

Review article

Deltoid ligament injuries: Anatomy, biomechanics, and clinical implications

Kanyakorn Riewruja, Jirun Apinun*

Department of Orthopadics, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, King Chulalongkorn Memorial Hospital, Thai Red Cross Society, Bangkok, Thailand

Abstract

Ankle joint stability is crucial for weight-bearing and movement in human locomotion, provided by the articulating bony structures and ligamentous support. The deltoid ligament is a fan-shaped, complex medial structure of the ankle joint, consisting of two layers—superficial and deep. It extends from the medial malleolus and inserts into the medial aspect of the talus, navicular, and calcaneus. The primary function of the deltoid ligament is to restrain abduction and external rotation forces, with specific parts of the ligament being affected depending on the mechanism of injury. Common injury mechanisms include excessive dorsiflexion, abduction, or external rotation, which can result in ligament rupture or avulsion fractures. While lateral ankle ligaments are more frequently injured, studied, and treated, medial ankle injuries account for approximately 5.0% - 15.0% of cases and are often associated with more severe conditions, such as ankle fractures or syndesmotic injuries. If left untreated or mismanaged, complications such as chronic ankle instability and post-traumatic osteoarthritis may develop. Given the lack of consensus regarding diagnosis and management, this review comprehensively examines the anatomy, biomechanics, mechanisms, and pathology of the deltoid ligament injury, drawing upon existing literature to enhance evidence-based treatment decisions and optimize long-term patient outcomes.

Keywords: Ankle instability, deltoid ligament, ankle injury, ligament injury.

***Correspondence to: Jirun Apinun**, Department of Orthopadics, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, King Chulalongkorn Memorial Hospital, Thai Red Cross Society, Bangkok 10330, Thailand.

E-mail: Jirun.a@chulahospital.com

Received: August 20, 2025

Revised: December 23, 2025

Accepted: January 19, 2026

บทความปริทัศน์

การบาดเจ็บของเส้นเอ็นเดลตอยด์: กายวิภาค ชีวกลศาสตร์ และความสำคัญทางคลินิก

กัลยกร ธีรรุจา, จิรันดร อภินันท์*

ภาควิชาออร์โธปิดิกส์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

ความมั่นคงของข้อเท้ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการรองรับน้ำหนักและการเคลื่อนไหวของร่างกาย ประกอบด้วยโครงสร้างกระดูกและเส้นเอ็นที่เหมาะสม deltoid ligament เป็นเส้นเอ็นด้านในที่มีโครงสร้างทางกายวิภาคที่ซับซ้อน ประกอบด้วยสองชั้นหลัก ได้แก่ ชั้นตื้นและชั้นลึก ทำหน้าที่ป้องกันการบิดออกและการหมุนของกระดูก talus กลไกการบาดเจ็บมักเกิดจากแรงกระทำที่ทำให้ข้อเท้าเกิดการบิดออก กระดกขึ้น หรือหมุนออกอย่างรุนแรง ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการฉีกขาดของเส้นเอ็นหรือกระดูกหักได้ แม้ว่าการบาดเจ็บ deltoid ligament พบได้น้อยกว่าการบาดเจ็บของเส้นเอ็นด้านนอก แต่มีอัตราการเกิดอยู่ที่ประมาณร้อยละ 5.0 - 15.0 และมักเกิดร่วมกับภาวะรุนแรง เช่น กระดูกข้อเท้าหัก หากไม่ได้รับการรักษาที่เหมาะสม อาจนำไปสู่ภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรังและข้อเสื่อมหลังอุบัติเหตุ อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีข้อสรุปถึงการวินิจฉัย และแนวทางการรักษาอย่างชัดเจน เนื่องจากการศึกษาทางวิชาการในหัวข้อนี้ยังมีจำกัด บทความฉบับนี้จึงได้รวบรวมข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับ กายวิภาค ชีวกลศาสตร์ กลไกการบาดเจ็บ และพยาธิสภาพของ deltoid ligament เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการตัดสินใจรักษาอย่างมีหลักฐานเชิงประจักษ์ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของผลลัพธ์การรักษารวมถึงลดความเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนในระยะยาว

คำสำคัญ: ข้อเท้าไม่มั่นคง, เส้นเอ็นเดลตอยด์, การบาดเจ็บข้อเท้า, การบาดเจ็บเส้นเอ็น

ข้อเท้าเป็นข้อต่อที่มีบทบาทสำคัญในการรองรับ น้ำหนักของร่างกายตลอดระยะเวลาการเดินและการเคลื่อนไหว ความมั่นคงของข้อเท้าจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ร่างกายสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งความมั่นคงของข้อเท้าไม่ได้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางกายวิภาคของกระดูกที่ซับซ้อนเพียงอย่างเดียว แต่ยังคงอาศัยความแข็งแรงของเส้นเอ็นรอบข้อเท้ามาช่วยพยุงไว้อีกด้วย โดยปกติแล้วกระดูก talus จะวางตัวอยู่ในช่องกระดูกข้อเท้า (ankle mortise) ซึ่งประกอบขึ้นด้วยกระดูกขาท่อนล่าง ได้แก่ กระดูก tibia และกระดูก fibula โดยโครงสร้างเส้นเอ็นที่ช่วยพยุงข้อเท้าประกอบไปด้วยเส้นเอ็นด้านนอก (lateral ligaments) เส้นเอ็นด้านใน (medial ligaments) และเส้นเอ็นที่ยึดข้อต่อระหว่างกระดูกขาท่อนล่างทั้งสอง (syndesmosis) การบาดเจ็บของข้อเท้าเป็นภาวะที่พบได้บ่อยในกลุ่มอาการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยในสหรัฐอเมริกา มีรายงานอุบัติการณ์มากกว่าสองล้านรายต่อปี⁽¹⁾ ซึ่งการบาดเจ็บหรือฉีกขาดของเส้นเอ็นของข้อเท้า (ankle sprain) มักพบบ่อยกว่าทางด้านนอกของข้อเท้า (lateral ankle sprain) อย่างไรก็ตาม การบาดเจ็บของเส้นเอ็นด้านใน (medial ankle sprain) ก็สามารถพบได้ในอัตราสูงถึงร้อยละ 5.0 - 15.0⁽²⁾ และมักเกิดร่วมกับภาวะที่มีความรุนแรง เช่น กระดูกข้อเท้าหัก (ankle fracture) หรือ การบาดเจ็บของเส้นเอ็นยึดข้อต่อระหว่างกระดูกขาท่อนล่าง (syndesmosis injury) นอกจากนี้ ข้อเท้าพลิกซ้ำ (re-injury) หรือการบาดเจ็บซ้ำในผู้ที่เคยได้รับบาดเจ็บมาก่อน ยังพบได้บ่อยถึงร้อยละ 12.0 - 47.0⁽¹⁾ ซึ่งอาจนำไปสู่ภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง (chronic ankle instability) และข้อเสื่อมหลังอุบัติเหตุ (posttraumatic osteoarthritis)

เส้นเอ็นข้อเท้าด้านใน หรือ deltoid ligament เป็นเส้นเอ็นหลักที่ช่วยรักษาความมั่นคงของข้อเท้าด้านใน กายวิภาคของเส้นเอ็นนี้ค่อนข้างซับซ้อนโดยมีจุดเริ่มต้นจากตาตุ่มด้านใน (medial malleolus) ไปยังกระดูกเท้าหลายชิ้น ได้แก่ กระดูก navicular, กระดูก talus และกระดูก calcaneus โครงสร้างของเส้นเอ็นนี้แบ่งออกเป็นสองชั้น ได้แก่ ชั้นผิวตื้น (superficial deltoid ligament) ซึ่งเกาะข้ามสองข้อ ได้แก่ tibiotalar joint และ subtalar joint และ มีบทบาทสำคัญในการป้องกันการบิดออกของข้อเท้า (eversion) และ ชั้นลึก (deep deltoid ligament) ซึ่งเกาะข้ามหนึ่งข้อ ได้แก่ tibiotalar joint ที่ช่วยป้องกันการหมุนออกของกระดูก talus (external rotation)

เนื่องจากการบาดเจ็บของ deltoid ligament มักพบร่วมกับภาวะบาดเจ็บที่รุนแรงอื่น ๆ และมีความซับซ้อนของโครงสร้างทางกายวิภาค ส่งผลให้แนวทางการวินิจฉัยและการรักษาที่ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน บทความนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกายวิภาคและชีวกลศาสตร์ รวมถึงแนวทางในการตรวจวินิจฉัยและรักษา เพื่อเป็นแนวทางสำหรับแพทย์ในการตัดสินใจรักษา การบาดเจ็บของ deltoid ligament ลดความเสี่ยงของภาวะแทรกซ้อน และเพิ่มประสิทธิผลการรักษาในระยะยาว

Deltoid ligament เป็นเส้นเอ็นขนาดใหญ่ที่ยึดคลุมบริเวณข้อเท้าด้านในในลักษณะเป็นรูปใบพัด โดยมีจุดเกาะจากกระดูก medial malleolus ไปยังกระดูกเท้าหลายชิ้น ได้แก่ กระดูก navicular, กระดูก talus และกระดูก calcaneus โดยลักษณะการเรียงตัวของเส้นเอ็นนี้ได้ถูกศึกษาและรายงานการตั้งชื่อและลักษณะต่างๆ ของแต่ละมัดเส้นเอ็น (bands) อย่างหลากหลาย ซึ่งบางมัดอาจไม่พบในทุกราย (non-constant bands) ซึ่งในปัจจุบันได้รับการยอมรับว่า deltoid ligament ประกอบด้วยเส้นเอ็นทั้งหมด 6 มัด แบ่งออกเป็นชั้นตื้น 4 มัด และชั้นลึก 2 มัด (Figure 1) ดังนี้^(3,4)

Superficial deltoid ligaments ทั้ง 4 bands ประกอบด้วย:

1. Tibionavicular ligament (TNL)

หรือที่เรียกในงานศึกษาก่อน ๆ ว่า anterior superficial tibiotalar fascicle เป็นเส้นเอ็นที่อยู่บริเวณด้านหน้าสุด เกาะจากด้านหน้า anterior colliculus ของ medial malleolus และกระจายออกไปยึดกับ dorsomedial part ของกระดูก navicular เส้นเอ็นมัดนี้จะมีความตึงเมื่อกระดูกข้อเท้าลง (plantar flexion) ประมาณ 20° จึงมีความสำคัญในการยับยั้งการเคลื่อนไหว plantar flexion ร่วมกับ lateral ligament (anterior talofibular ligament: ATFL)

2. Tibiospring ligament (TSL)

หรือ tibioligamentous fascicle เป็นเส้นเอ็นที่ยึดจาก anterior colliculus ของ medial malleolus ไปยังส่วนหลังของ spring ligament และช่วยเสริมความมั่นคงในท่า plantar flexion

3. Tibiocalcaneal ligament (TCL)

เกาะจากบริเวณระหว่าง posterior aspect ของ anterior colliculus และ anterior aspect ของ intercollicular groove ไปยัง sustentaculum tali บนกระดูก calcaneus มีหน้าที่หลักในการควบคุมการบิดออกของเท้า (abduction)

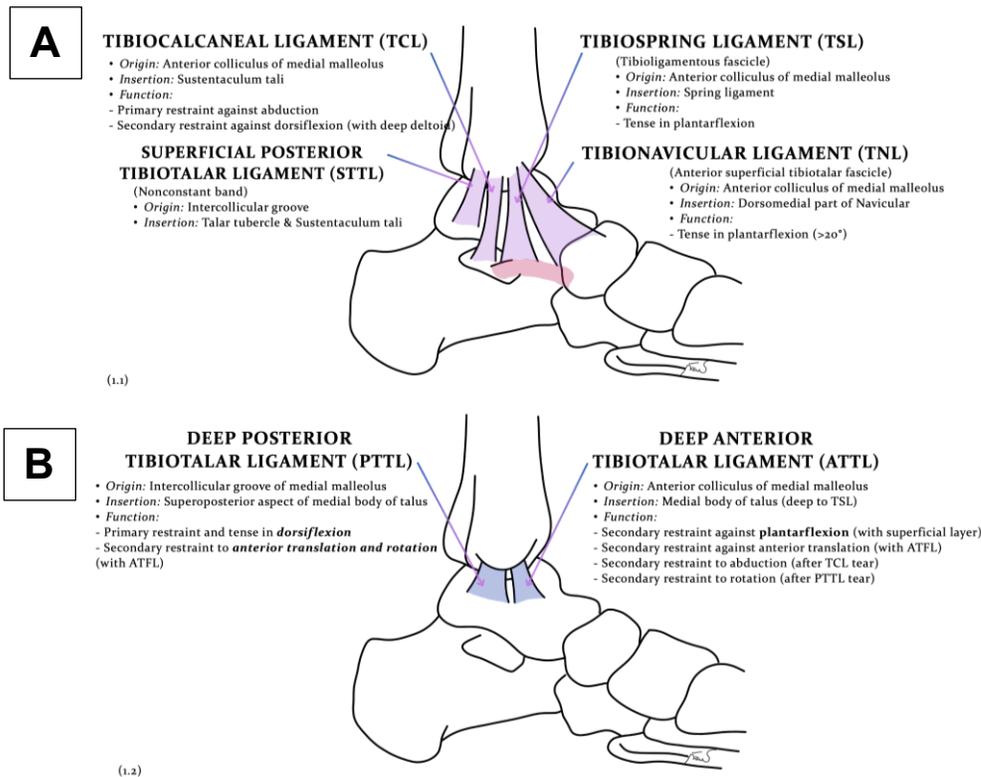


Figure 1. กายวิภาคศาสตร์และการทำงานของเส้นเอ็นด้านในข้อเท้า deltoid ligament (A) ชั้นตื้น; (B) ชั้นลึก.

และให้ความมั่นคงร่วมกับ deep deltoid ligament ในการกระดกเท้าขึ้น (dorsiflexion)

4. Superficial posterior tibiotalar ligament (STTL)

เกาะจาก intercollicular groove ไปยังกระดูก talus และ sustentaculum tali บนกระดูก calcaneus ซึ่งเป็น non-constant bands และโดยมากไม่ได้รับการกล่าวถึงในการศึกษาต่าง ๆ Deep deltoid ligament ทั้ง 2 bands ประกอบด้วย:

4.1 Deep posterior tibiotalar ligament (PTTL)

เป็นมัดที่หนาที่สุด (ประมาณ 3 มิลลิเมตร) และมีขนาดใหญ่ที่สุด ซึ่งเกาะจาก intercollicular groove ปกคลุม posterior colliculus และไปเกาะที่ superoposterior aspect ของ medial body ของกระดูก talus มีหน้าที่หลักสำคัญในการป้องกัน รวมถึงมีโอกาสบาดเจ็บจากแรง dorsiflexion นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการยับยั้งการเคลื่อนไปด้านหน้า (anterior translation) และการหมุน (internal and external rotation) ร่วมกับ ATFL

4.2 Deep anterior tibiotalar ligament (ATTL)

เกาะจาก anterior colliculus ไปยังบริเวณด้านในของกระดูก talus ชั้นลึกติดกับ TSL จึงมีหน้าที่ยับยั้งการกดเท้าลง (plantar flexion) และยับยั้งการบิดออกนอก (abduction) โดยเฉพาะเมื่อมีการฉีกขาดของ TCL ยับยั้งการเคลื่อนไปด้านหน้าร่วมกับ ATFL รวมถึงยับยั้งการหมุน (internal and external rotation) ในกรณีที่มีการฉีกขาดของ PTTL

ชีวกลศาสตร์ของข้อเท้า (Biomechanics of the ankle)

การเคลื่อนไหวของข้อเท้า ประกอบไปด้วยการเคลื่อนไหวทั้ง translation และ rotation รอบแกนหมุน 3 แกน⁽⁵⁾ ได้แก่

การเคลื่อนไหวใน sagittal plane คือการเคลื่อนไหวที่เกิดเป็น dorsiflexion และ plantar flexion ของเท้า ซึ่งนอกจากการหมุนในลักษณะ dorsoplantar movement แล้ว ข้อเท้าจะเกิด translatory movement ไปข้างหน้าร่วมด้วย เพราะกระดูก talus ด้านหน้ามีความกว้างกว่า

และเส้นเอ็นด้านหน้ามีความยืดหยุ่นกว่าด้านหลัง จึงเกิดเป็นปรากฏการณ์ anterior drawer sign ในภาวะปกติ การเคลื่อนไปทางด้านหน้านี้อาจเกิดขึ้นมากที่สุด (2 มิลลิเมตร) เมื่อข้อเท้าอยู่ในท่า neutral และน้อยที่สุดเมื่อข้อเท้าอยู่ในท่า dorsiflexion อย่างไรก็ตาม การเกิด anterior drawer sign ที่ผิดปกติ หมายถึงการเคลื่อนมาด้านหน้าได้มากเกินไป (อาจถึง 8 - 9 มิลลิเมตร) มักเกิดได้จากการยึดหรือบาดเจ็บของโครงสร้างด้านข้าง เช่น ATFL โดยภาวะนี้ deep deltoid ligament ทำหน้าที่เป็น secondary restraint ต่อ anterior translation แทน

การเคลื่อนไหวใน frontal plane คือการเคลื่อนไหวของทิศทางบิดเข้าด้านใน (adduction) และ การบิดออกนอก (abduction) ของ talus ใน ankle mortise การเคลื่อนไหวทิศทางนี้จะถูกจำกัดด้วยช่องรอบกระดูก talus ซึ่งประกอบด้วยผิวข้อด้านใน (medial clear space: MCS) ช่องด้านบน (superior tibiotalar joint space หรือ superior clear space: SCS) และช่องด้านข้าง (lateral talofibular space) ซึ่งมีความมั่นคงจากการตรึงไว้ของเส้นเอ็น deltoid ligament, syndesmosis และ lateral ligament

การเคลื่อนไหวใน horizontal plane คือการหมุนของ talus ในทิศทาง internal rotation และ external rotation ความน่าสนใจของการเคลื่อนไหวในแกนนี้คือจะเกิดร่วมกับการขยับในทิศทาง dorsoplantar movement กล่าวคือ เมื่อข้อเท้าอยู่ในท่า dorsiflexion 20° จะเกิดร่วมกับการหมุน external rotation 4.2° และในทางกลับกัน เมื่อข้อเท้าอยู่ในท่า plantar flexion 35° จะเกิดการหมุน internal rotation 1.4° การเคลื่อนไหวนี้จะเสียไปหากมีการบาดเจ็บของ deltoid ligament ร่วมกับการหักของกระดูก fibula⁽⁶⁾

นอกจากนี้ subtalar joint เป็นอีกข้อหนึ่งที่เกิดการเคลื่อนไหวร่วมกับ ankle joint เสมอ โดย subtalar motion ประกอบด้วย supination ซึ่งหมายถึง internal rotation ร่วมกับการ adduction ของเท้าส่วนหน้า (forefoot) และ pronation ซึ่งหมายถึง external rotation ร่วมกับการ abduction ของ forefoot

ดังนั้น ความสำคัญของการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อนอย่างมั่นคงนี้ จึงต้องประกอบด้วยการรับกันของข้อต่อที่ดี พร้อมกับเส้นเอ็นรอบข้อที่ยืดหยุ่นเพียงพอให้เกิดการเคลื่อนไหวได้โดยยังคงให้ความมั่นคงต่อข้อเท้า ในขณะที่รับน้ำหนักของสรีระมนุษย์ (physiological loads) โดยเส้นเอ็นแต่ละมัดมีหน้าที่ในการให้ความมั่นคง (stabilization) ในทิศทางแตกต่างกัน

กลไกการบาดเจ็บของเส้นเอ็นด้านใน (Mechanisms of Injury of deltoid ligament)

ความเข้าใจในกลไกการเกิดการบาดเจ็บของเส้นเอ็น เกิดจากการศึกษาการเคลื่อนของกระดูกข้อเท้า และสันเท้าในทิศทางต่าง ๆ ที่ได้รับแรงกระทำ ซึ่งการบาดเจ็บจะเกิดขึ้นเมื่อเกิดความเค้นที่มากเกินไปต่อเส้นเอ็นในท่าที่ถูกขึงตึง (excessive strain) ดังนั้นเมื่อเส้นเอ็นมัดใดอยู่ในองศาที่ตึง (tense) หมายถึง เส้นเอ็นดังกล่าวกำลังให้ความมั่นคงข้อเท้าในทิศทางนั้น ๆ ซึ่งจะทำให้มีโอกาสบาดเจ็บสูงที่สุดเมื่อมีแรงที่มากพอมากระทำในทิศทางเดียวกัน การบาดเจ็บต่อเส้นเอ็นจะทำให้เกิดความไม่มั่นคง (unstable) ในทิศทางที่เส้นเอ็นมัดนั้นยึดตรึงไว้ (Figure 2)

เมื่อข้อเท้าอยู่ในท่า neutral การบิด abduction เป็นทิศทางแรกที่มีการศึกษาว่าทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อ deltoid ligament หรือการหักของ medial malleolus

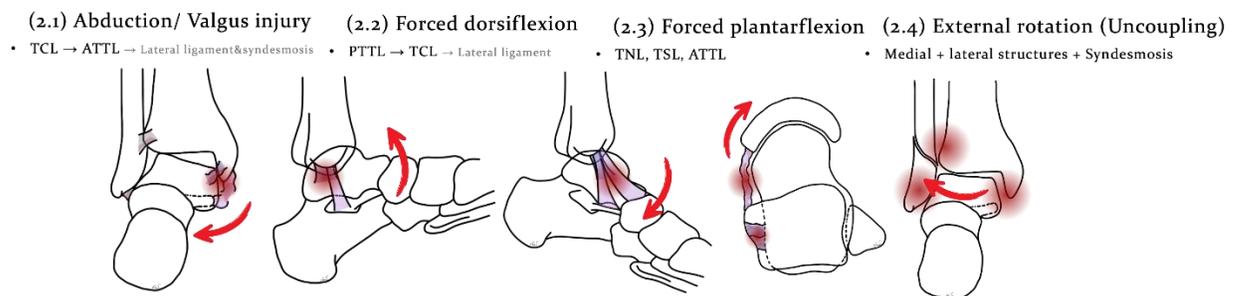


Figure 2. การบาดเจ็บและกลไกการบาดเจ็บของ deltoid ligaments.

โดยมักจะเกิดการบาดเจ็บต่อ superficial deltoid ligament อย่าง TCL มากที่สุดและ/หรือร่วมกับ ATTL band หากแรงยังคงดำเนินต่อไป การบาดเจ็บรวมทั้งตามมาจะเกิดขึ้นต่อ lateral structure และ syndesmosis ร่วมด้วยได้⁽⁵⁾

เมื่อข้อเท้าถูกแรงกระทำให้อยู่ในท่า dorsiflexion อย่างรุนแรง ส่วนของ deltoid ligament ในด้านหลังจะขาด (rupture) หรือ เกิด avulsion fracture โดยเฉพาะแรงดึงจาก PTTL แล้วตามด้วยการบาดเจ็บของ TCL รวมถึงอาจมี lateral ligament ร่วมด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ หากแรงกระทำข้อเท้า dorsiflexion เกิดขึ้นร่วมกับ abduction อย่างรุนแรง จะทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อ deltoid ligament ทั้งหมด หรือ เกิดการบาดเจ็บจากการดึง (traction injury) ต่อ medial malleolus จากแรงดึงของ PTTL, TCL และ ATTL ดังนั้นการเกิดแรงหมุน external rotation ต่อข้อเท้าที่อยู่ในท่า abduction เป็นจังหวะที่ deltoid ligament ดึงที่สุด จึงมีโอกาสบาดเจ็บได้สูงที่สุด⁽⁵⁾ การบาดเจ็บที่เกิดขึ้นขณะวิ่งขึ้นลงบันได กระโดดเหยียบลงพื้นที่ไม่เรียบ หรือ ระหว่างการเดินที่มีการหมุนบิดตัวจึงเป็นกลไกที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อ deltoid ligament ได้⁽⁷⁾

การหมุนออกนอก (external rotation) ของเท้า ทำให้กระดูก talus หมุนหลุดออกจาก ankle mortise ทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อเส้นเอ็นโดยรอบได้ เมื่อข้อเท้าอยู่ในท่า plantar flexion จะทำให้ deltoid ligament ส่วนหน้า ได้แก่ TNL, TSL, และ ATTL ดึงและบาดเจ็บได้⁽⁴⁾ ในทางกลับกัน ไม่ว่าจะข้อเท้าจะอยู่ในท่า neutral หรือ dorsiflexion หรือมีแรงต่อเท้าเป็นท่า pronation จากการที่เท้าเหยียบที่พื้นและเกิดการหมุน internal rotation ของกระดูก tibia เกิดเป็นความไม่สัมพันธ์ (uncoupling) กันกับกระดูก talus ก็จะทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อ deltoid ligament ได้ ซึ่งมักเกิดร่วมกับการหักของกระดูก fibula หรือการบาดเจ็บของ lateral ligament และ syndesmosis รวมถึงกระดูกหักแบบ Maisonneuve fracture โดยลำดับการบาดเจ็บที่แตกต่างกัน ขึ้นกับตำแหน่งการวางเท้าและข้อเท้า ทิศทางและความรุนแรงของแรงกระทำ ดังที่มีการศึกษาการจำแนกประเภทตาม Lauge-Hansen Classification⁽⁸⁾ ว่า เมื่อเท้าวางอยู่ในท่า pronation ไม่ว่าจะแรงกระทำจะเกิดขึ้นเป็นการหมุนออก (PER-pronation external rotation) หรือ การบิดออก (PAB-pronation abduction) deltoid ligament จะเกิดการบาดเจ็บตั้งแต่ช่วงแรกของแรงกระทำ (stage I)

อย่างไรก็ตาม การหมุน external rotation แม้ว่าเท้าจะอยู่ในท่า supination (SER-supination external rotation) ก็สามารถเกิดการฉีกขาดของ deltoid ligament หรือการหักของ medial malleolus ได้ หากมีแรงกระทำมากพอ (stage IV)⁽⁹⁾ การฉีกขาดของ deltoid ligament ที่พบร่วมกับการหักของกระดูก fibula มักเป็นการฉีกขาดของทั้งชั้นต้นและชั้นลึก (ร้อยละ 58.0 - 79.0) แต่มักเป็นการฉีกขาดแบบบางส่วน (partial injury) (ร้อยละ 88.0) นอกจากนี้มักฉีกขาดทางฝั่งใกล้ (proximal) มากกว่า โดยเฉพาะสำหรับ superficial deltoid ligament (ร้อยละ 80.0 - 90.0) อย่างไรก็ตาม การฉีกขาดฝั่งไกล (distal) มักเกิดขึ้นต่อ deep deltoid ligament (ร้อยละ 80.0) โดยเฉพาะ PTTL ซึ่งอาจส่งผลต่อความมั่นคงของข้อเท้ามากกว่า^(10, 11)

พยาธิสภาพของการบาดเจ็บ (Pathoanatomy and pathobiomechanics)

พยาธิสภาพที่เกิดขึ้นจากการบาดเจ็บของ deltoid ligament ที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งคือ การเกิด uncoupling ระหว่างกระดูก tibia และ กระดูก talus ซึ่งเกิดจากการลดลงของพื้นที่สัมผัส (contact area) ทำให้แรงต่อหน่วยพื้นที่ (stress per unit) เพิ่มขึ้น โดยจะเพิ่มสูงที่สุด (peak stress) ต่อบริเวณที่ถูกกดทับ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการบาดเจ็บและความเสื่อมของกระดูกอ่อน (articular cartilage) ที่ตามมา การศึกษาพบว่า ในส่วนของ tibiotalar articulation เมื่อมีความกว้างระหว่าง medial malleolus กับ medial aspect of talus เพิ่มขึ้น หรือกระดูก talus เคลื่อนออกไปทางด้านนอก (lateral talar shift) 1 มิลลิเมตร จะทำให้ contact area ลดลงร้อยละ 42.0 และลดลงมากขึ้นเป็นร้อยละ 56.0, 65.0 และ 68.0 เมื่อเกิด lateral talar shift 2, 4, และ 6 มิลลิเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้การเกิด lateral talar shift ยังทำให้เกิดการกระจายน้ำหนักผิดปกติไปอยู่ที่ฝั่ง medial aspect ของ talus⁽¹²⁾ นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาในภาวะที่กระดูกปลายขาแยกจากกัน (diastasis) พบว่า contact area ของ tibiotalar articulation ลดลงร้อยละ 34.0 เมื่อเกิดแรง external rotation 20°⁽¹³⁾ การศึกษาดังกล่าวแม้ว่าจะมีการทำซ้ำและให้ผลในทิศทางเดียวกัน แต่ก็เป็นการศึกษาที่ทำในห้องปฏิบัติการโดยใช้การตัดกระดูกเพื่อจำลองการบาดเจ็บ และการใช้หมึกทาบบเพื่อดูพื้นที่สัมผัส อาจมีข้อจำกัดในการนำมาวิเคราะห์การบาดเจ็บที่แท้จริงในทางคลินิก

ด้วยการพัฒนาของเทคโนโลยีในปัจจุบัน มีการศึกษาเพื่อประเมินผลของการเคลื่อนที่ผิดปกติของกระดูก talus ในทิศทางต่าง ๆ โดยใช้ weight-bearing computed tomography (WBCT) และ finite element analysis พบว่า lateral translation 1 มิลลิเมตร ทำให้พื้นที่สัมผัสลดลงเพียงร้อยละ 3.0 และ peak stress เพิ่มขึ้น 1.1 เท่า และหากจะทำให้เกิดการลดลงของพื้นที่สัมผัส ร้อยละ 40.0 ดังในการศึกษาของ Ramsey และ Hamilton จะต้องมีการ lateral talar displacement ถึง 4 มิลลิเมตร นอกจากนี้การมี external rotation เป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ที่อาจส่งผลให้ พื้นที่สัมผัสลดลง โดย external rotation 20 องศา ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของ peak stress ถึง 5 เท่า⁽¹⁴⁾ ผลการศึกษานี้สนับสนุนความสำคัญของ ankle mortise ซึ่งมีผลต่อความมั่นคงของข้อเท้า และลดโอกาสการเสื่อมของกระดูกอ่อนที่ตามมาในอนาคต อย่างไรก็ตามการคาดการณ์และประเมินการเคลื่อนไหวของข้อเท้า ยังต้องคำนึงถึงปัจจัยในแง่มุมอื่น ๆ ร่วมด้วย เช่น ผลของการเดิน (gait mechanics and rocker phases) การทำงานของกล้ามเนื้อรอบข้อ และผลของ น้ำไขข้อ (synovial fluid) ที่มีการศึกษาว่าส่งผลต่อการช่วยกระจายแรงรับน้ำหนัก⁽¹⁵⁾

การศึกษาผลกระทบของความมั่นคงของข้อเท้า จากการบาดเจ็บของ deltoid ligament ในกระดูกของ ผู้บริจากร่างกายพบว่า การตัดมัดเส้นเอ็น TCL สามารถส่งผลต่อการลงน้ำหนักข้อเท้ามากที่สุด กล่าวคือ พื้นที่สัมผัสลดลงร้อยละ 43.0 แรงดันสูงสุด (peak pressure) เพิ่มขึ้นร้อยละ 30.0 จุดกลาง (centroid) เกิด lateral shift 4 มิลลิเมตร และเกิดการบิดแบบ valgus talar tilt ได้ 3° โดยผลการเปลี่ยนแปลงนี้อาจไม่ได้แตกต่างจากการตัด deltoid ligament ทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ⁽¹⁶⁾ นอกจากนี้ การศึกษาการบาดเจ็บที่เป็น partial injury ต่อ deltoid ligament เปรียบเทียบระหว่างการบาดเจ็บต่อ superficial และ deep deltoid ligament พบว่า ทั้งสองกลุ่มส่งผลต่อความมั่นคงของข้อเท้า โดยเฉพาะการหมุนภายใต้การรับน้ำหนัก (axial rotation) คือ external rotation ของกระดูก talus⁽¹⁷⁾ ดังนั้น สรุปได้ว่าการบาดเจ็บแม้ว่าจะเกิดต่อ superficial deltoid ligament เพียงอย่างเดียว ก็อาจส่งผลต่อความมั่นคงของข้อเท้าได้ไม่น้อยไปกว่าการบาดเจ็บของ superficial deltoid ligament ร่วมกับ deep deltoid ligament หรือ complete injury ทั้งนี้ การประเมินการบาดเจ็บของข้อเท้า จำเป็นต้องคำนึงถึงส่วนประกอบ

ของทั้งกระดูก tibia และ กระดูก fibula และเส้นเอ็นทุกด้าน ไปพร้อมกัน เพราะ lateral malleolus เป็น primary restraint ของการเกิด lateral talar displacement โดยมี deltoid ligament ทำหน้าที่เป็น secondary restraint ทั้งการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าและด้านข้าง⁽¹⁸⁾ ซึ่งการศึกษาผลของการบาดเจ็บของ deltoid ligament ในห้องทดลองส่วนใหญ่ มักจะนำกระดูก fibula ออกหรือทำในภาวะที่มีการหักของกระดูก fibula ร่วมด้วย

Syndesmosis เป็นอีกส่วนหนึ่งที่ส่งผลต่อความมั่นคงของ ankle mortise โดยข้อเท้าที่อยู่ในท่า dorsiflexion จะทำให้ syndesmosis กว้างขึ้นประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ซึ่งเกิดขึ้นร่วมกันจากกระดูก tibia ที่หมุนเข้าในและกระดูก fibula ที่เคลื่อนที่ไปทางด้านหลังโดยการหมุนออกด้านนอก การทดลองตัดส่วนของ syndesmosis เพียงอย่างเดียว พบการเคลื่อนที่ของกระดูก tibia และ กระดูก fibula นี้ โดยไม่ทำให้เกิด MCS กว้างขึ้น แต่ทำให้เกิดแรงดึงต่อ deltoid ligament เพิ่มขึ้น ดังนั้น MCS จึงมักกว้างขึ้นไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ในทางกลับกัน การตัด deltoid ligament ร่วมกับ syndesmosis ทำให้เกิดการกว้างขึ้นของ MCS ชัดเจนยิ่งไปกว่านั้น หากมีการหักของกระดูก fibula ก็จะทำให้มีการกว้างออกของ MCS มากขึ้นด้วย⁽¹⁹⁾

อาการและอาการแสดง (symptoms and signs)

ผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของ deltoid ligament อาจแสดงอาการในระยะเฉียบพลัน (acute) ทันทีหลังเกิดการบาดเจ็บ ซึ่งจะมีอาการปวด บวม ฟกช้ำ กดเจ็บบริเวณ ตาตุ่มด้านใน ผู้ป่วยอาจความรู้สึกฉีกขาด (tearing sensation) ในจังหวะการบาดเจ็บได้ และหากการบาดเจ็บเกิดขึ้นมาในระยะหนึ่งแล้ว ผู้ป่วยอาจมีอาการเรื้อรัง (chronic) เช่น ปวด บวม รู้สึกไม่มั่นคง หรือเดินแล้วมีอาการข้อเท้าทรุด (giving way) ขณะเดิน⁽²⁰⁾ ทั้งนี้ การบาดเจ็บของเส้นเอ็น deltoid ligament มักจะเกิดร่วมกับการบาดเจ็บของกระดูกข้อเท้า ดังเช่น ตาตุ่มนอก จึงอาจมีอาการปวด บวม กดเจ็บร่วมได้

อาการแสดงในการตรวจร่างกายเฉพาะของ deltoid ligament ประกอบด้วยการกดเจ็บบริเวณขอบตาตุ่มใน (medial gutter) การผิดรูปของกระดูกเท้า (pronation และ hindfoot valgus) ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยออกแรงเกร็งดึงจาก posterior tibial tendon (PTT) เรียกว่า active recruitment of PTT และการตรวจความหลวมของข้อเท้า (anterior drawer test) ในท่าที่เป็น plantar flexion และ abduction เล็กน้อย⁽⁷⁾

ซึ่งจะพบว่า เท้าจะหมุนออกเมื่อมีการดึงข้อเท้ามาด้านหน้า เมื่อเทียบกับข้างปกติที่ deltoid ligament ทำงานได้ดี ซึ่งจะทำให้เท้าจะหมุนเข้าใน การตรวจนี้เป็น การบ่งบอกถึง rotational instability⁽²¹⁾ นอกจากนี้ การบิดเท้าออก (eversion stress test) หากสามารถทำได้มากกว่าอีกข้างหนึ่ง หรือมีอาการปวดเกิดขึ้น เป็นการบ่งบอกว่าอาจมีพยาธิสภาพ และการหมุนเท้าออก (external rotation test หรือ Kleiger's test) ซึ่งเป็นการตรวจพยาธิสภาพของ ทั้ง deltoid ligament หรือ syndesmosis⁽²²⁾

การตรวจทางรังสี (Imaging)

ภาพถ่ายรังสี

การถ่ายภาพรังสีเป็นขั้นตอนเบื้องต้นที่สามารถให้ ข้อมูลสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีข้อสงสัยเกี่ยวกับภาวะกระดูกหัก อย่างไรก็ตาม การแปลผลภาพถ่ายรังสีของข้อเท้าจำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับกายวิภาคของกระดูก และองศาของการถ่ายภาพ รวมถึงวิธีถ่ายภาพรังสีแบบอื่น ๆ เช่น ภาพถ่ายที่ใช้แรงกดในทิศทางต่าง ๆ (stress views) หรือภาพถ่ายในขณะลงน้ำหนัก (weight-bearing view) โดยทั่วไป การถ่ายภาพรังสีข้อเท้ามักประกอบด้วย ภาพหลัก 3 มุม ได้แก่

1. Anteroposterior (AP) view – เป็นภาพถ่ายในท่า นิ้วเท้าชี้ขึ้น โดยยิงรังสีจากด้านหน้าไปยังตรงกลางข้อเท้า ในมุมมองนี้ เท้าจะอยู่ในท่า external rotation เล็กน้อย ทำให้ lateral gutter ถูกบดบังจากการซ้อนทับของกระดูก fibula ส่วนปลาย
2. Mortise view – เป็นภาพที่ถ่ายขณะหมุนเท้า internal rotation ประมาณ 15 - 20° ทำให้กระดูก talus อยู่ในตำแหน่ง ที่เห็นเป็นมุม true AP และ ตาตุ่มทั้งสองข้างอยู่ใน ระดับเดียวกันกับแผ่นรับภาพ
3. Lateral view – เป็นภาพถ่ายด้านข้างของข้อเท้า โดยที่ตาตุ่มทั้งสองข้างซ้อนอยู่ในแนวเดียวกัน

นอกจากภาพถ่ายรังสีพื้นฐานดังกล่าวแล้ว ยังมี ภาพเพิ่มเติม เช่น stress views และ weight-bearing views ซึ่งมีประโยชน์ในการประเมินความมั่นคงของข้อต่อ โดยให้ข้อมูลจากแนวกระดูก (alignment) และระยะห่าง ระหว่างข้อต่อ (joint space) รวมถึงการวัดระยะต่าง ๆ เช่น tibiofibular clear space, tibiofibular overlap, และ medial clear space (MCS) ซึ่งช่วยบ่งบอกถึงการบาดเจ็บของ เส้นเอ็นที่ยึดกระดูกในทิศทางต่าง ๆ นอกเหนือจากการ ประเมินภาวะกระดูกหัก⁽²⁰⁾

ในการบาดเจ็บของ deltoid ligament การวัดระยะ MCS เป็นการวัดที่ได้รับการอ้างถึงมากที่สุด โดย MCS หมายถึงระยะระหว่างขอบด้านในของกระดูก talus กับ ขอบด้านนอกของ medial malleolus (posterior colliculus) ที่ระยะ 1 เซนติเมตรต่ำกว่าระดับข้อ หรือ 5 มิลลิเมตรต่ำกว่า ขอบบนสุดของ talar dome โดยจะสงสัย deltoid ligament injury เมื่อ MCS กว้างมากกว่า 4 มิลลิเมตร หรือ มีค่ากว้าง กว่าระยะ SCS อย่างน้อย 1 มิลลิเมตร⁽²³⁾ อย่างไรก็ตาม แม้ว่าค่าดังกล่าวจะได้รับการอ้างอิงในตำราทางการแพทย์ แต่การแปลผลว่ามีการฉีกขาดของ deltoid ligament และการบาดเจ็บดังกล่าวส่งผลต่อความมั่นคงของ ข้อเท้าหรือไม่ จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย ปัจจัยที่อาจส่งผลต่อการแปลผล MCS ได้แก่ องศาของ ข้อเท้าในขณะถ่ายภาพรังสี (ankle position) ซึ่งอาจทำให้ ค่าที่ได้คลาดเคลื่อน หรือการบาดเจ็บของข้อเท้าในส่วน ประกอบอื่น ๆ เช่น การหักของกระดูก fibula การบาดเจ็บของ lateral ligament และ syndesmosis นอกจากนี้ ประเภทของ ภาพถ่ายรังสี โดยเฉพาะ stress views และ weight-bearing views ซึ่งมีความสำคัญในการประเมินความมั่นคงของข้อเท้า อาจแสดงให้เห็นค่าระยะ MCS ที่แตกต่างกันไปตามแรงที่ กระทำต่อเส้นเอ็น

Manual stress view เป็นเทคนิคการถ่ายภาพรังสี ที่อาศัยการหมุนหรือบิดข้อเท้าในทิศทางที่เกิดแรงคั้นต่อ เส้นเอ็นที่ยึดกระดูกไว้หรือในทิศทางที่เลียนแบบกลไกของ การบาดเจ็บ เพื่อช่วยประเมินภาวะความมั่นคงของข้อเท้า ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบหลัก ได้แก่

1. External rotation test เป็นการถ่ายภาพ ankle mortise view โดยการจัดกระดูก tibia ให้อยู่ในตำแหน่ง internal rotation 15° และออกแรงหมุนเท้าไปทาง external rotation ซึ่งเป็นการตรวจหลักเพื่อประเมิน ankle mortise stability ผลที่พบจากการตรวจ ระยะ MCS จะกว้างขึ้น ทั้งกรณีที่มีการบาดเจ็บต่อ deltoid ligament และ/หรือ syndesmosis และหากมีการบาดเจ็บของทั้งสองส่วนร่วมกัน ระยะ MCS จะเพิ่มขึ้นมากกว่าการบาดเจ็บเพียงอย่างเดียว ส่วนกรณีที่มีการบาดเจ็บต่อ deep deltoid ligament ระยะ MCS จะกว้างกว่าการบาดเจ็บส่วนของ superficial deltoid ligament⁽²⁴⁾ ทั้งนี้เนื่องจากมีความหลากหลายของค่า cut-off (4 - 6 มิลลิเมตร) และแรงที่ใช้ในการตรวจแตกต่างกัน ทำให้การศึกษา meta-analysis พบว่าความแม่นยำ pooled sensitivity เท่ากับร้อยละ 63.0 (ร้อยละ 53.0 - 72.0) และ

pooled specificity เท่ากับร้อยละ 64.0 (ร้อยละ 52.0 - 76.0) เท่านั้น⁽²⁵⁾ ซึ่งเมื่อกำหนดค่า cut-off ของ MCS มากกว่า 5 มิลลิเมตร จะให้ sensitivity และ specificity สูงที่สุดที่ร้อยละ 65.8 และ 76.5 ตามลำดับ⁽²⁶⁾ การศึกษาผลกระทบบของ ankle position ต่อการตรวจ พบว่า dorsiflexion ให้ค่า MCS กว้างที่สุด ทำให้การตรวจ external rotation test โดยควบคุมข้อเท้าให้กระดูกขึ้น 15 - 20 องศา และใช้ค่า cut-off เท่ากับ 5 มิลลิเมตร จะให้ความแม่นยำสูงที่สุด (sensitivity, specificity, positive predictive value และ negative predictive value สูงถึงร้อยละ 100.0)⁽²⁴⁾

2. Valgus stress test เป็นการตรวจโดยการออกแรง abduction ต่อข้อเท้าและวัดขนาดมุม talar tilt โดยหากค่า talar tilt มากกว่า 10° เทียบกับข้างตรงข้าม หรือมากกว่า 3 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับ lateral joint opening อาจบ่งบอกถึง deltoid ligament insufficiency ทั้งนี้การตรวจนี้ให้ความแม่นยำที่ไม่สูงนัก จึงไม่ค่อยได้รับความนิยม⁽²³⁾

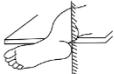
Gravity stress view เป็นเทคนิคการถ่ายภาพด้วยรังสีที่อาศัยแรงโน้มถ่วงเป็นตัวกระทำต่อข้อเท้าโดยให้ผู้ป่วยนอนตะแคงไปทางด้านที่บาดเจ็บ ยื่นข้อเท้าเลยขอบเตียงออกมา ตำแหน่งตาตุ่มในจะอยู่ทางด้านบนและตาตุ่มนอกอยู่ทางด้านล่าง แรงโน้มถ่วงจะทำหน้าที่เป็นแรง lateral force ต่อข้อเท้า ส่งผลให้ MCS กว้างขึ้น และเกิด valgus tilt ของกระดูก talus หากมีการฉีกขาดของ deltoid ligament ทั้งชั้นต้นและชั้นลึก ข้อจำกัดในการตรวจนี้ คือไม่สามารถควบคุมท่าของข้อเท้า (ankle position) ได้ ซึ่งหากข้อเท้าอยู่ในท่า plantarflexion มากเกินไป deep deltoid ligament จะไม่ถูกขึงให้ตึงเต็มที่ ส่งผลให้ผลการตรวจอาจไม่สะท้อนถึงความมั่นคงของข้อเท้าจริง อย่างไรก็ตาม การใช้แรงโน้มถ่วงเป็นแรงที่คงที่และให้ผลตรวจสม่ำเสมอว่าการใช้แรงผู้ตรวจ อีกทั้งยังอาจทำให้ผู้ป่วยปวดน้อยกว่าการตรวจด้วย manual stress view การศึกษา meta-analysis พบว่าความแม่นยำในการตรวจ pooled sensitivity อยู่ที่ร้อยละ 84.0 (ร้อยละ 78.0 - ร้อยละ 88.0) และ pooled specificity ที่ร้อยละ 90.0 (ร้อยละ 84.0 - 94.0) ซึ่งสูงกว่าการตรวจแบบ external rotation stress test⁽²⁵⁾ ค่าเฉลี่ยของ MCS ในภาวะปกติคือ 4.42 มิลลิเมตร ซึ่งมากกว่าค่าปกติในภาพถ่าย AP หรือ mortise view และเพื่อให้ได้ความแม่นยำ sensitivity และ specificity สูงที่สุด อาจใช้ค่าจุดตัด MCS กว้างกว่า 7 มิลลิเมตร และ/หรือ MCS กว้างกว่า SCS 3 มิลลิเมตร⁽²⁷⁾

Weight-bearing view เป็นภาพถ่ายรังสีทำหน้า-หลัง (AP view) โดยให้ผู้ป่วยลงน้ำหนักเท้าเท่ากันทั้งสองข้าง โดยวางเท้าในตำแหน่งหมุนเข้าประมาณ 10° ซึ่งส่วนมากภายหลังการเกิดอุบัติเหตุ ผู้ป่วยมักมีอาการปวดและลงน้ำหนักไม่ได้ทันที การถ่ายภาพ weight-bearing view ส่วนใหญ่ทำได้ในช่วงวันที่ 3 - 10 ภายหลังการเกิดอุบัติเหตุ การแปลผลหากข้อเท้ามีความมั่นคงเพียงพอ ระยะเวลาของ MCS ไม่ควรเกิน 4 มิลลิเมตร โดยมีการศึกษาพบว่า หาก MCS ใน gravity stress view ไม่เกิน 4 มิลลิเมตร โดยพบว่าข้อเท้ายังมีความมั่นคงใน weight-bearing view เช่นกัน ซึ่งบ่งชี้ว่าข้อเท้ามีความมั่นคงและสามารถรักษาได้โดยไม่ต้องผ่าตัด⁽²⁸⁾ กรณีที่ MCS จาก gravity stress view อยู่ในช่วงก้ำกึ่ง (borderline stability) 4 - 7 มิลลิเมตร หากทำการตรวจเพิ่มเติมด้วย weight-bearing view แล้วพบว่า MCS น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร แสดงว่าข้อเท้ายังคงมีความมั่นคง และสามารถทำการรักษาแบบไม่ต้องผ่าตัดได้สำเร็จเช่นกัน ดังนั้น การตรวจนี้จะช่วยลดการผ่าตัดที่ไม่จำเป็น⁽²⁹⁾ นอกจากนี้ มีการศึกษาพบว่า สำหรับ weight-bearing view ระยะเวลา MCS ที่มากกว่า SCS 2 มิลลิเมตร สามารถใช้เป็น cut-off ที่แม่นยำสำหรับการพิจารณาความมั่นคงของข้อเท้าได้⁽²⁷⁾

การตรวจอื่น ๆ ที่อาจนำมาช่วยในการประเมิน deltoid ligament เช่น Tap test ซึ่งมีการประยุกต์ใช้จากการตรวจ syndesmosis ในห้องผ่าตัดหลังจากได้ทำการยึดกระดูก fibular reduction and fixation แล้วพบว่า MCS ยังกว้างอยู่ การทำ Tap test จะสามารถประเมินได้ว่ามี syndesmosis injury ร่วมด้วย หรือ เกิดจากการบาดเจ็บของ deltoid ligament จากการเจาะรูผ่านกระดูก fibula และดันกระดูก tibia ไปทางด้าน medial โดยข้อดีของการตรวจนี้ เป็นการตรวจที่มีความแม่นยำสูงที่สุด pooled sensitivity เท่ากับร้อยละ 100 และ pooled specificity เท่ากับร้อยละ 89.0⁽²⁵⁾ อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ใช้ได้ เฉพาะในห้องผ่าตัดเท่านั้น⁽³⁰⁾

Table 1 สรุปการตรวจถ่ายภาพรังสีเบื้องต้น ทั้งนี้ อาจส่งตรวจด้วยวิธีอื่น ๆ เพื่อประเมินการบาดเจ็บของเส้นเอ็นได้โดยตรง เช่น การตรวจด้วยคลื่นความถี่สูง (ultrasound, US) หรือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic resonance imaging, MRI) ได้โดยตรงซึ่งจะกล่าวถึงในลำดับต่อไป

Table 1. สรุปการตรวจ MCS widening เพื่อวินิจฉัยประเมินการบาดเจ็บของเส้นเอ็น deltoid ligament.

Radiographic Views	Method	MCS Cut-off
Ankle AP View		>4 mm or SCS +1 mm ⁽²³⁾
Ankle Mortise View	 Internal rotation of tibia (15°)	>5-6 mm ⁽²⁷⁾
External Rotation Stress Test	 Apply External Rotation force while in ankle in dorsiflexion (15-20°)	>5 mm ⁽²⁴⁾ or > 4-6 mm ⁽²⁵⁾
Gravity Stress Test	 Patient lies on the injured side ankle hanging off bed	>7 mm or MCS > SCS by 3 mm ⁽²⁷⁾
Weight-Bearing View	 AP view while standing with full weight-bearing	>4 mm ⁽²⁹⁾ or MCS > SCS by 2 mm ⁽²⁷⁾
Tap Test	Intraoperative test after Fibular fixation	Increased MCS by 2 mm ⁽³⁰⁾
Arthroscopy	Probe through medial gutter	MCS > 3.5 mm ⁽³⁴⁾

Ultrasound

เป็นเทคนิคที่มีข้อดีจากการปราศจากรังสี และสามารถประเมินลักษณะของโครงสร้างทางกายวิภาคแบบ real-time ได้ นอกจากนี้ การตรวจด้วย US ยังสามารถประเมินการเคลื่อนไหวของข้อต่อได้ในขณะทำการตรวจ เช่น การให้ผู้ป่วยหมุนเท้า external rotation จะช่วยให้มองเห็นเส้นเอ็น deltoid ligament ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถใช้ร่วมกับหัตถการฉีดยาเพื่อการวินิจฉัยหรือการรักษาได้พร้อมกัน อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดสำคัญของการตรวจด้วย US คือความแม่นยำของภาพและผลการแปลผลขึ้นอยู่กับทักษะของผู้ตรวจเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม การศึกษาที่ใช้การตรวจ US รายงานการบาดเจ็บของเส้นเอ็น deltoid ligament ให้ผลความสอดคล้อง (inter-rater and intra-rater agreement) ในระดับดีมาก (kappa 0.81 - 1.00) ⁽¹⁰⁾

ในการบาดเจ็บของเส้นเอ็น deltoid ligament การตรวจ US มีบทบาทในการประเมินความสมบูรณ์ของเส้นเอ็น โดยสามารถแสดงภาพโครงสร้างได้ทั้งส่วนของ superficial layer และ deep layer หากเส้นเอ็นยังคงสมบูรณ์ (intact)

จะพบลักษณะการเรียงตัวของเส้นใยเป็นระเบียบ (orderly striation) แต่อาจพบอาการบวม (edema) หรือเลือดออก (hematoma) ในเนื้อเยื่อข้างเคียงได้ หากมีการฉีกขาดบางส่วน (partial tear) จะพบความผิดปกติของการเรียงตัวของเส้นใย (irregular fibers) และอาจมีการสะสมของเหลวภายในเนื้อเยื่อ (interstitial edema) ในกรณีที่มีการฉีกขาดทั้งหมด (complete tear) อาจไม่สามารถมองเห็นเส้นเอ็นได้เลย (non-visualization หรือ total loss of normal fibers) มีการศึกษาพบว่าผลการตรวจ deltoid ligament ด้วย US ในผู้ป่วยกระดูก fibula หักมีความสัมพันธ์กับระยะ MCS ที่วัดได้จากภาพถ่ายรังสี gravity stress view โดยพบว่าผู้ป่วยที่มี deltoid ligament สมบูรณ์ มีค่าเฉลี่ย MCS เท่ากับ 2.7 ± 0.5 มิลลิเมตร ส่วนผู้ที่มีการฉีกขาดแบบ partial tear มีค่าเฉลี่ย MCS เท่ากับ 5.2 ± 2.4 มิลลิเมตร และผู้ที่มีการฉีกขาดแบบ complete tear มีค่าเฉลี่ย MCS สูงถึง 9.9 ± 5.8 มิลลิเมตร นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาการฉีกขาดของแต่ละชั้นของ deltoid ligament พบว่า ผู้ที่มีเส้นเอ็นฉีกขาดบางส่วนเฉพาะชั้นตื้น มีค่าเฉลี่ย MCS เท่ากับ 4.2 ± 0.3 มิลลิเมตร ในขณะที่ผู้ที่มีเส้นเอ็นฉีกขาดบางส่วน

เฉพาะชั้นลึก มีค่าเฉลี่ย MCS เท่ากับ 4.5 ± 0.6 มิลลิเมตร และในกรณีที่มีการฉีกขาดทั้งสองชั้น ค่า MCS เฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นเป็น 6.2 ± 3.6 มิลลิเมตร⁽¹⁰⁾ จะเห็นได้ว่า การใช้ US ในการตรวจวินิจฉัย ทำให้เห็นลักษณะความสมบูรณ์ของ deltoid ligament แต่ละชั้นได้โดยตรงและแม่นยำ โดยมีความไว ร้อยละ 100.0 และ ความจำเพาะ ร้อยละ 90.0 และมี positive predictive values ร้อยละ 97.0 และ negative predictive value ร้อยละ 100.0 นอกจากนี้ ผลการศึกษา ยังสนับสนุนว่า หากค่าระยะ MCS ที่วัดได้มีค่าน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร มักบ่งชี้ว่าการฉีกขาดของ deltoid ligament นั้นจำกัดอยู่เพียงชั้นเดียว อย่างไรก็ตาม การตรวจ US ควรใช้ร่วมกับวิธีการตรวจอื่น ๆ เช่น ภาพถ่ายรังสี gravity stress view หรือ MRI เพื่อการประเมินที่ครอบคลุมและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

Computed tomography

การตรวจภาพถ่ายรังสีคอมพิวเตอร์มีบทบาทสำคัญในการประเมินการเข้ากันของข้อ (congruency) รวมถึงการวัดระยะห่างระหว่างกระดูกข้อเท้า (clear space) นอกจากนี้ CT ยังสามารถให้ภาพสามมิติที่มีความละเอียดสูง ทำให้สามารถประเมินพยาธิสภาพและการบาดเจ็บอื่น ๆ ได้ เช่น กระดูกหัก และ ภาวะเชื่อมติดกันของกระดูก (coalition)

ในการบาดเจ็บของ deltoid ligament ในบางกรณีที่ไม่มีการหักกระดูกด้วย การตรวจภาพถ่ายรังสีคอมพิวเตอร์ปกติในท่านอนอาจไม่พบระยะห่างระหว่างกระดูกที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน การตรวจด้วย weight-bearing CT (WBCT) ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถแสดงภาพข้อเท้าในขณะรับน้ำหนักจริง จึงเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น โดยช่วยให้แพทย์สามารถประเมินภาวะความไม่มั่นคงของข้อเท้าได้อย่างละเอียด แม้ว่าความผิดปกตินั้นอาจไม่เด่นชัด (subtle) โดยเกณฑ์วัดทางรังสีที่สามารถใช้ในการประเมินการฉีกขาดของ deltoid ligament ร่วมกับการบาดเจ็บของ syndesmosis ได้แก่ 1) Tibiofibular overlap โดยวัดระยะซ้อนทับระหว่างกระดูก tibia และกระดูก fibula; 2) Tibiofibular clear space โดยวัดระยะห่างระหว่างกระดูก tibia และกระดูก fibula; 3) มุมที่วัดระยะห่างระหว่างเส้นที่ลากจากขอบหน้าถึงขอบหลังของ tibial incisura และ fibula; และ 4) มุมที่วัดระหว่าง medial malleolus และ distal fibula อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพบว่า การฉีกขาดของ deltoid ligament เพียงอย่างเดียวไม่ได้ทำให้ค่าวัดระยะเหล่านี้

เปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่หากมีการบาดเจ็บร่วมกับ syndesmosis (เช่น การฉีกขาดของ anterior inferior tibiofibular ligament, AITFL และ distal tibiofibular interosseous membrane, IOM) จะทำให้เกิดภาวะ distal tibiofibular diastasis ซึ่งหมายถึงการแยกตัวของกระดูก tibia และ fibula⁽³¹⁾

Magnetic resonance imaging

การตรวจด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงในการประเมิน deltoid ligament โดยสามารถให้ภาพที่ละเอียดของเส้นเอ็นแต่ละมัด รวมถึงช่วยตรวจหาความผิดปกติของเส้นเอ็น เช่น อากาบบวม (edema) และ น้ำที่แทรกในเนื้อเยื่อ (interstitial fluid accumulation) นอกจากนี้ MRI ยังสามารถช่วยประเมินการบาดเจ็บอื่น ๆ ที่สำคัญ เช่น syndesmosis, lateral ligament, spring ligament และ PTT ในคราวเดียวกัน

ในการบาดเจ็บของ deltoid ligament ใน MRI สามารถประเมินความสมบูรณ์ของเส้นเอ็นโดยพิจารณา ลักษณะทางกายภาพ (morphological features) ร่วมกับการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ (signal alteration) ซึ่งแบ่งระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บได้เป็น 4 ระดับ (grades)⁽³²⁾ ได้แก่ Grade 0: เส้นเอ็นปกติ (intact ligament), Grade I: มีการบวมรอบเส้นเอ็น (periligamentous edema), Grade II: การฉีกขาดบางส่วน (partial tear) โดยพบ ลักษณะเส้นเอ็นหย่อน (laxity) รูปร่างไม่เรียบ (irregular contour) หรือมีการขาดบางส่วนร่วมกับสัญญาณ MRI ที่สูงผิดปกติ (partial discontinuity with hyperintensity), Grade III: การฉีกขาดทั้งหมด (complete tear) นอกจากนี้ การตรวจประเมินเส้นเอ็นแต่ละมัดสามารถทำได้ตามแนว การเรียงตัวและการวางภาพของ MRI ดังนี้ TNL จากภาพใน coronal และ axial images, TSL และ TCL จากภาพใน coronal และ coronal oblique images, และ deep deltoid ligaments จากภาพใน coronal, coronal obliques และ axial images การศึกษาการบาดเจ็บใน ankle sprain พบอุบัติการณ์การเกิดการบาดเจ็บต่อ deltoid ligament แต่ละมัด เรียงจากโอกาสมากไปน้อยได้คือ PTTL, TSL, TCL, และ TNL จากการศึกษาความสัมพันธ์ของการฉีกขาด เส้นเอ็นแบบ complete tear มักพบได้ว่าการถ่ายภาพรังสี AP view แสดงให้เห็นระยะ MCS กว้างกว่าหรือ เท่ากับ 4 มิลลิเมตร⁽¹¹⁾ อย่างไรก็ตาม ค่าความกว้าง

ของ MCS ที่เพิ่มขึ้น ไม่ได้เกิดจากการฉีกขาดของ deltoid ligament เพียงอย่างเดียว แต่อาจเป็นผลจากการบาดเจ็บของโครงสร้างอื่น ๆ เช่น syndesmosis หรือ กระดูก fibula หัก ซึ่งส่งผลต่อความมั่นคงของข้อเท้าด้วยเช่นกัน

Arthroscopic measurement

การใช้กล้องส่องข้อ (arthroscope) มีบทบาทสำคัญในการประเมินการบาดเจ็บของข้อเท้า โดยเฉพาะในกรณีที่มีกระดูกข้อเท้าหัก ซึ่งสามารถช่วยตรวจพบ intra-articular fracture, osteochondral lesion, loose bodies, syndesmosis disruption และการบาดเจ็บเส้นเอ็นได้โดยตรง นอกจากนี้ ยังช่วยให้สามารถประเมินลักษณะของเส้นเอ็นที่ได้รับบาดเจ็บได้อย่างละเอียด คือ 1) distended: เส้นเอ็นบางลงและยืดยาวผิดปกติ (thinning and elongation); 2) rupture: เส้นเอ็นขาด (continuity lose); หรือ 3) incompetent: สูญเสียการรับแรง (loss of buttress) โดยเฉพาะในทิศทาง valgus และ pronation⁽³³⁾ การวัดระยะ MCS สามารถทำได้โดยใช้ arthroscope โดยเทียบกับขนาดของ probe ที่สอดผ่านช่อง accessory portal ซึ่งอยู่ด้านหน้าของ medial gutter โดยมีการศึกษาพบว่าในภาวะที่กระดูก fibula และ deltoid ligament ปกติ MCS จะกว้าง 2.5 มิลลิเมตร, ใน partial deltoid tear ไม่ว่าจะ เป็น superficial หรือ deep layer MCS จะกว้าง 2.5 - 3.5 มิลลิเมตร และ ใน complete deltoid tear จะกว้างมากกว่า 3.5 มิลลิเมตร⁽³⁴⁾ และเมื่อประเมินประกอบกับ talar tilt จะสามารถแบ่งความรุนแรงของการเกิดความไม่มั่นคงของข้อเท้าด้านใน (medial ankle instability) ได้เป็น Grade 1 การบาดเจ็บเฉพาะ superficial deltoid ligament แต่ไม่ฉีกขาด (preserved continuity) ซึ่งอาจพบจุดการอักเสบของเยื่อหุ้มข้อ (synovitis spot) บริเวณ anteromedial corner, กระดูกงอก (osteophyte) บริเวณด้านหน้าของ medial malleolus, หรือ ลักษณะ bald anterior aspect of medial malleolus ในผู้ป่วยที่มีอาการมาเร็วจริง, Grade 2 การบาดเจ็บต่อ deep deltoid ligament แต่ไม่ฉีกขาด ซึ่งจะ ทำให้ talar tilt ชัดเจนมากขึ้น และ MCS จะกว้างขึ้น และอาจพบรอยโรคกระดูกอ่อนบริเวณ medial aspect of talus, และ Grade 3 deep deltoid ligament ฉีกขาด ทำให้เห็น PTT และ flexor digitorum longus tendon ได้ และอาจพบรอยโรคกระดูกอ่อนที่ลึกขึ้นทั้งฝั่งกระดูก talus และ medial malleolus⁽⁷⁾

การจำแนกประเภทการบาดเจ็บ (Classification)

การจำแนกการบาดเจ็บที่จำเพาะต่อเส้นเอ็น deltoid ligament สามารถประเมินได้ตามเกณฑ์ต่าง ๆ โดยทั่วไปการบาดเจ็บของเส้นเอ็นสามารถแบ่งตามการฉีกขาดของ ligament เรียงตามความรุนแรงจาก 1) sprain คือเส้นเอ็นที่ได้รับแรงกระแทกหรือยืดมากเกินไป แต่ไม่มีการฉีกขาด; 2) partial tear; และ 3) complete tear นอกจากนี้ยังสามารถจำแนกตามลักษณะของเส้นเอ็นที่ฉีกขาดตาม Hintermann classification⁽⁷⁾ (Figure 3) ได้ดังนี้

Type I injury เป็นการฉีกขาดของ superficial deltoid ligament (TNL, TSL, TCL) ที่จุดเกาะฝั่ง proximal ที่ tibial periosteal attachment เป็นการฉีกขาด เมื่อข้อเท้าลงน้ำหนัก จะเกิด external rotation deformity ของ talonavicular joint ให้ขณะที่ tibia หมุน internal rotation ซึ่ง active recruitment of PTT จะสามารถแก้ไข deformity ได้

Type II injury เป็นการฉีกขาดตรงกลาง (midsubstance) ของ TSL และอาจรวมถึง TNL ด้วย ทำให้เมื่อข้อเท้าลงน้ำหนัก head of talus สูญเสียความมั่นคง ทำให้เกิดเท้าพลิกคว่ำและบิดออกนอก (foot pronation and abduction)

Type III injury เป็นการฉีกขาดของ TNL, TSL ที่จุดเกาะฝั่ง distal ซึ่งอาจเกิดการฉีกขาดร่วมกับ spring ligament หรือ PTT ร่วมด้วย ทำให้เกิด foot pronation และ abduction ร่วมกับ plantar flexion ของกระดูก talus

Type IV injury เป็นการบาดเจ็บต่อ deep deltoid ligament ไม่ว่าจะเกิดที่ฝั่ง proximal ซึ่งมักเกิดกับ ATTL, midsubstance, หรือ distal insertion ซึ่งมักเกิดกับ PTTL เมื่อข้อเท้าลงน้ำหนัก จะเกิด talar valgus tilt และเกิดเป็น hindfoot valgus deformity ร่วมกับ forefoot supination ที่ไม่สามารถแก้ไขได้ด้วย active recruitment of PTT

ส่วนการจัดจำแนก deltoid insufficiency โดยอาศัยผลต่อการใช้งาน สามารถแบ่งได้ตาม Beals classification⁽²¹⁾ ดังนี้

Type I Rotational instability แต่ไม่ได้มีปัญหาเรื่องความมั่นคงของ tibiotalar joint (valgus stress หรือ posterior translation) มักเกิดจากการบาดเจ็บของ superficial deltoid ligament เป็นหลัก

Type II Rotational and coronal tibiotalar instability to valgus stress มักเกิดจากการบาดเจ็บต่อทั้ง superficial และ deep deltoid ligament (Figure 3)

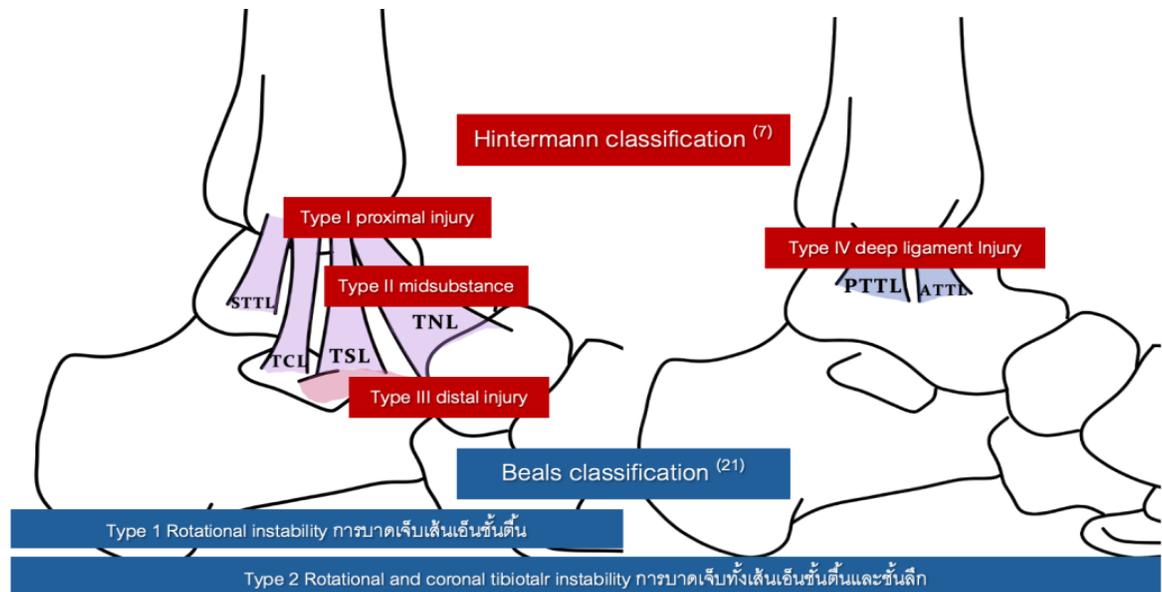


Figure 3. การจำแนกประเภทการบาดเจ็บของ deltoid ligaments ตาม Hintermann classification (สีแดง) และ Beals classification (สีน้ำเงิน).

การรักษา (treatment)

การรักษาเส้นเอ็นที่บาดเจ็บมีหลายแนวทางตั้งแต่การรักษาอนุรักษ์นิยมแบบไม่ผ่าตัด (conservative treatment) ไปจนถึงการผ่าตัด (surgical treatment) ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บและระดับความไม่มั่นคงของข้อเท้า เป้าหมายหลักของการรักษา คือ ฟื้นฟูความมั่นคงของข้อเท้าให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง และให้เส้นเอ็นสามารถทำงานได้อย่างเหมาะสม

Conservative treatment

การรักษาโดยไม่ผ่าตัดสามารถทำได้ในรายที่เส้นเอ็นฉีกขาดเพียงบางส่วน และข้อเท้ายังมีความมั่นคงซึ่งประเมินได้จากการที่ผู้ป่วยยังคงลงน้ำหนักได้ และภาพถ่ายรังสีที่ไม่มีการกว้างออกของ MCS ชัดเจน⁽²⁰⁾ โดยการรักษาประกอบด้วยการใช้ยาเพื่อลดการอักเสบและบรรเทาอาการปวด การประคบเย็น การใส่ที่ประคองข้อเท้า (brace) ฟันรองเท้า (orthosis) หรือเฝือก (splint/ cast) ควรใส่นาน 3 - 6 สัปดาห์ เพื่อให้ข้อเท้าอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมต่อการฟื้นตัว ในกรณี เส้นเอ็นฉีกขาดทั้งหมด ควรใส่เฝือกให้ข้อเท้าอยู่ในท่า neutral หรือ dorsiflexion เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวอย่างเคร่งครัด เพื่อให้เอ็นที่ขาดสมานกัน โดยไม่มีการยึดหย่อน โดยเฉพาะ superficial layer และ ATTL⁽⁴⁾ หลังจากนั้น ควรเริ่มกายภาพเพื่อฟื้นฟูการใช้งาน

ของข้อเท้า ประกอบด้วยการฟื้นฟูพิสัยการเคลื่อนไหว การเสริมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรอบข้อเท้าโดยเฉพาะ PTT และคึกการทรงตัวและการรับรู้การเคลื่อนไหวของข้อเท้า (proprioceptive training) เพื่อลดโอกาสการบาดเจ็บซ้ำ⁽²⁰⁾

Surgical treatment

การผ่าตัดนิยมใช้ในกรณีที่เกิดการฉีกขาดที่ทำให้ข้อเท้าสูญเสียความมั่นคง มีการบาดเจ็บร่วม เช่น syndesmosis injury หรือ fibula fracture ผู้ป่วยที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาแบบไม่ผ่าตัด และภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง (chronic ankle instability) ที่ส่งผลต่อการใช้ชีวิต โดยการผ่าตัดสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

Deltoid ligament repair

การเย็บซ่อมเส้นเอ็นจะทำได้เมื่อสามารถนำเส้นเอ็นส่วนที่บาดเจ็บมาเย็บต่อกันโดยมั่นใจว่า เส้นเอ็นที่เหลือนั้น มีคุณภาพดีพอและยังคงสามารถยึดตรึงอยู่ การลงแผลผ่าตัดมักเป็นแนวยาว (longitudinal incision) ประมาณ 2 เซนติเมตรเหนือ medial malleolus โค้งไปหาส่วนกระดูก navicular หนี้อต่อ PTT หลังจากนั้น เปิด retinaculum ผ่านช่องระหว่าง TSL และ TCL โดยสามารถทำการขยายแผลเพิ่มเพื่อให้เห็นบริเวณที่ฉีกขาดและ

จุดเกาะของเส้นเอ็น สำหรับการเย็บซ่อมเข้ากับกระดูก สามารถใช้เทคนิคได้หลากหลาย เช่น transosseous suture, suture anchor⁽³⁵⁾ หรือ anchor-to-post⁽³⁶⁾ ซึ่งวิธีการเย็บซ่อมที่ได้รับความนิยม คือการใช้ suture anchor 1 - 2 ตัว⁽³⁵⁾ ทั้งนี้การเลือกวาง anchor ที่ฝั่ง medial malleolus หรือ กระดูก talus ให้ผลลัพธ์ทางคลินิกไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ใดๆก็ควรพิจารณาแนวทางฝั่งที่มีการบาดเจ็บของเส้นเอ็น⁽³⁷⁾

Deltoid ligament reconstruction

การสร้างเส้นเอ็นทดแทนมักมีความจำเป็นในข้อเท้าที่สูญเสียทั้ง rotatory stability และ talar translation ต่อ valgus angulation ตาม Beal classification type II⁽²¹⁾ หรือ Hintermann classification type IV⁽⁷⁾ โดยเฉพาะในภาวะข้อเท้าไม่มั่นคงเรื้อรัง สำหรับตัวเลือกเพื่อเป็นเส้นเอ็นทดแทนนั้น อาจใช้ได้ทั้ง autograft, allograft⁽³⁵⁾ หรือ synthetic internal brace⁽³⁸⁾ ทั้งนี้ตำแหน่งที่ใช้เป็นจุดเกาะของเส้นเอ็นที่สร้างทดแทน สามารถอ้างอิงจากตำแหน่งทางกายวิภาคตั้งที่ได้มีการรวบรวมไว้ก่อนหน้านี้^(39, 40) นอกจากนี้การเย็บซ่อม PTT และ/หรือ spring ligament ร่วมกับการ realignment procedure เพื่อจัดรูปกระดูก ควรได้รับการแก้ไขไปพร้อมกัน ขึ้นกับความผิดปกติที่ตรวจได้ในแต่ละราย

Deltoid ligament insufficiency in ankle fracture/syndesmotic injury

การบาดเจ็บของ deltoid ligament มักพบร่วมกับกระดูกข้อเท้าหัก (ankle fracture) และ/หรือการบาดเจ็บของ syndesmosis เนื่องจากมีกลไกการบาดเจ็บที่คล้ายคลึงกัน ในอดีตมีรายงานการศึกษาลดของการรักษากระดูกข้อเท้าหักด้วยการผ่าตัด fibula fixation และ syndesmosis screw โดยไม่จำเป็นต้องเปิดแผลและเย็บซ่อมเส้นเอ็นฝั่ง medial โดยไม่พบปัญหา medial ankle instability หรือ pes planus ตามมา อย่างไรก็ตาม มีรายงานการศึกษาที่พบว่าประมาณร้อยละ 10.0 เกิดปัญหา loss of reduction และมี widening ของระยะ MCS หรือ syndesmosis โดยเฉพาะภายหลังการถอด transyndesmotic screw^(41, 42) ซึ่งจากหลักฐานทางการศึกษาล่าสุด มีข้อแนะนำให้ทำการเย็บซ่อม deltoid ligament หากมีหลักฐานที่บ่งชี้ถึงความไม่มั่นคงของข้อเท้า (MCS widening และ syndesmosis malreduction) โดยเฉพาะภายหลังการใส่เหล็กยึดตรึงกระดูก fibula และในกรณีที่เป็นการฉีกขาดแบบ complete tear

การศึกษาเชิงชีวกลศาสตร์ถึงประโยชน์ของการเย็บเสริมชั้นเส้นเอ็น (augmentation พบว่าในกรณีที่เป็น anterior partial deltoid tear การเย็บซ่อมโดยใช้ suture anchor จะลด eversion instability ได้แต่ไม่เทียบเท่ากับข้อเท้าปกติ (native stability) ในขณะที่การเสริม tibioalcaneal augmentation ด้วย suture tape จะช่วยทำให้ eversion laxity ลดลงได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การเสริมด้วย tibiotalar augmentation อาจทำให้เกิดความจำกัดของการหมุนในแนว external rotation ที่มากเกินไป (overconstrain) ได้ ส่วนในกรณีของ complete deltoid tear พบว่า anterior repair ร่วมกับ tibioalcaneal และ tibiotalar augmentation สามารถสร้างความมั่นคงต่อข้อเท้าได้ แต่การเสริมด้วย posterior repair กลับไม่ให้ประโยชน์เพิ่มเติม⁽⁴³⁾ นอกจากนี้ในเรื่องของตำแหน่งของการวาง anchor บน anteromedial aspect ของ medial malleolus มีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการวาง anterior anchor (เทียบได้กับ TNL) middle anchor (เทียบได้กับ TSL และ ATTL) และ posterior anchor (เทียบได้กับ TCL repair) โดยที่ไม่มีการบาดเจ็บต่อ PTTL พบว่า ทุกตำแหน่งสามารถลด MCS ใน gravity stress view ได้ใกล้เคียงภาวะก่อนบาดเจ็บไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ middle anchor สามารถลด tibiotalar uncoupling ภายใต้ axial loading ได้ดีกว่า และหากใช้ anchor 2 ตัว จะให้ผลดีที่สุด⁽⁴⁴⁾

ในการผ่าตัดรักษากระดูกข้อเท้าหักทั้ง SER และ PER injury ตาม Lauge-Hansen classification⁽⁸⁾ จากการศึกษาเชิงชีวกลศาสตร์พบว่านอกจากการยึดตรึง fibular fixation แล้วการทำ syndesmosis fixation และ deltoid ligament repair ให้ความแข็งแรงต่อ anterior, posterior, และ lateral translation force รวมถึงลด rotational instability ได้ใกล้เคียงกับภาวะก่อนบาดเจ็บมากที่สุด ในขณะที่การซ่อมเพียง syndesmosis fixation อย่างเดียวไม่สามารถลด joint displacement ได้ และป้องกัน anterior translation ได้น้อยกว่าการทำ deltoid ligament repair เพียงอย่างเดียว⁽⁴⁵⁾ โดยเฉพาะกลุ่มที่รอยหักอยู่สูงกว่า syndesmosis (Weber C)⁽⁴⁶⁾ ส่วนการศึกษาในทางคลินิกทั้ง systematic review และ Meta-analysis เปรียบเทียบระหว่าง trans-syndesmotic screw fixation และ deltoid ligament repair ในกระดูกข้อเท้าหักพบว่า กลุ่ม deltoid ligament repair ร่วมกับ distal fibula fixation ให้ผลการรักษาในด้านการใช้งาน ความเจ็บปวด การเคลื่อนไหว และภาพถ่ายทาง

รังสี ทั้ง MCS, syndesmotic malreduction, tibiofibular clear space and overlap ได้เทียบเท่าหรือดีกว่ากลุ่ม trans-syndesmotic screw fixation อีกทั้งยังลดปัญหาการผ่าตัดซ้ำที่เกิดจากปัญหาการแตกหักของสกรู (screw breakage) อาการระคายเคืองจากวัสดุที่ใช้ยึดตรึง (symptomatic hardware) ^(47, 48) ดังนั้น จึงมีการแนะนำให้ทำ deltoid ligament repair ร่วมด้วย โดยเฉพาะข้อเท้าที่บาดเจ็บแบบที่มี syndesmotic disruption ซึ่งลดโอกาสการเกิด syndesmotic malreduction, และเพิ่มคุณภาพของ ankle reduction ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ^(49, 50) โดยมีเป้าหมายหลักในการรักษาคือการทำให้ ankle mortise reduction อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพยากรณ์ของภาวะแทรกซ้อนในอนาคต

ปัญหาและภาวะแทรกซ้อนในระยะยาว

ในระยะยาวหากการบาดเจ็บ deltoid ligament ไม่ได้ได้รับการรักษาที่เหมาะสม จะทำให้เกิดภาวะข้อเท้าไม่มั่นคง อาการปวดเรื้อรัง และข้อกระดูกเสื่อมภายหลังจากอุบัติเหตุ (posttraumatic arthritis) โดยกลไกสำคัญที่ก่อให้เกิด posttraumatic arthritis ในข้อเท้า คือ instability ซึ่งทำให้เกิด contact stress ที่สูงขึ้นต่อ cartilage โดยเฉพาะในบริเวณที่มี articular incongruity และการเกิด pathologic loading จากความไม่มั่นคงของข้อ ⁽⁵¹⁾ โดยเฉพาะในข้อเท้าที่เกิด ankle mortise malreduction โดยในการบาดเจ็บของ deltoid ligament ทำให้เกิด lateral shift, external rotation หรือ valgus tilt ของ talus ใน ankle mortise ส่งผลให้เกิด hindfoot destabilization, lateral tibiotalar joint overload, posterior tibial tendon overuse และเกิด progressive valgus และ pronation deformity ตามมา ⁽⁷⁾

สรุป

การบาดเจ็บเส้นเอ็น deltoid ligament มีความซับซ้อนทั้งทางกายวิภาคและเกิดขึ้นร่วมกับกระดูกข้อเท้าหัก และการบาดเจ็บของ syndesmosis ซึ่งการรักษาที่ไม่เหมาะสมอาจนำไปสู่ปัญหาความไม่มั่นคงของข้อเท้าและภาวะข้อเท้าเสื่อมในอนาคต การรักษาจึงต้องให้ความสำคัญกับ ankle mortise reduction ซึ่งการเย็บซ่อม deltoid ligament สามารถทำให้รักษา ankle mortise reduction ได้ดีกว่ากลุ่มที่ไม่เย็บซ่อม โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่บาดเจ็บรุนแรง deltoid ligament ฉีกขาดจนเกิดการสูญเสีย ankle stability หรือกระดูกข้อเท้าหักโดยเฉพาะกลุ่มที่รอยหักอยู่สูงกว่า syndesmosis

เอกสารอ้างอิง

1. Herzog MM, Kerr ZY, Marshall SW, Wikstrom EA. Epidemiology of ankle sprains and chronic ankle instability. *J Athl Train* 2019;54:603-10.
2. Koris J, Calder JDF, Dalmau-Pastor M, Fernandez MA, Ramasamy A. Deltoid ligament injuries: a review of the anatomy, diagnosis and treatments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2024;32:3052-64.
3. Milner CE, Soames RW. The medial collateral ligaments of the human ankle joint: anatomical variations. *Foot Ankle Int* 1998;19:289-92.
4. Gregersen MG, Fagerhaug Dalen A, Nilsen F, Molund M. The anatomy and function of the individual bands of the deltoid ligament-and implications for stability assessment of SER ankle fractures. *Foot Ankle Orthop* 2022;7:24730114221104078.
5. Rasmussen O. Stability of the ankle joint. analysis of the function and traumatology of the ankle ligaments. *Acta Orthop Scand Suppl* 1985;211:1-75.
6. Sasse M, Nigg BM, Stefanyshyn DJ. Tibiotalar motion—effect of fibular displacement and deltoid ligament transection: in vitro study. *Foot Ankle Int* 1999;20:733-7.
7. Hintermann B, Ruiz R. *Foot and ankle instability: a clinical guide to diagnosis and surgical management* 2021. Cham: Springer; 2021.
8. Lauge-Hansen N. Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations. *Arch Surg* (1920) 1950;60:957-85.
9. Warner SJ, Garner MR, Hinds RM, Helfet DL, Lorch DG. Correlation between the lauge-hansen classification and ligament injuries in ankle fractures. *J Orthop Trauma* 2015;29:574-8.
10. Rosa I, Rodeia J, Fernandes PX, Teixeira R, Saldanha T, Consciência JG. Ultrasonographic assessment of deltoid ligament integrity in ankle fractures. *Foot Ankle Int* 2020;41:147-53.
11. Jeong MS, Choi YS, Kim YJ, Kim JS, Young KW, Jung YY. Deltoid ligament in acute ankle injury: MR imaging analysis. *Skeletal Radiol* 2014;43:655-63.

12. Ramsey PL, Hamilton W. Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift. *J Bone Joint Surg Am* 1976;58:356-7.
13. Kimizuka M, Kurosawa H, Fukubayashi T. Load-bearing pattern of the ankle joint. Contact area and pressure distribution. *Arch Orthop Trauma Surg* (1978) 1980;96:45-9.
14. Peiffer M, Lewis L, Xie K, Guild TT, Ashkani-Esfahani S, Kwon J. The influence of talar displacement on articular contact mechanics: a 3d finite element analysis study using weightbearing computed tomography. *Foot Ankle Int* 2024;45:393-405.
15. Hamid KS, Scott AT, Nwachukwu BU, Danelson KA. The role of fluid dynamics in distributing ankle stresses in anatomic and injured states. *Foot Ankle Int*. 2016;37:1343-9.
16. Earll M, Wayne J, Brodrick C, Vokshoor A, Adelaar R. Contribution of the deltoid ligament to ankle joint contact characteristics: a cadaver study. *Foot Ankle Int* 1996;17:317-24.
17. Hempen EC, Butler BA, Barbosa M, Muriuki M, Havey RM, Kadakia AR. Superficial deltoid ligament and deep deltoid ligament play equally important roles in the stability of isolated lateral malleolus (OTA/AO 44-B1) fractures: a biomechanical study. *J Orthop Trauma* 2022;36:73-9.
18. Harper MC. Deltoid ligament: an anatomical evaluation of function. *Foot Ankle* 1987;8:19-22.
19. Close JR. Some applications of the functional anatomy of the ankle joint. *J Bone Joint Surg Am* 1956;38-A:761-81.
20. Haskell A, Coughlin MJ. *Coughlin and mann's surgery of the foot and ankle*. 10th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2024.
21. Beals TC, Crim J, Nickisch F. Deltoid ligament injuries in athletes: techniques of repair and reconstruction. *Oper Tech Sports Med* 2010;18:11-7.
22. Larkins LW, Baker RT, Baker JG. Physical examination of the ankle: a review of the original orthopedic special test description and scientific validity of common tests for ankle examination. *Arch Rehabil Res Clin Transl* 2020;2:100072.
23. Linklater, Read JW, Sofkacm, Hayter C, Dimmick SJ. Imaging of the foot and ankle In: Haskell A, Coughlin MJ. *Coughlin and Mann's surgery of the foot and ankle*. 10th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2024: 53-63;1492-6.
24. Park SS, Kubiak EN, Egol KA, Kummer F, Koval KJ. Stress radiographs after ankle fracture: the effect of ankle position and deltoid ligament status on medial clear space measurements. *J Orthop Trauma* 2006;20:11-8.
25. Cao S, Wang C, Chen Y, Zhang C, Huang J, Ma X, et al. Stress tests for deltoid ligament and syndesmosis injury in patients with ankle fracture: a systemic review with meta-analysis. *J Orthop Trauma* 2023;37: e441-e6.
26. Schottel PC, Fabricant PD, Berkes MB, Garner MR, Little MT, Hentel KD, et al. Manual stress ankle radiography has poor ability to predict deep deltoid ligament integrity in a supination external rotation fracture cohort. *J Foot Ankle Surg* 2015;54:531-5.
27. van Leeuwen CAT, Krijnen P, Hoogendoorn JM, Schipper IB. The value of radiologic diagnostics in evaluating deltoid integrity in isolated type B ankle fractures: a systematic review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg* 2022;142:1523-30.
28. Arthur D, Pyle C, Shymon SJ, Lee D, Harris T. Correlating arthroscopic and radiographic findings of deep deltoid ligament injuries in rotational ankle fractures. *Foot Ankle Int* 2021;42:251-6.
29. Seidel A, Krause F, Weber M. Weightbearing vs gravity stress radiographs for stability evaluation of supination-external rotation fractures of the ankle. *Foot Ankle Int* 2017;38:736-44.
30. Bi C, Kong D, Lin J, Wang Q, Wu K, Huang J. Diagnostic value of intraoperative tap test for acute deltoid ligament injury. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2021;47:921-8.
31. Krähenbühl N, Bailey TL, Weinberg MW, Davidson NP, Hintermann B, Presson AP, et al. Impact of torque on assessment of syndesmotic injuries using weightbearing computed tomography scans. *Foot Ankle Int* 2019;40:710-9.

32. Sridharan SS, Dodd A. Diagnosis and management of deltoid ligament insufficiency. *Foot Ankle Orthop* 2019;4:2473011419860073.
33. Hintermann B, Boss A, Schäffer D. Arthroscopic findings in patients with chronic ankle instability. *Am J Sports Med* 2002;30:402-9.
34. Chiang CC, Lin CJ, Tzeng YH, Teng MH, Yang TC. Arthroscopic quantitative measurement of medial clear space for deltoid injury of the ankle: a cadaveric comparative study with stress radiography. *Am J Sports Med* 2022;50:778-87.
35. Loozen L, Veljkovic A, Younger A. Deltoid ligament injury and repair. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2023;31:10225536231182345.
36. Lack W, Phisitkul P, Femino JE. Anatomic deltoid ligament repair with anchor-to-post suture reinforcement: technique tip. *Iowa Orthop J* 2012;32:227-30.
37. Park YH, Jang KS, Yeo ED, Choi GW, Kim HJ. Comparison of outcome of deltoid ligament repair according to location of suture anchors in rotational ankle fracture. *Foot Ankle Int* 2021;42:62-8.
38. Pellegrini MJ, Torres N, Cuchacovich NR, Huertas P, Munoz G, Carcuro GM. Chronic deltoid ligament insufficiency repair with Internal Brace augmentation. *Foot Ankle Surg* 2019;25:812-8.
39. Clanton TO, Williams BT, James EW, Campbell KJ, Rasmussen MT, Haytmanek CT, et al. Radiographic Identification of the deltoid ligament complex of the medial ankle. *Am J Sports Med* 2015;43:2753-62.
40. Campbell KJ, Michalski MP, Wilson KJ, Goldsmith MT, Wijdicks CA, LaPrade RF, et al. The ligament anatomy of the deltoid complex of the ankle: a qualitative and quantitative anatomical study. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:e62.
41. Harper MC. The deltoid ligament. an evaluation of need for surgical repair. *Clin Orthop Relat Res* 1988:156-68.
42. Strmse K, Hqevold HE, Skjeldal S, Alho A. The repair of a ruptured deltoid ligament is not necessary in ankle fractures. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77:920-1.
43. Brady AW, Bryniarski A, Brown JR, Waltz R, Stake IK, Kreulen CD, et al. The biomechanical role of the deltoid ligament on ankle stability: injury, repair, and augmentation. *Am J Sports Med* 2023;51:2617-24.
44. Wagner E, Wagner P, Escudero MI, Pacheco F, Salinas D, Godoy-Santos AL, et al. Acute deltoid injury in ankle fractures: a biomechanical analysis of different repair constructs. *Foot Ankle Int* 2023;44:905-12.
45. Mococain P, Bejarano-Pineda L, Glisson R, Kadakia RJ, Akoh CC, Chen J, et al. Biomechanical effect on joint stability of including deltoid ligament repair in an ankle fracture soft tissue injury model with deltoid and syndesmotic disruption. *Foot Ankle Int* 2020;41:1158-64.
46. Glen LZQ, Wong JYS, Tay WX, Li TP, Phua SKA, Manohara R, et al. Weber Ankle Fracture Classification System Yields Greatest Interobserver and Intraobserver Reliability Over AO/OTA and Lauge-Hansen Classification Systems Under Time Constraints in an Asian Population. *J Foot Ankle Surg* 2023;62:505-10.
47. Whitlock KG, LaRose M, Barber H, Fletcher A, Cunningham D, Menken L, et al. Deltoid ligament repair versus trans-syndesmotic fixation for bimalleolar equivalent ankle fractures. *Injury* 2022;53:2292-6.
48. Wang J, Stride D, Horner NS, Petrisor B, Johal H, Khan M, et al. The role of deltoid ligament repair in ankle fractures with syndesmotic instability: a systematic review. *J Foot Ankle Surg* 2021;60:132-9.
49. Guo W, Lin W, Chen W, Pan Y, Zhuang R. Comparison of deltoid ligament repair and non-repair in acute ankle fracture: A meta-analysis of comparative studies. *PLoS One* 2021;16:e0258785.
50. James M, Dodd A. Management of deltoid ligament injuries in acute ankle fracture: a systematic review. *Can J Surg* 2022;65:E9-E15.
51. McKinley TO, Rudert MJ, Koos DC, Brown TD. Incongruity versus instability in the etiology of posttraumatic arthritis. *Clin Orthop Relat Res* 2004;423:44-51.