越性。手术治疗：三角韧带断裂目前修复主要有断端缝合修补、锚钉缝合修复术、韧带重建修复术手术方式。断端缝合一般用于浅层三角韧带、深层三角韧带用带线锚钉缝合[39]；韧带重建修复术在国内目前不流行，当修复难度大时：踝关节三角韧带受损严重时，仅有起、止点存有少部分韧带外，余下均断裂；对三角韧带无法修复时，因此重建三角韧带的方法成为解决三角韧带损伤新方案，尤其对于旋转不稳定的患者来说重建三角韧带尤为重要，使用肌腱(自身肌腱、异体肌腱、人工肌腱)对其修复。

### 6. 总结与展望

急性三角韧带的损伤本身关注少，患者多以骨折后来院并且多数人对于踝关节短期内侧短期疼痛没有引起重视，仅仅只是做简单处理；短期内踝疼痛及长期内踝不稳的主要因素是三角韧带损伤，三角韧带损伤在临床诊疗中容易被漏诊甚至误诊。对于舞蹈、运动等特殊职业或者生活质量高的人群，出现内踝疼痛不适需要及时检查；若发现三角韧带损伤应该早期处理。急性三角韧带损伤者，目前手术一般采用带线锚定进行缝合使患肢功能尽早恢复。对于新进展采用关节镜，有创伤口小并且可在检查的同时修复；但是成本大，患者承担费用多，也延缓普及性。超声是无创确诊，简单快捷、成本花费低并且确诊率也高，推崇采用超声明确诊断。总体来说，对于三角韧带的损伤选择带线锚钉可行性、愈后可。因此对于内踝疼痛者，通过超声明确诊断后，在可行手术下首选带线锚定；由于目前带线锚钉的发展前景很大，值得继续探讨。

## 参考文献

- [1] Guo, W., Lin, W., Chen, W., *et al.* (2021) Comparison of Deltoid Ligament Repair and Non-Repair in Acute Ankle Fracture: A Meta-Analysis of Comparative Studies. *PLOS ONE*, **16**, e0258785. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258785>
- [2] Hintermann, B., Regazzoni, P., Lampert, C., *et al.* (2000) Arthroscopic Findings in Acute Fractures of the Ankle. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **82**, 345-351. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.82B3.0820345>
- [3] Jeong, M.S., Choi, Y.S., Kim, Y.J., *et al.* (2014) Deltoid Ligament in Acute Ankle Injury: MR Imaging Analysis. *Skeletal Radiology*, **43**, 655-663. <https://doi.org/10.1007/s00256-014-1842-5>
- [4] Cain, J.D. and Dalmau-Pastor M. (2021) Anatomy of the Deltoid-Spring Ligament Complex. *Foot and Ankle Clinics*, **26**, 237-247. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2021.03.001>
- [5] Cavanaugh, Z.S., Gupta, S., Sathe, V.M., *et al.* (2018) Initial Fibular Displacement as a Predictor of Medial Clear Space Widening in Weber B Ankle Fractures. *Foot & Ankle International*, **39**, 166-171. <https://doi.org/10.1177/1071100717739615>
- [6] Van Den Bekerom, M.P., Mutsaerts, E.L. and Van Dijk, C.N. (2009) Evaluation of the Integrity of the Deltoid Ligament in Supination External Rotation Ankle Fractures: A Systematic Review of the Literature. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **129**, 227-235. <https://doi.org/10.1007/s00402-008-0768-6>
- [7] Maynou, C., Lesage, P., Mestdagh, H., *et al.* (1997) [Is Surgical Treatment of Deltoid Ligament Rupture Necessary in Ankle Fractures?] *Revue De Chirurgie Orthopedique et Reparatrice De L'appareil Moteur*, **83**, 652-657.
- [8] Strömsöe, K., Höqevold, H.E., Skjeldal, S., *et al.* (1995) The Repair of a Ruptured Deltoid Ligament Is Not Necessary in Ankle Fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **77**, 920-921. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.77B6.7593106>
- [9] Shazadeh Safavi, K., Rezvani, A., Janney, C.F., *et al.* (2022) Assessing the Utility of Deltoid Ligament Repair in Ankle Fracture: A Systematic Review. *Cureus*, **14**, e27040. <https://doi.org/10.7759/cureus.27040>
- [10] Butler, B.A., Hempen, E.C., Barbosa, M., *et al.* (2020) Deltoid Ligament Repair Reduces and Stabilizes the Talus in Unstable Ankle Fractures. *Journal of Orthopaedics*, **17**, 87-90. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2019.06.005>
- [11] Wu, K., Lin, J., Huang, J., *et al.* (2018) Evaluation of Transsyndesmotric Fixation and Primary Deltoid Ligament Repair in Ankle Fractures with Suspected Combined Deltoid Ligament Injury. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, **57**, 694-700. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2017.12.007>
- [12] 王新标, 翁荔芳, 阮原芳, 等. 锚钉修复三角韧带联合切开复位内固定术治疗踝关节骨折合并三角韧带损伤患者的效果[J]. 中外医学研究, 2023, 21(18): 1-5.
- [13] 刘海敏, 宋孝清. 锚钉修补结合切开内固定手术对踝关节骨折患者的影响观察[J]. 中国卫生标准管理, 2023, 14(1): 148-151.
- [14] Hsu, A.R., Lareau, C.R. and Anderson, R.B. (2015) Repair of Acute Superficial Deltoid Complex Avulsion during Ankle Fracture Fixation in National Football League Players. *Foot & Ankle International*, **36**, 1272-1278. <https://doi.org/10.1177/1071100715593374>
- [15] Yu, G.R., Zhang, M.Z., Aiyer, A., *et al.* (2015) Repair of the Acute Deltoid Ligament Complex Rupture Associated with Ankle Fractures: A Multicenter Clinical Study. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, **54**, 198-202. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2014.12.013>
- [16] Zhao, H.M., Lu, J., Zhang, F., *et al.* (2017) Surgical Treatment of Ankle Fracture with or without Deltoid Ligament Repair: A Comparative Study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **18**, Article No. 543. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1907-4>
- [17] 卢家宁, 贾金领, 崔明星, 等. 带线锚钉修复联合解剖钢板内固定治疗踝关节骨折合并三角韧带断裂的临床效果[J]. 临床医学, 2022, 42(1): 5-7.
- [18] Loozen, L., Veljkovic, A. and Younger, A. (2023) Deltoid Ligament Injury and Repair. *Journal of Orthopaedic Surgery*, **31**, 1-10. <https://doi.org/10.1177/10225536231182345>
- [19] Milner, C.E. and Soames, R.W. (1998) Anatomy of the Collateral Ligaments of the Human Ankle Joint. *Foot & Ankle International*, **19**, 757-760. <https://doi.org/10.1177/107110079801901109>
- [20] Boss, A.P. and Hintermann, B. (2002) Anatomical Study of the Medial Ankle Ligament Complex. *Foot & Ankle International*, **23**, 547-553. <https://doi.org/10.1177/107110070202300612>
- [21] 卞旭廷, 苟小力, 张轩, 等. 踝关节三角韧带损伤的诊治及康复研究进展[J]. 中华创伤杂志, 2022, 38(9): 840-848.
- [22] Siegler, S., Block, J. and Schneck, C.D. (1988) The Mechanical Characteristics of the Collateral Ligaments of the Hu-

- man Ankle Joint. *Foot & Ankle*, **8**, 234-242. <https://doi.org/10.1177/107110078800800502>
- [23] Panchani, P.N., Chappell, T.M., Moore, G.D., *et al.* (2014) Anatomic Study of the Deltoid Ligament of the Ankle. *Foot & Ankle International*, **35**, 916-921. <https://doi.org/10.1177/1071100714535766>
- [24] Guerra-Pinto, F., Fabian, A., Mota, T., *et al.* (2021) The Tibiocalcaneal Bundle of the Deltoid Ligament—Prevalence and Variations. *Foot and Ankle Surgery*, **27**, 138-142. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2020.03.014>
- [25] Cao, M.M., Zhang, Y.W., Hu, S.Y., *et al.* (2022) A Systematic Review of Ankle Fracture-Dislocations: Recent Update and Future Prospects. *Frontiers in Surgery*, **9**, Article 965814. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.965814>
- [26] Tartaglione, J.P., Rosenbaum, A.J., Abousayed, M., *et al.* (2015) Classifications in Brief: Lauge-Hansen Classification of Ankle Fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **473**, 3323-3328. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4306-x>
- [27] 王大鹏. 踝关节骨折伴三角韧带损伤的修复与重建研究进展[J]. 系统医学, 2023, 8(9): 189-193.
- [28] McConnell, T., Creevy, W. and Tornetta III, P. (2004) Stress Examination of Supination External Rotation-Type Fibular Fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **86**, 2171-2178. <https://doi.org/10.2106/00004623-200410000-00007>
- [29] Deangelis, N.A., Eskander, M.S. and French, B.G. (2007) Does Medial Tenderness Predict Deep Deltoid Ligament Incompetence in Supination-External Rotation Type Ankle Fractures? *Journal of Orthopaedic Trauma*, **21**, 244-247. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e3180413835>
- [30] Nwosu, K., Schneiderman, B.A., Shymon, S.J., *et al.* (2018) A Medial Malleolar “Fleck Sign” May Predict Ankle Instability in Ligamentous Supination External Rotation Ankle Fractures. *Foot & Ankle Specialist*, **11**, 246-251. <https://doi.org/10.1177/1938640017729494>
- [31] Park, S.S., Kubiak, E.N., Egol, K.A., *et al.* (2006) Stress Radiographs after Ankle Fracture: The Effect of Ankle Position and Deltoid Ligament Status on Medial Clear Space Measurements. *Journal of Orthopaedic Trauma*, **20**, 11-18. <https://doi.org/10.1097/01.bot.0000189591.40267.09>
- [32] Michelson, J.D., Varner, K.E. and Checcone, M. (2001) Diagnosing Deltoid Injury in Ankle Fractures: The Gravity Stress View. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **387**, 178-182. <https://doi.org/10.1097/00003086-200106000-00024>
- [33] 孙军勇. MRI 在踝关节内侧损伤评估中的临床应用[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2022.
- [34] Nortunen, S., Lepojärvi, S., Savola, O., *et al.* (2014) Stability Assessment of the Ankle Mortise in Supination-External Rotation-Type Ankle Fractures: Lack of Additional Diagnostic Value of MRI. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, **96**, 1855-1862. <https://doi.org/10.2106/JBJS.M.01533>
- [35] Milz, P., Milz, S., Steinborn, M., *et al.* (1999) [13-MHc High Frequency Ultrasound of the Lateral Ligaments of the Ankle Joint and the Anterior Tibia-Fibular Ligament. Comparison and Results of MRI in 64 Patients]. *Der Radiologe*, **39**, 34-40. <https://doi.org/10.1007/s001170050474>
- [36] Zhuang, C., Guo, W., Chen, W., *et al.* (2023) Arthroscopically Assisted Internal Fixation for Treatment of Acute Ankle Fracture: A Systematic Review and Meta-Analysis of Comparative Studies. *PLOS ONE*, **18**, e0289554. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289554>
- [37] 张海波, 刘焕彩. 三角韧带损伤在踝关节骨折手术中修复与否疗效分析[J]. 潍坊医学院学报, 2022, 44(2): 114-117.
- [38] 祁宝音. POLICE 原则治疗急性踝关节扭伤的疗效分析[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2015, 31(5): 24-26.
- [39] 姚辉, 蒋振兴. 双带线锚钉分层修复踝关节骨折并三角韧带完全断裂的疗效[J]. 深圳中西医结合杂志, 2023, 33(2): 72-75, 139.