J Med Biosci Vol. 8 No. 1 January - June 2026; 87 - 121 DOI: 10.58837/CHULA.JMBS.8.S1.6

Review article

Surgical management in chronic scapholunate ligament injury without arthritic change

Jiratchawit Thitisittichoke, Vanasiri Kuptniratsaikul*

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

Abstract

Scapholunate (SL) ligament injury represents the most common form of carpal instability and typically occurs following a fall onto an outstretched hand. Patients often present with dorsoradial wrist pain, swelling, or mechanical symptoms such as clicking on the affected side. Despite its prevalence, diagnosis in the acute phase can be challenging due to the nonspecific nature of early clinical findings and the frequently inconclusive appearance of initial radiographs. Although outpatient wrist arthroscopy may facilitate early diagnosis and treatment, its availability is generally limited to tertiary care centers. Delayed or missed diagnosis may lead to chronic wrist pain, progressive instability, and long-term functional impairment.

Several classification systems have been proposed for SL ligament injuries. This review focuses on static, reducible scapholunate ligament injuries without radiographic evidence of degenerative changes. According to contemporary practical management guidelines, these injuries correspond to stages III through V of the modified Garcia-Elias classification, reflecting increasing severity of ligamentous and capsuloligamentous disruption. These types of injuries are commonly encountered in patients whose symptoms have persisted for more than six weeks, representing the chronic phase of scapholunate ligament injury.

Surgical reconstruction remains the cornerstone of management for these lesions. However, no single operative technique has been universally accepted as the standard of care. The objective of this review is to synthesize the most current evidence and provide an educational summary of the available surgical options for treating static, reducible SL ligament injuries, with particular attention to reported clinical outcomes associated with each technique.

Keywords: ANAFAB, capsulodesis, RASL, scapholunate ligament injury, SLAM, tenodesis.

***Correspondence to: Vanasiri Kuptniratsaikul,** Department of Orthopadics, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, King Chulalongkorn Memorial Hospital, Thai Red Cross Society, Bangkok 10330, Thailand.
E-mail: van.kupt@gmail.com
Received: August 20, 2025
Revised: November 16, 2025
Accepted: December 18, 2025

Open Access 2026 Thitisittichoke et al ., published by Faculty of Medicine, Chulalongkorn University. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License.

บทความปริทัศน์

การผ่าตัดรักษาการบาดเจ็บเรื้อรังของเส้นเอ็นยึดระหว่างกระดูกสแคฟฟอยด์และลูเนตที่ยังไม่มีข้อกระดูกข้อมือเสื่อม

จิรัชวิชญ์ ธิติสิทธิโชค, วรรณสิริ คุปต์นิรัติศัยกุล*

ภาควิชาออร์โธปิดิกส์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

ภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็นสแคฟโฟลูเนต (scapholunate ligament - SL ligament) เป็นการบาดเจ็บของเส้นเอ็นยึดระหว่างกระดูกสแคฟฟอยด์และกระดูกลูเนต เป็นรูปแบบหนึ่งของภาวะความไม่มั่นคงของข้อมือ (carpal instability) โดยมักเกิดขึ้นจากการหกล้มโดยใช้มือยันพื้น ผู้ป่วยส่วนใหญ่จะมีอาการปวดบวมบริเวณข้อมือและด้านหลังมือร่วมกับอาจมีความรู้สึกคลิกในข้อมือ แม้ว่าภาวะนี้จะพบได้บ่อย แต่ในผู้ป่วยบางรายนั้นอาจมีอาการไม่จำเพาะและผลการถ่ายภาพรังสีที่ไม่แสดงความผิดปกติอย่างชัดเจน ทำให้การวินิจฉัยในระยะเฉียบพลันนั้นอาจทำได้ยาก แม้ว่าในปัจจุบันมีการใช้การส่องกล้องข้อมือแบบผู้ป่วยนอกมาใช้ในวินิจฉัยตั้งแต่ระยะเฉียบพลัน ซึ่งทำให้สามารถทำการวินิจฉัยได้ถูกต้องรวดเร็วมากขึ้น แต่อาจจะจำกัดอยู่เฉพาะในสถาบันที่มีความพร้อม การไม่ได้รับวินิจฉัยและการรักษาที่ไม่ถูกต้องอาจส่งผลให้เกิดอาการปวดเรื้อรังและมีปัญหาในการใช้งานข้อมือในระยะยาวได้

ภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็นยึดระหว่างกระดูกสแคฟฟอยด์และลูเนตสามารถการจำแนกประเภทตามความรุนแรงได้หลายวิธี โดยในบทความนี้มุ่งเน้นกลุ่มที่มีการขาดของเส้นเอ็นยึดระหว่างกระดูกสแคฟฟอยด์และลูเนตและมีการเคลื่อนของกระดูกกระดูกสแคฟฟอยด์ที่สามารถดันกลับเข้าที่ได้ (static reducible SL ligament injury) แต่ยังไม่มีข้อมือเสื่อม ซึ่งอ้างอิงตามคำแนะนำทางเวชปฏิบัติในปัจจุบันเข้าได้กับประเภท Garcia-Elias stage III-V ซึ่งประเมินตามความรุนแรงของการบาดเจ็บ โดยมักพบในผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของเส้นเอ็นที่เป็นมาเรื้อรังมากกว่า 6 สัปดาห์ขึ้นไป การรักษาภาวะบาดเจ็บชนิดนี้มักอาศัยวิธีการผ่าตัด reconstructive procedure เป็นหลัก อย่างไรก็ตามการศึกษาที่ผ่านมา ยังไม่ได้ระบุถึงวิธีการผ่าตัดรักษาที่เป็นวิธีที่เป็นมาตรฐาน ดังนั้น วัตถุประสงค์ของบทความนี้คือการนำเสนอข้อมูลล่าสุดและสรุปวิธีการรักษาด้วยการผ่าตัดในปัจจุบันว่ามีแนวทางวิธีใดบ้าง รวมถึงผลลัพธ์จากการรักษาของแต่ละวิธี

คำสำคัญ: ANAFAB, capsulodesis, RASL, scapholunate ligament injury, SLAM, tenodesis.

ภาวะบาดเจ็บของข้อต่อสแคฟฟอยด์และลูเนต (scapholunate joint) เป็นหนึ่งในรูปแบบที่พบได้บ่อยของภาวะความไม่มั่นคงของข้อมือแบบแยกส่วน (carpal instability dissociative - CID)[1] โดยทั่วไปมักเกิดจากการหกล้มที่ข้อมือกระแทกพื้นหรือจากอุบัติเหตุรุนแรง[2] ซึ่งส่งผลให้เส้นเอ็นยึดระหว่างกระดูกสแคฟฟอยด์และลูเนต (scapholunate ligament - SL ligament) ได้รับการบาดเจ็บ ซึ่งมีระดับความรุนแรงได้ตั้งแต่อาการอักเสบ การฉีกขาดบางส่วน ไปจนถึงการเสื่อมของข้อมือ การวินิจฉัยและได้รับการรักษาตั้งแต่ในระยะเริ่มต้นไม่เพียงแต่ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าแต่ยังช่วยลดความเสี่ยงของข้อเสื่อมได้ อย่างไรก็ตาม ในกรณีของภาวะบาดเจ็บเรื้อรังของเส้นเอ็นยึดระหว่างกระดูกสแคฟฟอยด์ (scaphoid) และลูเนต (lunate) ที่ยังไม่มีภาวะข้อมือเสื่อมนั้นยังไม่มีแนวทางการรักษาโดยการผ่าตัดที่เป็นวิธีมาตรฐานและการผ่าตัดโดยวิธีที่ผ่านมายังให้ผลลัพธ์ที่ไม่น่าพึงพอใจนัก ด้วยเหตุนี้จึงมีการทำการศึกษาและเสนอเทคนิคการผ่าตัดด้วยวิธีใหม่โดยมุ่งหวังให้สามารถฟื้นฟูเส้นเอ็นให้กลับมามีโครงสร้างทางกายวิภาคและความสามารถในการเคลื่อนไหวที่ใกล้เคียงกับสภาพก่อนบาดเจ็บมากที่สุด บทความปริทัศน์นี้มีเป้าหมายเพื่อสรุปแนวทางการรักษาภาวะการบาดเจ็บของ chronic scapholunate ligament without arthritis change ซึ่งไม่มีกระดูกอ่อนเสียหายหรือมีกระดูกอ่อนเสียหายที่น้อยมาก

Dorsal capsulo-scapholunate septum (DCSS)[6]

DCSS เป็นโครงสร้างลักษณะเป็นแผ่นที่พบในด้านหลังของข้อมือ ทำหน้าที่ยึดระหว่างกระดูก scaphoid และ lunate ทางด้านหลัง ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ แคปซูลด้านหลังของข้อมือ (dorsal capsule), เส้นเอ็นยึดระหว่างกระดูกข้อมือด้านหลัง (dorsal intercarpal ligament; DIC ligament) และส่วนด้านหลังของเส้นเอ็นยึดระหว่างกระดูก scaphoid และ lunate (dorsal scapholunate interosseous ligament; dSLIL) การศึกษาทางกายวิภาคพบว่ามีขนาดประมาณ 5.8 มม. ในแนวสูง และ 4.0 มม.[6] ในแนวกว้าง โครงสร้าง DCSS ประกอบด้วย 3 ส่วนโค้งที่เชื่อมโยงกันซึ่งมีลักษณะคล้ายสถาปัตยกรรมแบบโกธิค (Gothic arch) ทำหน้าที่เสริมสร้างความแข็งแรง โดยมี 2 ส่วนโค้งในแนวขวาง (Coronal Gothic arch, **Figure 1)** ที่เชื่อมระหว่างจุดยึดของเส้นเอ็น DIC ligament บนกระดูก scaphoid และกระดูกไตรควีทรัม (triquetrum) และอีกหนึ่งส่วนโค้งในแนวยาว (longitudinal Gothic arch, **Figure 2)** ที่เชื่อมข้อต่อเรดิโอคาร์พาล (radiocarpal joint)

Table 1. กายวิภาคและชีวกลศาสตร์ของ scapholunate joint[2]

Primary stabilizers	Secondary stabilizers
Scapholunate interosseous ligament(SLIL): ประกอบด้วย 3 ส่วน[3]	**การจัดเรียงตัวของกระดูกข้อมือ**
Dorsal component: แข็งแรงที่สุด มีแนวการวางตัวตามขวาง ควบคุมแรงดัดและแรงยืดได้สูงสุดถึง 300 นิวตัน[4]	**Extrinsic wrist ligaments:**
Palmar component: ควบคุมการหมุน มีแนวการวางตัวเป็นมุมเฉียง รับแรงได้ประมาณ 150 นิวตัน[4]	Dorsal radiocarpal ligament (DRC)[3]
Proximal membrane: เปราะบางที่สุด มีแนวการวางตัวตามยาว รับแรงได้ประมาณ 50 นิวตัน[4]	Dorsal intercarpal ligament (DIC)[3]
	Radioscaphocapitate Ligament (RSC)[3]
	Long and short radiolunate ligaments (LRL, SRL)[3]
	Intrinsic wrist ligaments:
	Scaphotrapeziotrapezoid Ligament (STT)[3]
	Dorsal scaphotriquetral (DST)[5]
	Dorsal capsulo-scapholunate septum (DCSS)[2]

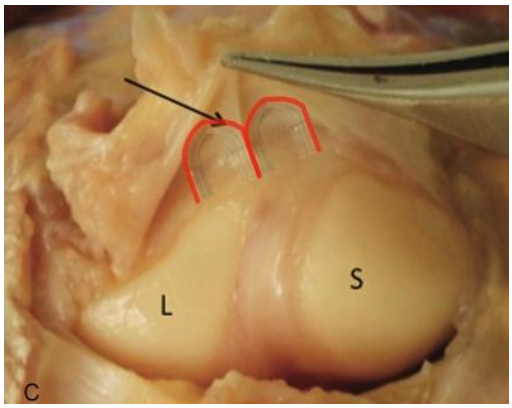

Figure 1. แสดงลักษณะ Coronal Gothic ของ DCSS[6]

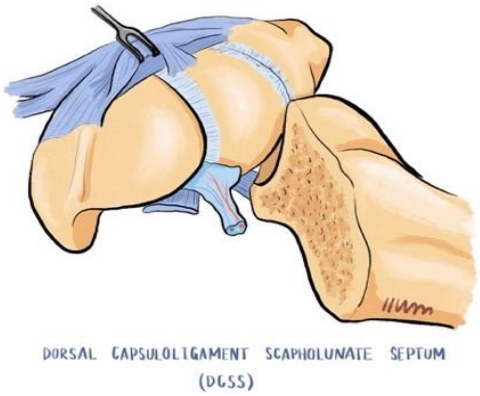

Figure 2. ภาพวาดแสดงลักษณะของ DCSS

หน้าที่ของ DCSS

ทำหน้าที่เป็น secondary stabilizer ของ scapholunate joint ช่วยรักษาความมั่นคงของข้อ เชื่อมโยงเส้นเอ็น SLIL, dorsal capsule และ DIC ligament ให้เป็นโครงสร้างที่ช่วยจำกัดการเคลื่อนไหวของกระดูก scaphoid กับ lunate และเสริมความมั่นคงของข้อมือ

สาเหตุของการบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament

การบาดเจ็บของ*เส้นเอ็น* scapholuante ligament มักเกิดจากการบาดเจ็บซ้ำๆ หรือจากแรงกระแทกอย่างรุนแรงต่อเส้นเอ็นโดยตรง โดยทั่วไปอาการบาดเจ็บนี้มักเกิดขึ้นเมื่อมีแรงกดทับที่ข้อมือในขณะที่ข้อมืออยู่ในท่ากระดกขึ้น (extension) ร่วมกับ เอียงข้อมือไปด้านอัลนาร์(ulnar deviation) เช่น ในกรณีที่บุคคลใช้มือยันพื้นขณะหกล้ม

กลไกการบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament

จากการศึกษาของ Mayfield JK. [7] อธิบายกลไกการบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament ว่าเกิดจากการล้มโดยที่น้ำหนักกดลงบนบริเวณส่วนนูนของค่ามือ (hypothenar eminence) ในขณะที่ข้อมืออยู่ในท่า extension, ulnar deviation และ intercarpal supination โดยในท่า extension นั้น เส้นเอ็น scaphotrapeziotrapezoid ligament, scaphocapitate ligament และscapholunate ligament ด้าน volar ของข้อมือส่วนกลางจะตึงตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้ดึงกระดูก scaphoid ไปในท่า extension และดึงกระดูก lunate ผ่าน scapholunate ligament ในท่า ulnar deviation จะทำให้เส้นเอ็น long กับ short radioscapholunate ligament ตึงตัวและดึงกระดูก lunate ส่วนท่า intercarpal supination ที่จะทำให้มีการถ่ายแรงจาก volar scapholunate ligament ไปที่ เส้นเอ็น interosseous ligament และ dorsal scapholunate ligament ตามลำดับ ซึ่งแรงตึงที่เพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้เกิดการขาดของ scapholunate ligament ในที่สุด

ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament[8]

ประกอบด้วย 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1. ปัจจัยทางด้านกายวิภาค ซึ่งประกอบไปด้วย low lunate fossa inclination, low radial inclination และ wrist laxity; และ 2. ปัจจัยจากการยืดของเส้นเอ็นที่ไม่ได้เกิดจากการบาดเจ็บ ซึ่งมักเกิดจากโรคที่ผู้ป่วยเป็นอยู่เดิม เช่น amyloid deposition, crystal deposition diseases, rheumatoid arthritis และ neuropathic disease

Table 2. การตรวจร่างกาย[2]

Maneuvers	Findings
จุดกดเจ็บของเส้นเอ็น Scapholunate ligament	**วิธีการตรวจ**: กดเจ็บบริเวณด้านหลังข้อมือห่างจาก Lister tubercle ไปทางส่วนปลายประมาณ 1 ซม. **ผลบวก**: มีอาการปวดบวมบริเวณข้อมือ, เป็นมากขึ้นเมื่อยกของหรือมีแรงกด
Watson's Scaphoid shift	**วิธีการตรวจ**: ผู้ตรวจใช้สี่นิ้วจับด้านหลังกระดูกเรเดียส (radius) และใช้นิ้วหัวแม่มือกดที่ปุ่มกระดูกสแฟฟอยด์ (scaphoid tubercle) ใช้อีกมือหนึ่งเซลื่อนข้อมือจาก ulnar deviation ไปทาง radial deviation **ผลบวก**: กดที่ scaphoid tubercle ขณะข้อมือเคลื่อนที่ ulnar deviation ไปทาง radial deviation ทำให้เกิดอาการปวดบริเวณด้านหลังข้อมือทาง radius แสดงว่าเส้นเอ็น scapholunate ligament ฉีกขาดหรือยืดออก (เมื่อปล่อยแรงกดอาจเกิดเสียง "คลิก")[2] (มีความจำเพาะต่ำ อาจให้ผลบวกในผู้ที่มีภาวะข้อต่อหลวมโดยทั่วไป)
SL Ballottement (scaphoid thrust test)	**วิธีการตรวจ**:ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ของมือข้างหนึ่งยึดกระดูก lunate ไว้ และใช้อีกมือจับกระดูก scaphoid ขยับไปทางด้านหลังและด้านค่ามือ[2] **ผลบวก**: มีอาการปวด เสียงกรอบแกรบ (crepitus) และการเคลื่อนไหวของกระดูก scaphoid มากผิดปกติ
Resisted finger extension[8, 9]	**วิธีการตรวจ**: ประเมินความสามารถของส่วนต้นของกระดูก scaphoidในการรับน้ำหนัก โดยไม่ทำให้เกิดอาการปวดให้ผู้ป่วยเหยียดนิ้วชี้และนิ้วกลางต้านแรงต้านขณะที่ข้อมืออยู่ในท่างอเล็กน้อย **ผลบวก**: เกิดอาการปวดเฉียบพลันบริเวณข้อ scapholunate joint แสดงถึงภาวะเยื่อหุ้มข้ออักเสบที่ข้อ radiocarpal joint (มีความไวสูงแต่มีความจำเพาะต่ำ)

Table 3. การตรวจทางรังสีวิทยา

Radiographs	Findings
Wrist AP view[2, 3] Terry Thomas's sign (Figure 3)	**วิธีการวัด**: วัดช่องว่าง SL ที่กึ่งกลางของด้าน ulnar ของกระดูก scaphoid **ผลบวก**: ระยะห่างระหว่างกระดูก scaphoid และ lunate กว้างผิดปกติเมื่อเทียบกับข้อมือข้างตรงข้าม (หากระยะห่างเกิน 5 มม.[2] ถือเป็นภาวะ SL dissociation)
Scaphoid ring sign (Figure 3)	**วิธีการวัด**:กระดูก scaphoid ทรุดตัวลงในท่าคว่ำ ทำให้มีลักษณะสั้นลงในภาพถ่ายท่าหน้า-หลัง **ผลบวก**:ปุ่มกระดูก scaphoid ปรากฏเป็นวงกลมหรือรัศมีหนาแน่นในสองในสามของปลายกระดูก scaphoid ในท่าหน้า-หลัง
Wrist lateral view [2, 3] Increased SL angle (Figure 4)	**วิธีการวัด**: มุมระหว่างแนวของกระดูก scaphoid และ lunate ปกติเฉลี่ยอยู่ที่46บ องศา (30บ - 60บ)[3] **ผลบวก**: หากมุม SL มากกว่าปกติ อาจสงสัยการบาดเจ็บของเส้นเอ็น SL ligament จากการจัดเรียงผิดตำแหน่งของกระดูก scaphoid และ lunate
Dorsal scaphoid translation[10, 11] (Figure 5)	**วิธีการวัด**:กระดูก scaphoid เคลื่อนไปทางด้านหลังของกระดูก radius ซึ่งอาจจะพบได้ในกรณีที่ข้อ scapholunate joint มีความไม่มั่นคงสูง (Figure 6) เทคนิคพิเศษในการถ่ายภาพรังสีเพื่อวินิจฉัยภาวะความไม่มั่นคงของข้อ scapholunate joint
ภาพข้อมือขณะกำมือ (Clenched fist wrist view)[3] (Figure 6)	**วิธีการวัด**: ให้ผู้ป่วยกำมือแน่นหรือจับวัตถุทรงกระบอกขณะอยู่ในท่าคว่ำมือโดยมีข้อดี คือสามารถเปรียบเทียบข้อมือ 2 ข้างในภาพรังสีเดียวกัน **ผลบวก**: การขยายของช่องว่างระหว่างกระดูก scaphoid และ lunate ขณะที่มีแรงกดบ่งบอกถึงการบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament

Figure 3. Wrist AP view, Scaphoid ring sign (วงกลมสีเหลือง), Terry Thomas sign (เส้นหัวลูกศรสีแดง).

Figure 4. Wrist Lateral view แสดงการเพิ่มขึ้นผิดปกติของ SL Angle.

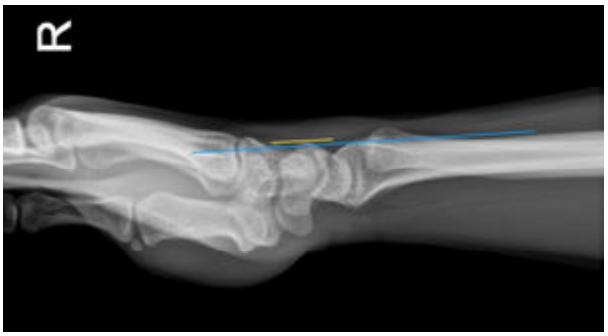

Figure 5. Wrist Lateral view, Dorsal translation of Scaphoid.

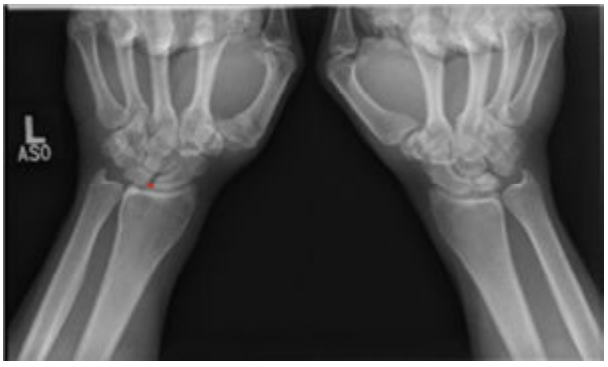

Figure 6. Crenched fist view เห็นลักษณะ Widening SL interval ของข้างซ้าย(เส้นสีแดง) เมื่อเปรียบเทียบกับข้างขวา

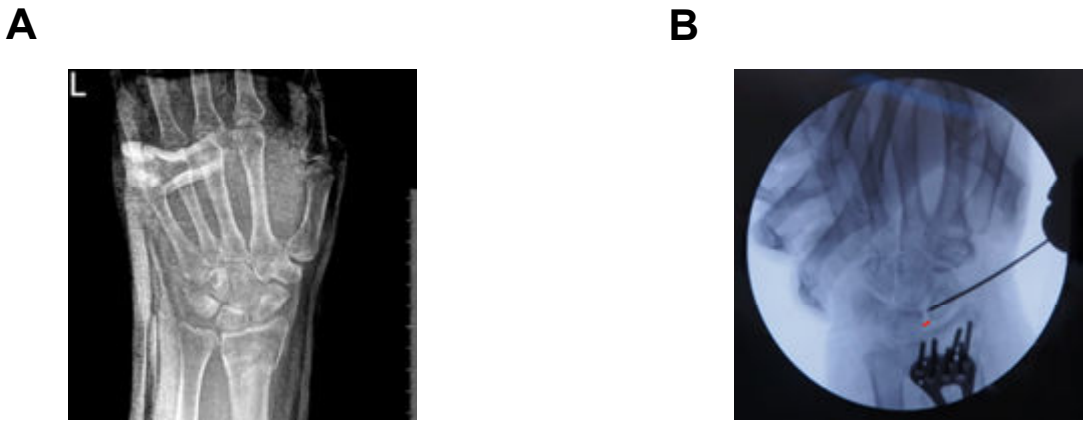

Figure 7. Cineradiography (A) Wrist AP view ไม่พบ widening ของ SL joint; (B) Ulnar deviation พบ SL joint widening

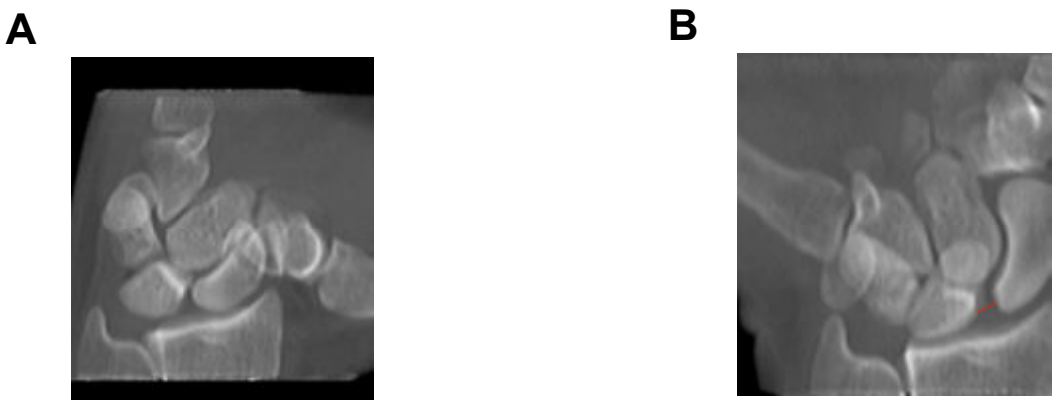

Figure 8. 4D-CT แสดงให้เห็น widening SL interval เมื่อมีการทำ ulnar deviation. (A) radial deviation; (B) ulnar deviation.

Cineradiography[12]

เป็นเทคนิคการถ่ายภาพรังสีแบบเคลื่อนไหว เพื่อใช้ประเมินภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate, ภาวะข้อ scapholunate joint แยกออกจากกัน (scapholunate dissociation - SLD) และภาวะไม่มั่นคงของข้อมือ เทคนิคนี้ช่วยให้สามารถมองเห็นการเคลื่อนไหวของกระดูกข้อมือขณะที่ถ่ายภาพรังสีซึ่งเป็นประโยชน์ในการวินิจฉัยภาวะฉีกขาดของเส้นเอ็นที่อาจไม่สามารถตรวจพบได้จากภาพถ่ายรังสีแบบปกติที่ไม่มีการเคลื่อนไหว (Figure 7) โดยการศึกษาของ Pliefke J. และคณะ พบว่า cineradiography มีความไวในการตรวจพบความผิดปกติร้อยละ 85.7 และมีความจำเพาะร้อยละ 95.0

Four-dimensional computed tomography (4D-CT)

เป็นเทคนิคที่ได้รับการพัฒนาเพื่อตรวจวินิจฉัยภาวะไม่มั่นคงของข้อมือ ซึ่งสามารถตรวจพบการฉีกขาดของเส้นเอ็น scapholunate ได้ แม้ในระยะที่การบาดเจ็บยังไม่มาก (Figure 8) พบว่า 4D-CT สามารถตรวจพบภาวะไม่มั่นคงของข้อมือที่เกิดจากการฉีกขาดของเส้นเอ็น scapholunate ได้ด้วยความไวร้อยละ 74.3 และความจำเพาะร้อยละ 80.0 ข้อดีของวิธีนี้คือเป็นวิธีการตรวจประเมินที่น่าเชื่อถือ และสามารถวินิจฉัยความไม่มั่นคงของข้ออื่น ๆ ในข้อมือได้ เช่น capitolunate joint instability และเป็นการตรวจรักษาที่ไม่บาดเจ็บต่อผู้ป่วย

Magnetic resonance imaging (MRI) และ magnetic resonance arthrography (MRA)

เป็นเทคนิคการถ่ายภาพขั้นสูงที่ไม่บาดเจ็บต่อผู้ป่วย ใช้สำหรับประเมินภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholuante โดย MRI สามารถให้ภาพที่มีความละเอียดสูงของข้อมือและเอ็นต่าง ๆ ส่วน MRA ซึ่งใช้สารทึบรังสีช่วยให้สามารถมองเห็นโครงสร้างเส้นเอ็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (Figure 9) อย่างไรก็ตาม ความซับซ้อนของกายวิภาคของข้อมือทำให้ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในการแปลผลภาพถ่าย นอกจากนี้ dynamic MRI หรือ Real-time MRI เป็นเทคนิคที่ได้รับการพัฒนาใหม่เพื่อช่วยประเมินภาวะไม่มั่นคงของข้อมือแบบเคลื่อนไหว ซึ่งสามารถให้ภาพเคลื่อนไหวของข้อมือขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ ช่วยในการวินิจฉัยภาวะไม่มั่นคงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ MRI ยังสามารถตรวจพบพยาธิสภาพร่วม เช่น ถุงน้ำก้อนปมประสาท (ganglion cyst) และภาวะเส้นเอ็นอักเสบ (tendinitis) ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินพยาธิสภาพของข้อมือได้อย่างครอบคลุม

***การส่องกล้องข้อมือ** (Wrist arthroscopy)*

การส่องกล้องข้อมือเป็นวิธีมาตรฐานในการวินิจฉัยภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate[13] (scapholunate interosseous ligament - SLIL) ทั้งในระยะเฉียบพลันและเรื้อรัง เนื่องจากสามารถให้การวินิจฉัยที่แน่นอน, ประเมินระดับความรุนแรง[14] (Figure 10) และดำเนินการรักษาได้ภายในกระบวนการเดียวกัน ผู้ป่วยส่วนใหญ่สามารถเข้ารับการตรวจด้วยเทคนิคนี้ได้ ยกเว้นผู้ที่มีภาวะข้ออักเสบจากการเสื่อมของข้อมือในระยะรุนแรง (scapholunate advanced collapse - SLAC) ซึ่งอาจไม่เหมาะสมสำหรับการส่องกล้องข้อมือ ในปัจจุบันมีการพัฒนาให้สามารถทำการส่องกล้องข้อมือในรูปแบบผู้ป่วยนอกได้[15] ทำให้สะดวกและสามารถทำการวินิจฉัยในการวางแผนการรักษาได้รวดเร็วขึ้น

Table 4. สรุปเทคนิค MRI แบบต่าง ๆ

เทคนิคการถ่ายภาพ	ข้อดี	ข้อจำกัด	ความไว (Sensitivity %)	ความจำเพาะ (Specificity %)
MRI 1.5T	มีใช้แพร่หลาย ไม่บาดเจ็บ	ความไวต่อภาวะไม่มั่นคงของ SL ต่ำ	ร้อยละ 45.7	ร้อยละ 80.5
MRI 3.0T	ความละเอียดสูงกว่าระบบ 1.5T	ยังมีข้อจำกัดในการประเมินภาวะไม่มั่นคงแบบเคลื่อนไหว	ร้อยละ 75.7	ร้อยละ 97.1
MRA	เหมาะสมที่สุดสำหรับการเห็นเส้นเอ็น SL ใช้สารทึบรังสีช่วยเพิ่มการตรวจพบ	ต้องฉีดสารทึบรังสี	ร้อยละ 82.1	ร้อยละ 92.8
Dynamic MRI (Real-time MRI)	ตรวจจับภาวะไม่มั่นคงแบบเคลื่อนไหวได้ดี ไม่บาดเจ็บ	มีใช้งานจำกัด ต้องการอุปกรณ์เฉพาะ	N/A	N/A

N/A,Not applicable.

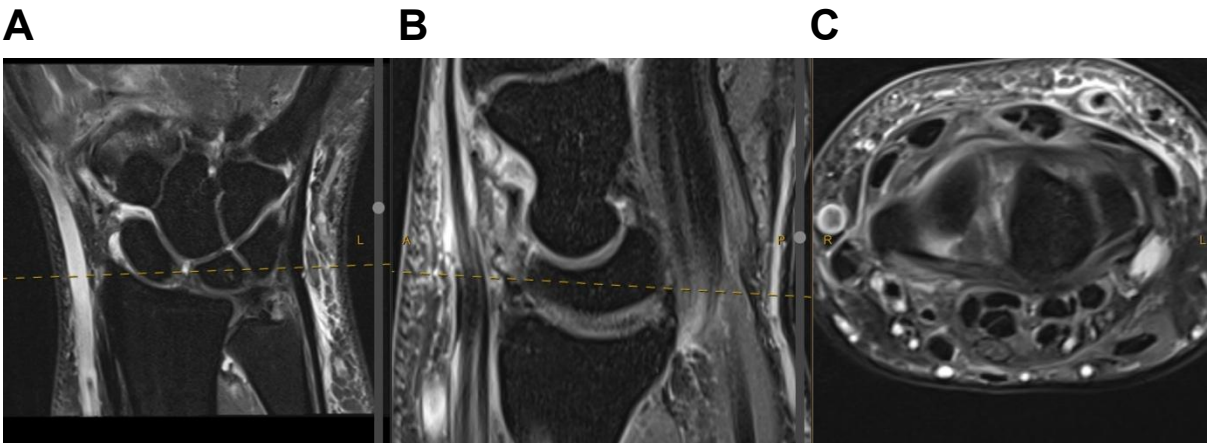

Figure 9. แสดงลักษณะที่พบใน MRI: Disruption of dorsal scapholunate ligament. (A) coronal view; (B) sagital view; (C) axial view.

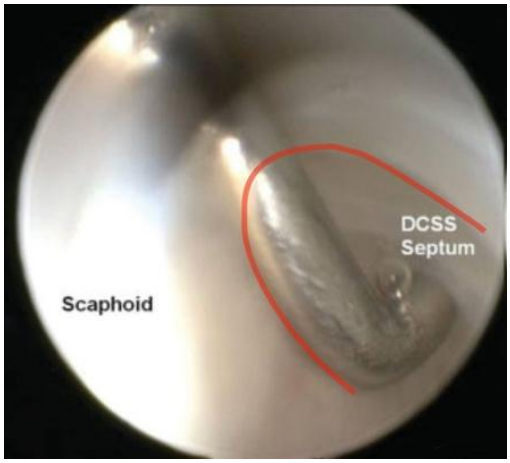

Figure 10. แสดงลักษณะของ sagittal gothic arch (ดัดแปลงจาก Overstraeten LV, Camus EJ, Wahegaonkar A, Messina J, Tandara AA, Binder AC, et al. Anatomical Description of the Dorsal Capsulo-Scapholunate Septum (DCSS)-Arthroscopic Staging of Scapholunate Instability after DCSS Sectioning. J Wrist Surg 2013;2:149-54.)[13]

การจำแนกประเภทการบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament (classification)

1.การจำแนกความมั่นคงตามความมั่นคงของข้อ scapholunate joint (by constancy)[2]

สามารถจำแนกตามความมั่นคงได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1.Predynamic SL injury 2.Dynamic SL injury 3.Reducible static SL injury และ 4.Irreducible static SL injury

2. Update garcia-elias staging system[2, 16]

เป็นการจำแนกประเภทการบาดเจ็บโดยประเมินจากความรุนแรงของบาดเจ็บโดยใช้ชุดคำถาม 6 คำถาม (Box 1) และนำมาจัดแบ่งประเภทของการเจ็บออกเป็นทั้งหมด 7 ระดับ

3.Geissler arthroscopic classification for intercarpal ligament tears[17]

เป็นการจำแนกระดับความรุนแรงของ intercarpal ligament tears โดยเฉพาะ scapholunate (SL) และ lunotriquetral (LT) โดยประเมินผ่านการส่องกล้องข้อมือ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ระดับ โดย Geissler WB และคณะ ดังแสดงใน Table 7

4. Arthroscopic EWAS classification[18]

นำเสนอโดย European wrist arthroscopy society (EWAS) โดยเป็นการจำแนกระดับความรุนแรง โดยดูจากการฉีดขาดของ scapholunate interosseous ligament (SLIOL) และ extrinsic ligaments โดยการส่องกล้องข้อมือ โดยเน้นที่ตำแหน่งของการฉีกขาดและระดับความรุนแรงของความไม่มั่นคงแบ่งออกเป็นทั้งหมด 5 ระดับ ดังแสดงใน Table 8.

Table 5. การเปรียบเทียบเทคนิคการตรวจวินิจฉัย.

เทคนิคการตรวจภาพ	ข้อดี	ข้อจำกัด	ความไว	ความจำเพาะ
Plain radiograph	มีใช้แพร่หลาย ต้นทุนต่ำ สามารถตรวจจับ	ความไวต่ำสำหรับการบาดเจ็บของเนื้อเยื่ออ่อน	(Sensitivity %) ต่ำ	(Specificity %) ต่ำ
Cineradiography	ภาวะไม่มั่นคงแบบเคลื่อนไหว	ได้รับปริมาณรังสีสูง	ร้อยละ 82.5	ร้อยละ 80.0
4DCT (dynamic CT)	ตรวจประเมินขณะที่มีการเคลื่อนไหว	เครื่องตรวจยังไม่มีการใช้แพร่หลาย มีการได้รับรังสี	ร้อยละ 74.3	ร้อยละ 80.0
CT arthrography	ภาพความละเอียดสูงสำหรับ SLIL, LTIL และ TFCC ไม่บาดเจ็บต่อ	ต้องฉีดสารทึบรังสี ความไวต่ำสำหรับ TFCC ส่วนปลายความไวต่ำต่อภาวะเอ็น	SLIL: ร้อยละ 94.0, LTIL: ร้อยละ 85.0, TFCC: ร้อยละ 88.0	SLIL: ร้อยละ 86.0, LTIL: ร้อยละ 79.0, TFCC: ร้อยละ 95.0
MRI (1.5T)	ผู้ป่วย ตรวจดูเนื้อเยื่อได้ดี	ไม่มั่นคง	ร้อยละ 45.7	ร้อยละ 80.5
MRI (3.0T)	ความละเอียดสูงกว่าระบบ 1.5T เหมาะสมที่สุด	ยังมีข้อจำกัดในการประเมินภาวะไม่มั่นคงแบบเคลื่อนไหว	ร้อยละ 75.7	ร้อยละ 97.1
MRA	สำหรับการเห็นเส้นเอ็น SL ใช้สารทึบรังสีช่วยเพิ่มการตรวจพบ	ต้องฉีดสารทึบรังสี ไม่แพร่หลาย	ร้อยละ 82.1	ร้อยละ 92.8
Arthroscopy (gold standard)	มองเห็นเส้นเอ็นโดยตรง	เป็นหัตถการที่บาดเจ็บและมีความเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อน	ร้อยละ 100.0	ร้อยละ 100.0

Table 6. Updated Garcia-Ilias staging system.

	Stage I	Stage II	Stage III	Stage IV	Stage V	Stage VI	Stage VII
Partial injury	Yes	No	No	No	No	No	No
Repairable	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Normal RS angle	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No
Lunate aligned	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No
Reducible	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No
Normal cartilage	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No

(ดัดแปลงจาก Garcia-Elias M, Lluch AL. Carpal Instability. Green's Operative Hand Surgery. 1. 8 ed. Philadelphia, Pennsylvania: Elsevier; 2022. p. 488-562.)

Table 7. Geissler arthroscopic classification for intercarpal ligament tears.

Grade	Description
I	Attenuation/hemorrhage of interosseous ligament as seen from the radiocarpal joint. No incongruency of carpal alignment in the midcarpal space.
II	Attenuation/hemorrhage of interosseous ligament as seen from the radiocarpal joint. Incongruency/step-off as seen from midcarpal space. A slight gap (less than width of a probe) between carpals may be present.
III	Incongruency/step-off of carpal alignment is seen in both the radiocarpal and midcarpal spaces. The probe may be passed through the gap between carpals.
IV	Incongruency/step-off of carpal alignment is seen in both the radiocarpal and midcarpal spaces. Gross instability with manipulation is noted. A 2.7-mm arthroscope may be passed through the gap between carpals (positive drive through sign)

(ดัดแปลงจาก Geissler WB. Arthroscopic management of scapholunate instability. J Wrist Surg. 2013;2:129-35.)

Table 8. Arthroscopic EWAS classification.

EWAS Stage	Description	Arthroscopic testing SLIOL from MC joint	AP Findings
I	Elongation	No passage of the probe	Not found in these cadaver specimens
II	Lesion of membranous SLIOL	Passage of the tip of the probe in the SL space without widening(stable)	Lesion of proximal/membranous part of SLIOL
IIIA	A partial lesion involving the volar SLIOL	Volar widening on dynamic testing from Mid-carpal joint (anterior laxity)	Lesion of anterior and proximal part of SLIOL with or without lesion of RSC- LRL
IIIB	Partial lesion involving the dorsal SLIOL	Dorsal SL widening on dynamic testing (posterior laxity)	Lesion of proximal and posterior part of SLIOL with partial lesion of DIC
IIIC	Complete SLIOL tear, joint is reducible	Complete widening of SL space on dynamic testing, reducible with removal of probe	Complete lesion of SLIOL (anterior, proximal, posterior), complete lesion of one extrinsic ligament (DIC lesion or RSC/ LRL)
IV	Complete SLIOL with gap	SL gap with passage of the arthroscope from MC to RC joint No radio graphic abnormalities	Complete lesion of SLIOL (anterior, proximal, posterior), lesion of extrinsic ligaments (DIC, RSC/ LRL)
V	IV + Carpal misalignment	Wide SL gap with passage of the arthroscope through SL joint. Frequent Xray abnormalities such as an increased SL gap, DISI deformity	Complete lesion of SLIOL, DIC, LRL, RSC, involvement of one or more other ligaments (TH, ST, DRC)

(ดัดแปลงจาก Messina JC, Van Overstraeten L, Luchetti R, Fairplay T, Mathoulin CL. The EWAS Classification of Scapholunate Tears: An Anatomical Arthroscopic Study. J Wrist Surg 2013;2:105-9.)

การรักษาภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament

แนวทางการรักษาภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate นั้น มีหลายปัจจัยที่ต้องพิจารณา เช่น ความรุนแรงของการบาดเจ็บ ระยะเวลาของภาวะบาดเจ็บ อายุ อาชีพ และมือข้างที่ถนัด แนวทางการประเมินผู้ป่วยและการวางแผนการรักษาได้รับการเสนอโดย Garcia-Elias ซึ่งอาศัยระบบประเมิน 6 คำถามเพื่อนำไปสู่การจัดกลุ่มของภาวะบาดเจ็บออกเป็น 7 ระยะ เพื่อให้สามารถเลือกแนวทางการรักษาที่เหมาะสมได้ นอกจากนี้ Wolfe SW. และคณะได้เสนอว่าแนวทางการรักษาภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ควรมุ่งเน้นไปที่การแก้ไขภาวะความไม่มั่นคงของข้อมือใน 2 ระนาบหลัก[16] ได้แก่ 1.Coronal instability การเคลื่อนออกด้านข้างและความผิดแนวของกระดูก scaphoid และ lunate ในระนาบด้านหน้า (frontal plane) และ 2. Sagittal instability การหมุนผิดปกติและการคว่ำหรือหงายผิดแนวของกระดูก scaphoid และ lunate ในระนาบด้านข้าง (sagittal plane)

บทความนี้จะเน้นการรวบรวมเกี่ยวกับภาวะบาดเจ็บเรื้อรังของเส้นเอ็น scapholunate ที่ไม่สามารถรักษาโดยการเย็บซ่อมเส้นเอ็นให้กลับมาจุดเดิม แต่จำเป็นต้องได้รับการผ่าตัดที่เป็น reconstructive procedure หรือการสร้างเส้นเอ็นใหม่ด้วยวิธีต่าง ๆ ในกรณีที่ยังไม่มีกระดูกข้อมือเสื่อม ได้แก่ updated Garcia-Elias stage III-V อย่างไรก็ตาม การตัดสินใจเลือกแนวทางการรักษาขั้นสุดท้ายขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของศัลยแพทย์ผู้ทำการรักษา

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการการเย็บซ่อมเส้นเอ็น scapholunate ligament ได้

โดยทั่วไปจะพิจารณาว่าสามารถเย็บซ่อมเส้นเอ็น scapholunate ligament ได้ มักจะเป็นความรุนแรงที่จัดอยู่ในประเภท Updated-Garcia-Elias stage I - II และการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นไม่เกิน 1 - 2 เดือน[2] เนื่องจากเส้นเอ็นยังมีความแข็งแรงพอที่จะสามารถเย็บซ่อมได้[8]

แนวทางการรักษาสำหรับการผ่าตัดสร้างเอ็นขึ้นใหม่ (reconstructive procedures)

หลังจากทบทวนแนวทางการรักษาสำหรับภาวะการบาดเจ็บเรื้อรังของเส้นเอ็น scapholunate ligament ที่ไม่มีข้อกระดูกเสื่อมแล้ว ได้จัดประเภทของตัวเลือกการรักษาดังต่อไปนี้

Box 1. Six questions to consider when evaluating an SL injury[2]

1. Is the dorsal SL ligament intact and functional?
2. If the ligament has ruptured, does it have good integrity for repair?
3. Is the scaphoid alignment normal?
4. Is radiolunate alignment still retained?
5. Are abnormal carpal alignments easily reducible?
6. Is the articular cartilage normal?

Box 1. Garcia-Elias M, Lluch AL. Carpal Instability. Green's Operative Hand Surgery. 1. 8 ed. Philadelphia, Pennsylvania: Elsevier; 2022. p. 488-562.

Table 9. สรุปเทคนิคการผ่าตัดรักษา chronic SLIL injury without arthritic change.

Treatment option for static reducible SL ligament injury			
Capsulodesis	Bone-tissue-bone graft	Ligament tenodesis	Axis method
Blatt's capsulodesis	Remote Bone-Tissue-Bone Grafts	Four-bone ligament reconstruction	Reduction and association of the Scaphoid and Lunate (RASL)
Mayo's capsulodesis	Isolated Dorsal Retinaculum Grafts	Brunelli tenodesis	Scapholunate Axis Method (SLAM)
Szabo's capsulodesis	Metacarpal-Carpal-Based Bone-Tissue-Bone Grafts	Modified Brunelli tenodesis	
Arthoscopic capsulodesis	Vascularized Metacarpal-Carpal-Based BTB Grafts	Three ligament tenodesis	
Arthroscopic-Assisted Volar Scapholunate Capsulodesis	Carpal-Based Bone-Tissue-Bone Grafts	Scapholunotriquetral tenodesis	
	Augmented Dorsal Retinaculum Grafts	Antipronation spiral tenodesis	
		Scapholunate ligament 360 procedure	
		Arthroscopic-Assisted Box Loop Reconstruction	
		The Anatomical Anterior and Posterior Reconstruction (ANAFAB)	

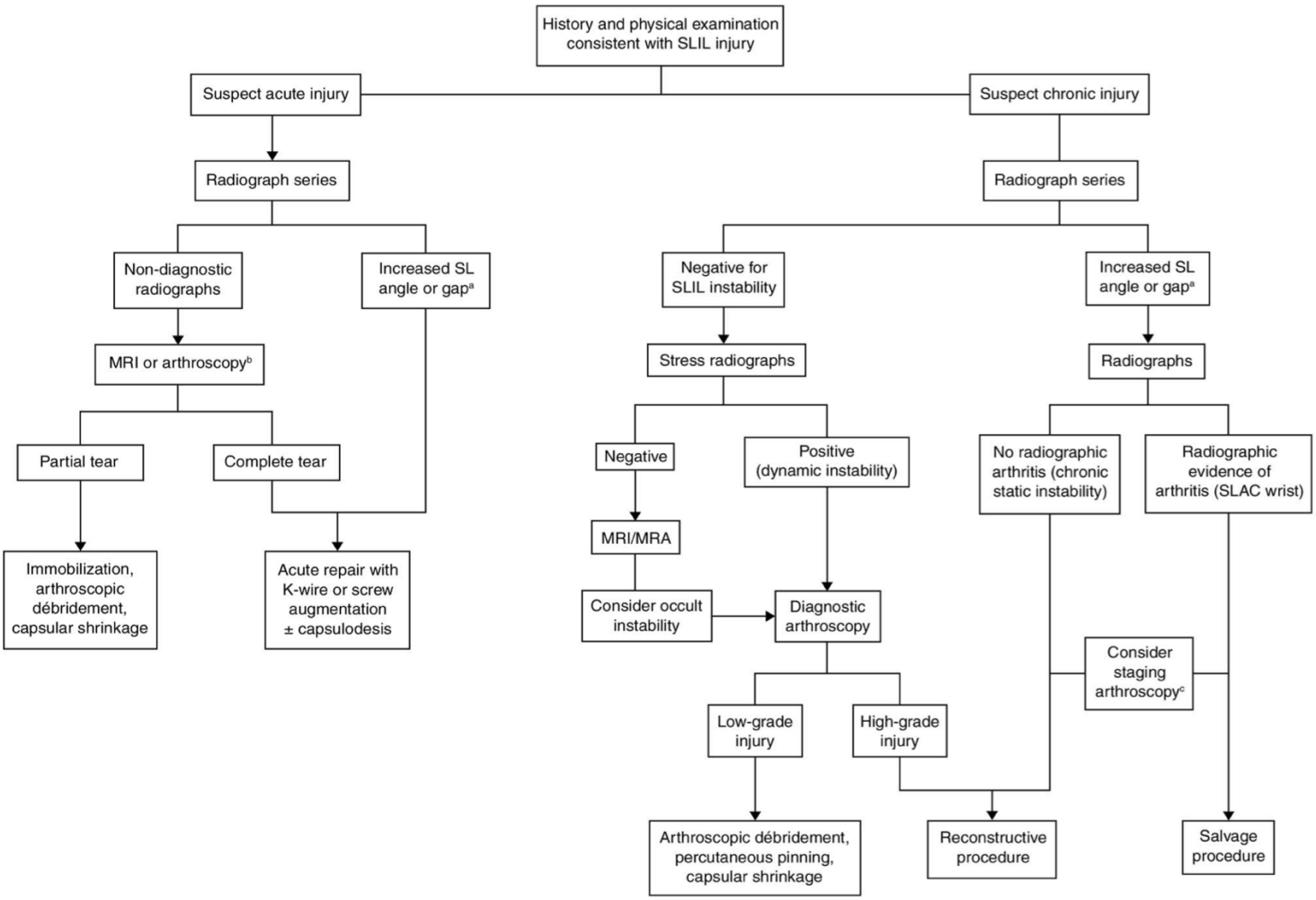

Figure 11. แนวทางการรักษาการบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament ชนิดเรื้อรัง.[19]

Capsulodesis

1. Blatt's capsulodesis[20] (Figure 12)

Blatt's capsulodesis เป็นเทคนิคการเสริมความมั่นคงของเนื้อเยื่อด้านหลังข้อมือ (dorsal soft tissue stabilization) ที่ใช้สำหรับรักษาภาวะ chronic scapholunate dissociation จุดมุ่งหมายหลักของการผ่าตัดนี้คือการควบคุมการคว่ำผิดปกติของกระดูก scaphoid ซึ่งจะช่วยชะลอการดำเนินไปสู่ภาวะ scapholunate advanced collapse (SLAC wrist) พร้อมกับยังคงรักษาการเคลื่อนไหวของข้อมือไว้ได้บางส่วน

หลักการของการผ่าตัดคือ การเปลี่ยนจุดเกาะของ dorsal capsule ไปเกาะที่จุดไกลสุดของกระดูก scaphoid (distal pole of scaphoid) เพื่อช่วยลดการคว่ำของกระดูก scaphoid เรียกว่า proximal checkrein mechanism โดยใช้แผ่นเยื่อหุ้มข้อ (capsular flap) จาก dorsal capsule มาดึงกระดูก scaphoid ให้หงายกลับเข้าสู่แนวที่เหมาะสม ทั้งนี้ไม่ได้เป็นการซ่อมแซมหรือสร้างเส้นเอ็น scapholunate ligament ขึ้นใหม่โดยตรง แต่เป็นการแก้ไขแนวของกระดูกให้ใกล้เคียงปกติที่สุด ในแง่ของเทคนิคการผ่าตัด จะใช้ capsular flap จาก dorsal capsule จากนั้นเย็บด้วย pull-out suture ที่ร้อยลอดผ่านกระดูก scaphoid ไปผูกกับปุ่มยึด (button) ทางด้านฝ่ามือ พร้อมทั้งตรึงกระดูก scaphoid และ lunate ไว้ชั่วคราวด้วย K-wire เพื่อรักษาตำแหน่งของกระดูกในช่วงหลังผ่าตัด

อย่างไรก็ตาม แม้ Blatt's capsulodesis จะช่วยลดความไม่มั่นคงของข้อมือได้บางส่วน แต่ไม่สามารถฟื้นฟูการทำงานของข้อมือให้กลับมาเป็นปกติได้ทั้งหมด เนื่องจากยังมีอัตราการเกิดอาการปวดเรื้อรังและการสูญเสียการเคลื่อนไหวของข้อมือในระยะยาวอยู่ในระดับค่อนข้างสูง จึงอาจไม่เหมาะกับผู้ป่วยที่ต้องใช้ข้อมือมาก เช่นในงานที่ต้องใช้แรงหรือความแม่นยำสูง อย่างไรก็ดี เทคนิคนี้อาจพิจารณาเป็นทางเลือกเบื้องต้นก่อนการรักษาด้วยการผ่าตัดเชื่อมข้อ (intercarpal fusion) หรือการสร้างเส้นเอ็นใหม่ (ligament reconstruction)

2. Dorsal intercarpal ligament capsulodesis (mayo capsulodesis)[21] *(Figure 13)*

เป็นเทคนิคการผ่าตัดที่ออกแบบมาเพื่อรักษาภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ชนิดเรื้อรัง โดยมุ่งเน้นการเสริมความมั่นคงของเส้นเอ็นด้านหลังข้อมือ เทคนิคนี้อาศัยการย้ายจุดเกาะบางส่วนของเส้นเอ็น DIC ligament ซึ่งเดิมเกาะอยู่ที่กระดูก triquetrum มาเกาะใหม่ที่ด้านหลังของกระดูก lunate การเปลี่ยนแปลงนี้จะช่วยลดการหงายของกระดูก lunate ได้ ในขณะที่จุดเกาะปลายของ DIC ligament ที่ยังคงยึดอยู่กับกระดูก scaphoid นั้น จะช่วยรักษาการคว่ำของกระดูก scaphoid ส่งผลให้สามารถควบคุมแนวของกระดูกทั้งสองได้ดีขึ้น และยังคงรักษาการเคลื่อนไหวของข้อมือไว้ได้ในระดับหนึ่ง

หลักการสำคัญของการผ่าตัด Mayo capsulodesis คือ การย้ายจุดเกาะต้นบางส่วนของ DIC ligament มายึดกับกระดูก lunate ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการทำหน้าที่ของเส้นเอ็น dorsal scapholunate ligament การผ่าตัดนี้จะใช้เทคนิคที่เรียกว่า ligament-sparing capsulotomy[22] เพื่อป้องกันการทำลายโครงสร้างสำคัญบริเวณด้านหลังข้อมือ ได้แก่ เส้นเอ็น dorsal radiocarpal ligament (DRC ligament) และ dorsal intercarpal ligament (DIC ligament) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการคงความมั่นคงของข้อมือ แม้จะไม่ได้เป็นการซ่อมแซมหรือสร้างเส้นเอ็นใหม่โดยตรง แต่การย้ายตำแหน่งของ DIC ligament ถือเป็นการเสริมความแข็งแรงของ dorsal capsule โดยอ้อม ช่วยเพิ่มความมั่นคงของข้อมือให้เพียงพอต่อการใช้งาน โดยไม่สูญเสียช่วงการเคลื่อนไหวมากเกินไป ในเชิงเทคนิคการผ่าตัดจะใช้ DIC ligament graft และยึดกับกระดูก lunate ด้วย suture anchors จากนั้นตรึงกระดูก scaphoid และ lunate ไว้ชั่วคราวด้วยลวด K-wire เพื่อรักษาตำแหน่งระหว่างรอการสมานของเนื้อเยื่อ

Mayo capsulodesis เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการฟื้นฟูความมั่นคงของข้อมือในผู้ป่วยที่มีภาวะบาดเจ็บเรื้อรังของเส้นเอ็น scapholunate ligament ทั้งในกลุ่มที่มีความไม่มั่นคงแบบเคลื่อนไหว (dynamic instability) และแบบถาวร (static instability)[21] โดยสามารถบรรเทาอาการปวดและช่วยให้ข้อมือกลับมาใช้งานได้ดีขึ้นในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม จากรายงานผลการรักษาระยะยาว พบว่ายังมีความเสี่ยงที่การเคลื่อนไหวของข้อมืออาจลดลง รวมถึงแนวกระดูก scaphoid และ lunate อาจแย่ลง และมีโอกาสเกิดข้อมือเสื่อมในภายหลังได้[23]

3. Dorsal intercarpal ligament capsulodesis (Szabo's capsulodesis)[24] *(Figure 14)*

เป็นเทคนิคการผ่าตัดที่พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มความมั่นคงให้กับข้อ scapholunate joint โดยไม่จำกัดการเคลื่อนไหว

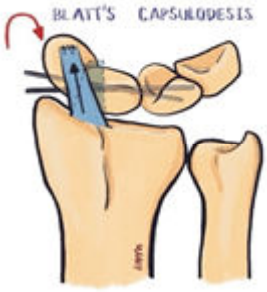

Figure 12. Blatt's capsulodesis.

Figure 13. Mayo capsulodesis.

Figure 14. Szabo's capsulodesis.

ของข้อมือ จุดมุ่งหมายของเทคนิคนี้คือการฟื้นฟูแนวเรียงตัวที่เหมาะสมของกระดูกทั้งสอง ป้องกันการคว่ำของกระดูก scaphoid และหลีกเลี่ยงการผ่าตัดแบบเชื่อมข้อ ซึ่งจะทำให้สูญเสียการเคลื่อนไหวของข้อมือในระยะยาว นอกจากนี้ยังสามารถรักษาความสามารถในการเคลื่อนไหวระหว่างกระดูกข้อมือเอาไว้ได้

เทคนิคนี้มีแนวคิดใกล้เคียงกับ Mayo capsulodesis โดยอาศัยเส้นเอ็น DIC ligament ในการเสริมความมั่นคง แต่จุดแตกต่างสำคัญคือ Szabo's capsulodesis จะย้ายจุดเกาะส่วนปลายของ DIC ligament ไปยึดกับ distal pole of scaphoid เพื่อดึงกระดูก scaphoid ให้หงายขึ้นและป้องกันไม่ให้เกิดการคว่ำไปทางด้านหน้ามากเกินไป แม้จะไม่ได้เป็นการซ่อมหรือสร้างเส้นเอ็น scapholunate ใหม่โดยตรง แต่การย้ายจุดเกาะของ DIC ligament ถือเป็นการเสริมความแข็งแรงของ dorsal capsule โดยอ้อม ช่วยสร้างเสถียรภาพของข้อ scapholunate joint โดยที่ยังคงการเคลื่อนไหวของข้อมือไว้ได้ ในด้านเทคนิคการผ่าตัด จะใช้ DIC ligament flap และยึดกับ distal pole of scaphoid ด้วย suture anchors พร้อมทั้งตรึงกระดูก scaphoid และ lunate ด้วย K-wire ชั่วคราว เพื่อคงตำแหน่งของกระดูกขณะรอการสมานของเนื้อเยื่อ

จากการศึกษาผลลัพธ์ของ Szabo's capsulodesis ในระยะยาว พบว่าผู้ป่วยบางรายสามารถกลับมาใช้งานข้อมือได้ใกล้เคียงปกติ แม้จะมีหลักฐานจากการตรวจภาพถ่ายรังสีที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของข้อมือในลักษณะเริ่มเสื่อมในบางราย อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้สรุปว่าเทคนิคนี้อาจเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในผู้ป่วยที่มีภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ชนิดเรื้อรังที่ยังไม่มีกระดูกข้อมือเสื่อม[25]

4. Arthroscopic capsulodesis[13, 26]

เป็นเทคนิคการผ่าตัดแบบบาดเจ็บน้อย (minimally invasive surgery) โดยใช้วิธีการส่องกล้องบริเวณข้อมือ ซึ่งช่วยให้สามารถมองเห็นรายละเอียดของกระดูกและเอ็นในบริเวณข้อมือได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดย arthroscopic capsulodesis มีเป้าหมายที่จะเสริมความมั่นคงของข้อ scapholunate joint โดยอาศัยการเย็บซ่อมแซมเนื้อเยื่อบริเวณด้านหลังข้อมือ ได้แก่ dorsal capsuloligamentous scapholunate septum (DCSS) ซึ่งจัดว่าเป็นหนึ่งในโครงสร้างเสริมความมั่นคงรอง (secondary stabilizers) ให้ยึดติดกับ dorsal capsule เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ในลักษณะ capsulodesis โดยไม่จำเป็นต้องซ่อมแซมหรือสร้างเส้นเอ็น scapholunate โดยตรง

หลักการของการผ่าตัดคือการเย็บ DCSS ที่หลงเหลืออยู่ (remnant) เข้ากับ dorsal capsule เพื่อเสริมความมั่นคงของข้อ scapholunate joint โดยเป็นการสร้างความแข็งแรงของ dorsal capsule โดยอ้อม ในเชิงเทคนิคการผ่าตัดจะใช้ชิ้นเนื้อเยื่อที่เหลือของ DCSS เป็น flap และเย็บยึดด้วย fiberwire ผ่านทางการส่องกล้องโดยไม่ต้องเปิดแผลใหญ่หรือรบกวนโครงสร้างข้อมือหลัก ทำให้ลดการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อโดยรอบและส่งผลให้ผู้ป่วยฟื้นตัวได้เร็วขึ้น

Arthroscopic capsulodesis เป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการรักษาภาวะบาดเจ็บเส้นเอ็น scapholunate ชนิดเรื้อรังที่ยังไม่มีกระดูกข้อมือเสื่อม โดยจากผลการศึกษาระยะสั้นพบว่าวิธีนี้สามารถช่วยลดอาการปวด ฟื้นฟูทำงานของข้อมือและอาจช่วยการชะลอการเกิดข้อมือเสื่อมอย่างไรก็ตามเนื่องจากเป็นหัตถการที่ต้องอาศัยทักษะและประสบการณ์ของผู้ผ่าตัดในระดับสูง และยังมีข้อมูลในระยะยาวที่จำกัด จึงยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อประเมินประสิทธิภาพในอนาคต

5. Arthroscopic-assisted volar scapholunate capsulodesis[27]

เป็นเทคนิคการผ่าตัดที่พัฒนาขึ้นเพื่อรักษาการบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ทางด้านฝ่ามือ (volar scapholunate interosseous ligament: volar SLIL) ซึ่งในอดีตมักไม่ได้รับความสนใจมากนัก เนื่องจากแนวทางการรักษาส่วนใหญ่มักมุ่งเน้นไปที่การเสริมความมั่นคงของเส้นเอ็นทางด้านหลัง (dorsal SLIL) เป็นหลัก

เทคนิคนี้อาศัยการผ่าตัดผ่านกล้อง โดยใช้วิธีเย็บ volar capsule ของข้อมือเข้ากับโครงสร้างรอบเส้นเอ็น volar SLIL ด้วยเทคนิค inside-out suture ซึ่งช่วยเสริมความมั่นคงให้กับข้อ scapholunate joint โดยไม่ต้องซ่อมหรือสร้างเส้นเอ็นใหม่โดยตรง การเสริมความมั่นคงทางด้านฝ่ามือนี้ช่วยลดความเสี่ยงของการจัดเรียงตัวผิดปกติของกระดูกข้อมือในระยะยาว และอาจชะลอหรือป้องกันการเกิดข้อเสื่อมของข้อมือได้ ในด้านเทคนิคการผ่าตัด จะใช้เนื้อเยื่อ volar capsule เป็น flap และเย็บยึดด้วยไหมไม่ละลาย

โดยอาจมีการตรึงกระดูกด้วยลวด K-wire ชั่วคราวในบางกรณีเพื่อคงตำแหน่งกระดูกระหว่างรอการสมานของเนื้อเยื่อ นอกจากนี้ arthroscopic-assisted volar SL capsulodesis ยังสามารถใช้ร่วมกับเทคนิคการผ่าตัดเสริมความมั่นคงทางด้านหลังมือ เช่น dorsal capsulodesis เพื่อเพิ่มผลลัพธ์ของการรักษาได้ในรายที่มีความไม่มั่นคงหลายทิศทาง

จากผลการรักษาเบื้องต้น พบว่าผู้ป่วยสามารถลดอาการปวดและกลับมาใช้งานข้อมือได้ในระดับที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามเทคนิคนี้ถือเป็นหัตถการที่มีความซับซ้อนสูง ต้องอาศัยทักษะจากศัลยแพทย์ที่ มีประสบการณ์ และยังจำเป็นต้องมีการศึกษาติดตามผลในระยะยาวเพิ่มเติม เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของการรักษา

Table 10. สรุป Capsulodesis technique.

Procedures	Principles	Advantage	Short-term outcome	Long-term outcome	Limitation
Blatt's capsulodesis	ย้ายจุดเกาะของ dorsal capsule ไปยึดที่ scaphoid เพื่อลดการคว่ำ	ช่วยควบคุมแนวของ scaphoid, เทคนิคไม่ซับซ้อน	VAS improved improved from 7.9 to 4.1 Significant global reduction in wrist movement signification reduction in grip strength[30]	Full wrist extension no more thar 20 degrees of wrist flexion lost 80.0% of grip strength[20]	ไม่สามารถฟื้นฟูการเคลื่อนไหวให้กลับไปปกติ, ยังพบอาการปวดเรื้อรัง
Mayo capsulodesis	ย้ายจุดเกาะต้นของ DIC ligament ไปยัง lunate โดยยังคงส่วนปลายไว้ที่ scaphoid	จำกัดการเคลื่อนไหวน้อยกว่า Blatt's capsulodesis	VAS improved improved from 6 to 3 grip strength 89.0% of contralateral side ROM 74.0% of contralateral side[23]	ยังไม่มีผลการศึกษาในระยะยาว	แนวกระดูกอาจยังแย่ลงในระยะยาว ยังพบอาการปวดเรื้อรัง
Szabo's capsulodesis	ย้ายจุดเกาะปลายของ DIC ligament ไปยึดที่ distal pole of scaphoid	เน้นการดึง scaphoid ให้หงาย, รักษา intercarpal motionได้ดี	SL angle improved significantly 10.0% decrease in wrist flexion, 15.0% decrease in wrist extension. 20.0% decrease in radial deviation, 11.0% decrease in ulnar deviation after surgery no significant change in grip strength[24]	Increase of SL angle and SL gap when compare with early follow up Flexion in significantly decrease when compare with early follow up Grip strength remained unchanged from early follow up50.0% of patient have arthritis change[25]	อาจเกิดข้อเสื่อมแม้ใช้งานข้อมือได้ดี

Table 10. (Cont.) สรุป Capsulodesis technique.

Procedures	Principles	Advantage	Short-term outcome	Long-term outcome	Limitation
Arthroscopic capsulodesis	เย็บ DCSS เข้ากับ dorsal capsule ผ่านกล้อง	ผ่าตัดแบบบาดเจ็บน้อย ลดอาการปวด ช่วยฟื้นฟูการใช้งาน	Significant improve in DASH score VAS improve from 3.3 to 0.5 Grip strength 92.0% of contralateral side[26]	ยังไม่มีผลการศึกษาในระยะยาว	ต้องใช้ทักษะในการผ่าตัดสูง
Arthroscopic-assisted volar SL capsulodesis	เย็บ volar capsule ด้วย inside-out suture เพื่อเสริม volar SLIL	เพิ่มความมั่นคงทางด้านฝ่ามือ, ใช้ร่วมกับการผ่าตัดเย็บซ่อม dorsal SLIL ได้	Significant improve in Mayo wrist score VAS improve from 8 to 0.7 Significant improve in grip strength Grip strength 86.0% of contralateral side[31]	ยังไม่มีผลการศึกษาในระยะยาว	ต้องใช้ทักษะในการผ่าตัดสูง
Capsulodesis with internal brace augmentation (CIBA)	Internal brace with suture tape and suture wire	ของข้อกระดูก scapholunate	-	-	ยังไม่มีรายงานผลการศึกษา clinical outcome

*6. **Capsulodesis with internal brace augmentation (CIBA)**[28]*

เป็นวิธีการผ่าตัดที่นำเสนอโดย Shin SS, และคณะ โดยหลักการของเทคนิค Capsulodesis with Internal Brace Augmentation (CIBA) คือการนำแนวคิดเรื่อง “Internal Brace” มาใช้การเย็บเสริมความแข็งแรงของเส้นเอ็น scapholunate ligament โดยใช้ suture anchor เพื่อฟื้นฟูความมั่นคงข้อกระดูก

ในแง่ของเทคนิคการผ่าตัดนั้นจะใช้ dorsal approach with capsulotomy โดยพยายามหลีกเลี่ยงการบาดเจ็บต่อ DCSS เพื่อป้องการเกิดความไม่มั่นคงของข้อกระดูก scapholunate เพิ่มเติม หลังจากนั้นจะทำการดันข้อกระดูก scapholunate ให้กลับเข้าที่และใช้ drill bit ขนาด 3.0 เพื่อเจาะรูที่กึ่งกลางกระดูก lunate เพื่อทำการคัง suture anchor เพื่อยึด suture tape และ suture wire, หลังจากนั้นจึงเจาะรูที่บริเวณ proximal pole และ distal pole ของกระดูก scaphoid โดยให้ห่างจากขอบของกระดูกอย่างน้อย 3 มิลลิเมตร หลังจากจึงนำ suture tape ที่ยึดกับ anchor ของกระดูก lunate ไป โดย suture tape 1 เส้นไปยึดกับ anchor ที่ proximal pole และ 1 เส้นไปยึดที่ distal pole จะให้เกิดการยึดข้อกระดูก scapholunate เป็นรูปตัวอักษร V (V construct) หลังจากนั้นจึงใช้เย็บ suture wire เย็บกับ dorsal capsule เพื่อทำ capsulodesis จากผลการศึกษาทางชีวกลศาสตร์พบว่าการใช้เสริมด้วย suture tape ช่วยเพิ่มความมั่นคงให้กับข้อกระดูก scapholunate เมื่อเปรียบเทียบกับการเย็บซ่อมเส้นเอ็นเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังมีการนำเสนอเทคนิคการผ่าตัดที่มีลักษณะคล้ายกับ CIBA คือ Augmentation With Flat Braided Suture on Dorsal Intercarpal Ligament Capsulodesis[29] ซึ่งนำเสนอโดย Zeiderman MR และคณะ โดยเป็นพัฒนาจาก Szabo’s capsulodesis. โดยทำการ internal bracing ในลักษณะเดียวกับ CIBA แต่จะใช้ flat braided suture เย็บเข้ากับ DICL แทน ซึ่งจากผลการศึกษาทางชีวกลศาสตร์

พบว่าช่วยเพิ่มความมั่นคงให้กับข้อกระดูก scapholunate ได้ดีกว่าการทำ dorsal intercarpal ligament capsulodesis เพียงอย่างเดียว รวมถึงดีกว่าการทำ tendon graft with internal brace

การผ่าตัดด้วยเทคนิค Capsulodesis with internal brace augmentation (CIBA) แสดงให้เห็นถึงความมั่นคงของข้อกระดูก scapholunate ที่มากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคเดิม อย่างไรก็ตาม เนื่องจากเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ จึงยังต้องติดตามการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อประเมินประสิทธิภาพในระยะยาวและการประยุกต์ใช้ในทางคลินิกต่อไป

Bone–tissue–bone (BTB) repairs

เป็นหนึ่งในแนวทางการรักษาภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament โดยมีเป้าหมายเพื่อฟื้นฟูความมั่นคงของข้อมือและชะลอการเสื่อมของกระดูกข้อมือในระยะยาว เทคนิคนี้มุ่งเน้นการสร้างเอ็นขึ้นใหม่โดยใช้ graft ที่ประกอบด้วยกระดูก-เส้นเอ็น-กระดูก (bone-tissue-bone graft) ซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับเส้นเอ็น SLIL เดิม โดยเฉพาะในส่วน dorsal SLIL ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดต่อการรักษาเสถียรภาพของข้อมือในแนวหมุนและแนวดึง (rotatory and distraction stability)

หลักการสำคัญของ BTB graft คือการเลือกใช้เนื้อเยื่อที่ติดกับปลายกระดูกเพื่อให้สามารถเกิดการสมานแบบ bone-to-bone healing ซึ่งมีโอกาสในการสมานสูงกว่าการใช้ graft แบบอื่น เช่น ligament-to-bone healing หรือ ligament-in-tunnel healing ที่ต้องการให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างเนื้อเยื่อกับกระดูกเพื่อให้เกิดการสมาน เนื่องจากกระดูกข้อมือนั้นมีขนาดเล็กทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสกับเนื้อเยื่อค่อนข้างจำกัด ในทางเทคนิค BTB graft จะถูกนำมาใช้เพื่อสร้างเส้นเอ็น scapholunate ligament ขึ้นใหม่โดยพยายามเลียนแบบโครงสร้างและแนวแรงของเส้นเอ็นเดิมมากที่สุด

ผลลัพธ์ในระยะต้นของเทคนิคนี้พบว่าสามารถฟื้นฟูการทำงานของข้อมือได้ดี อย่างไรก็ตามเทคนิคนี้มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ความยากของการผ่าตัด ความเสี่ยงของภาวะแทรกซ้อนบริเวณ donor site รวมถึงโอกาสที่ graft จะเกิดการยืดตัวในระยะยาว และยังมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดข้อมือเสื่อมตามมาในอนาคต จึงจำเป็นต้องมีการติดตามผลการรักษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพในระยะยาวต่อไป

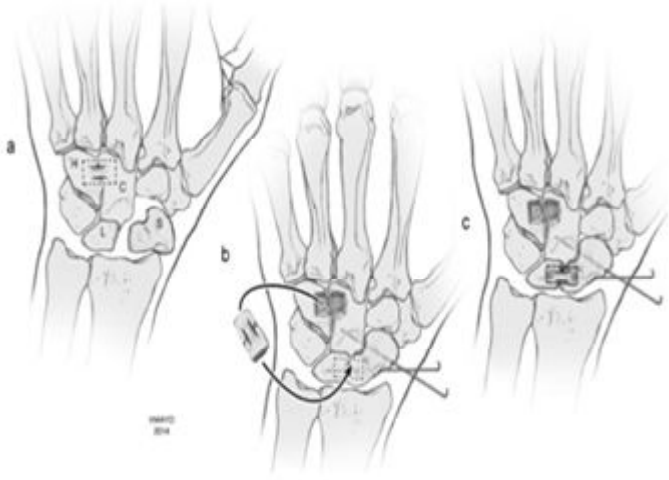

Figure 15. Capitohamate Bone- Tissue-Bone Graft.[37]

Figure 16. แสดงการทำ BTB graft ร่วมกับการใช้ Herbert screw augmentation ในการรักษา SLIL injury.[32]

Table 11. เปรียบเทียบเทคนิค BTB repairs.[32]

Techniques	Donor site	Advantage	Short-term outcome	Long-term outcome	Limitation
Remote bone-tissue-bone grafts	Navicular–first cuneiform ligament	มีความแข็งแรงใกล้เคียงเส้นเอ็น scapholunate ligament	obtained 80.0% of motion increased grip strength by 30.0%[32]	ยังไม่มีผลการศึกษาในระยะยาว	ผ่าตัดหลายตำแหน่งเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนบริเวณ donor site
Isolated dorsal retinaculum grafts	Dorsal retinaculum near Lister's tubercle of distal radius	ผ่าตัดตำแหน่งเดียว	40.0% have persist wrist pain increased grip strength by 30.0% 60.0% underwent salvage surgery[33]	Reduced in ROM 33.0% Failure Widening of SL gap, SL angle Maintain of grip strength as early follow up[34]	ไม่แข็งแรงเท่าเส้นเอ็น scapholunate ligament เดิม, มีการยืดของ graft
Metacarpal-carpal-based BTB grafts	Second metacarpal–trapezoid orThird metacarpal–capitate ligament	ผ่าตัดตำแหน่งเดียว มีความแข็งแรงของ graft	Only few report about clinical application[32,35] with good outcome from several surgeon[32]	ยังไม่มีผลการศึกษาในระยะยาว	มีการยืดของ graft, graft pullout
Vascularized metacarpal-carpal-based BTB grafts	Third metacarpal graft with radial-sided intermetacarpal artery	มีการผสานกับกระดูกและ graft ที่ดีกว่า	Only report no complication at 1 year follow up[36]	ยังไม่มีผลการศึกษาในระยะยาว	ใช้ทักษะในการผ่าตัดสูง ใช้ระยะเวลาในการผ่าตัดนาน
Carpal-based BTB grafts[37] (Figure 15)	Dorsal interosseous ligament of Capitohamate joint	โครงสร้างใกล้เคียงกับเส้นเอ็นเดิม มีความมั่นคงสูง ให้ผลลัพธ์ที่ดีในการรักษา (ลดอาการปวด เพิ่ม functional score แก้ไข SL gap and angle)[37,38]	Modified Mayo wrist score improved from 47 to 82 VAS decreased from 7.7 to 1.2 SL gap significantly improved Slightly decrease flexion and extension[38]	Mayo wrist score improved from 66.8 to 70.9 Not prevent OA change Maintain of SL gap reduction Slightly increased of SL angle[37]	มีโอกาสเกิดกระดูกข้อมือเสื่อมได้จากติดตามระยะยาว[37]
Herbert's screw augmented dorsal retinaculum grafts (Figure 16)	Dorsal retinaculum	เสริมความแข็งแรงด้วย Herbert's screw ฟื้นฟูการเคลื่อนไหวข้อมือได้เร็วกว่า, มีความมั่นคงในระยะยาว	Mentioned that 80.0% of patients return to previous working level[32]	ยังไม่มีผลการศึกษาในระยะยาว	มีความเสี่ยงที่สกรูจะหลวม ต้องผ่าตัดนำสกรูออก

Tenodesis

1. Four-bone ligament reconstruction[39] (Figure 17)

เป็นเทคนิคที่ถูกออกแบบมาเพื่อรักษาภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament ชนิดเรื้อรัง ซึ่งส่งผลต่อความมั่นคงและการเคลื่อนไหวของข้อมือในระยะยาว เทคนิคนี้ใช้เส้นเอ็น extensor carpi radialis brevis (ECRB) ในการสร้างเส้นเอ็นขึ้นใหม่เพื่อเชื่อมกระดูกสี่ชิ้นหลัก ได้แก่ scaphoid, lunate, capitate และ Radius โดยมีเป้าหมายในการฟื้นฟูความมั่นคงของข้อมือ ป้องกันการเสื่อมของข้อมือ และรักษาการเคลื่อนไหวให้ใกล้เคียงปกติ

หลักการของวิธีนี้คือการใช้เส้นเอ็น ECRB ในการสร้างความมั่นคงให้กับข้อมือ โดยออกแบบการยึดและเย็บ graft ให้ครอบคลุมการทำหน้าที่ของ scapholunate ligament, DIC ligament และ radiocarpal (RC) ligament ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของโครงสร้างค้ำยันข้อมือ

เทคนิคการผ่าตัดเริ่มจากการใช้ลวดพันรอบกระดูก scaphoid และ lunate เพื่อจัดแนวกระดูกให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม จากนั้นจึงเริ่มร้อย ERCB graft ผ่านรูใน capitate (dorsal ไป palmar), ถัดไปผ่าน lunate (palmar to dorsal) และ scaphoid (dorsal ไป palmar) ตามลำดับ แล้วปลาย graft จะออกมาทางด้าน palmar จากนั้นเจาะรูที่กระดูก radius แล้วร้อยปลาย graft จากด้าน palmar ไปด้าน dorsal ของ radius จากนั้นจึงทำการยึด graft ของ ECRB เข้ากับเยื่อหุ้มกระดูก radius และยึดกระดูกข้อมือชั่วคราวด้วย K-wire เพื่อรอให้เนื้อเยื่อสมาน

จากการศึกษาของ Almquist EE และคณะ[39] นั้น four-bone ligament reconstruction พบว่าเทคนิคนี้สามารถฟื้นฟูกลไกการเคลื่อนไหวของข้อมือได้ดี ลดความเสี่ยงของการเกิดข้อเสื่อม และเพิ่มโอกาสที่ผู้ป่วยจะกลับไปทำงานหรือทำกิจวัตรได้ตามปกติ แม้ว่าจะมีข้อจำกัดในเรื่องความซับซ้อนของเทคนิคและระยะเวลาการฟื้นตัวที่ยาวนาน แต่ผลลัพธ์ในระยะสั้นแสดงถึงความพึงพอใจที่ดี อย่างไรก็ตาม จากเทคนิคการผ่าตัดที่เจาะรูที่บริเวณ proximal pole of scaphoid ทำให้อาจเกิดการคว่ำของกระดูก scaphoid ที่มากขึ้นได้ วิธีนี้จึงได้รับความนิยมลดลง

2. Brunelli tenodesis[40] (Figure 18)

เป็นเทคนิคที่ถูกออกแบบมาเพื่อรักษาภาวะหมุนเคลื่อน (rotatory subluxation) ของกระดูก scaphoid ซึ่งภาวะนี้มักเกิดจากการบาดเจ็บหรือขาดของเส้นเอ็น scaphotrapeziotrapezoid ligament (STT ligament) ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญ ได้แก่ 1) Volar ligament complex ซึ่งเป็นส่วนที่ให้ความมั่นคงมากที่สุด, 2) Dorsal ligaments และ 3) Radial lateral ligaments เมื่อเกิดการ

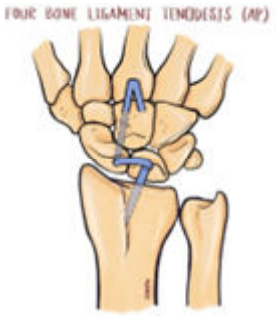

Figure 17. Four bone.

Figure 18. Brunelli.

Figure 19. Modified Brunelli.

บาดเจ็บของเส้นเอ็น STT ligament การใช้เส้นเอ็นอื่นมาแทนจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการแก้ไขแนวข้อ scapholunate joint ให้กลับเข้าที่ เพิ่มความมั่นคง และป้องกันความผิดรูปในอนาคต

หลักการสำคัญของ Brunelli tenodesis คือ การใช้เส้นเอ็น flexor carpi radialis (FCR) เป็น graft เพื่อสร้าง volar ligamentous complex ของเส้นเอ็น STT ligament ขึ้นมาใหม่ โดยมีเป้าหมายเพื่อแก้ไขภาวะ rotatory subluxation ของกระดูก scaphoid ป้องกันไม่ให้เกิด dorsal intercalated segment instability (DISI) ของกระดูก lunate และป้องกันการเกิด SLAC wrist ในแง่ของเทคนิคการผ่าตัดจะใช้ FCR graft ลอดผ่าน scaphoid tubercle แล้วอ้อมไปด้านหลังเพื่อเย็บติดกับตอของเส้นเอ็นเดิมที่กระดูก lunate (lunate stump) และกระดูก radius เพื่อการสร้างเส้นเอ็นใหม่ขึ้นมาทำหน้าที่แทนเส้นเอ็น volar STT ligament และเสริมความมั่นคงของ dorsal capsule รวมถึง dorsal radiocarpal (DRC) ligament และมีการยึดตรึงชั่วคราวด้วย K-wire จากกระดูก scaphoid ไปยังกระดูก capitate เพื่อให้โครงสร้างมั่นคงระหว่างรอการสมานของเนื้อเยื่อ

Brunelli tenodesis ถือเป็นเทคนิคที่มีศักยภาพในการฟื้นฟูเสถียรภาพของข้อมือและแก้ไขการหมุนเคลื่อนของกระดูก scaphoid ได้โดยไม่ต้องใช้การผ่าตัดเชื่อมข้อ ผลการรักษาในระยะแรกแสดงให้เห็นถึงความพึงพอใจของผู้ป่วย การทำงานของข้อมือที่ดีขึ้น และความสามารถในการแก้ไขความไม่มั่นคงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัดที่สำคัญคือความสามารถในการงอข้อมืออาจลดลงเนื่องจากการเย็บ FCR graft เข้ากับกระดูก radius ซึ่งเป็นตัวจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อมือในระยะยาว

3. Modified brunelli tenodesis[41] (Figure 19)

เป็นเทคนิคที่พัฒนามาจาก Brunelli tenodesis โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ไขภาวะหมุนเคลื่อน (rotatory subluxation) ของกระดูก scaphoid โดยยังคงใช้หลักการคล้ายกับวิธีเดิม แต่มีการปรับเปลี่ยนจุดเกาะของ FCR graft เพื่อแก้ไขข้อจำกัดด้านการเคลื่อนไหวของข้อมือ ซึ่งเป็นข้อจำกัดหลักที่พบในเทคนิคเดิม

ในการทำ Modified brunelli tenodesis นั้น จุดเกาะของ FCR graft จะไม่ถูกยึดข้ามข้อ radiocarpal joint เหมือนวิธีเดิม แต่จะเปลี่ยนไปยึดกับเส้นเอ็น DRC ligament หรือลอดใต้เส้นเอ็น dorsal radiolunotriquetral (RLT) ligament แล้วยึดกับกระดูก lunate โดยตรงแทน วิธีนี้ช่วยรักษาการเคลื่อนไหวของข้อมือไว้ได้ดีกว่าโดยเฉพาะในการเคลื่อนไหวในท่างอ (flexion) ในแง่ของเทคนิคการผ่าตัด มีการสร้างเส้นเอ็น volar STT ligament ขึ้นใหม่โดยใช้ FCR graft ร่วมกับการเสริมความแข็งแรงของ dorsal capsule และ DRC ligament เช่นเดียวกับ Brunelli tenodesis และใช้ K-wire ยึดจากกระดูก scaphoid ไปยังกระดูก capitate ชั่วคราวระหว่างการสมานของเนื้อเยื่อ

ผลของการรักษาด้วย modified brunelli tenodesis แสดงให้เห็นว่าสามารถฟื้นฟูความมั่นคงของข้อมือ ลดอาการปวด เพิ่มความแข็งแรงของมือ และที่สำคัญคือยังสามารถรักษาระดับการเคลื่อนไหวของข้อมือไว้ได้ แม้ว่าเทคนิคนี้จะไม่สามารถฟื้นฟูเส้นเอ็น scapholunate ligament ได้ทั้งหมด แต่ก็มีประสิทธิภาพในการป้องกันการเกิด SLAC wrist ในระยะยาวได้[42] อย่างไรก็ตามเทคนิคการผ่าตัดนี้มีความซับซ้อนและต้องอาศัยความชำนาญของแพทย์ผู้ผ่าตัด

4. The three-ligament tenodesis (3LT)[43] (Figure 20)

เป็นเทคนิคที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Garcia-Elias (จึงมีอีกชื่อหนึ่งเรียกว่า Garcia-Elias ligament tenodesis) เพื่อรักษาภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate (SL) ligament ที่ไม่สามารถซ่อมแซมได้ ด้วยการนำเส้นเอ็น flexor carpi radialis (FCR) ligament มาทำหน้าที่เสริมการทำงานของเส้นเอ็นหลัก 3 เส้นซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อความมั่นคงของข้อมือ ได้แก่

1. Scaphotrapezial-trapezoid (STT) ligament ที่ยึดกระดูก scaphoid กับ trapezium, trapezoid เพื่อรักษาความมั่นคงบริเวณ distal-palmar connection of scaphoid
2. Scapholunate (SL) ligament ให้ความมั่นคงระหว่างกระดูก scaphoid และ lunate
3. Dorsal radiotriquetral (RTq) ligament ที่ช่วยควบคุมการเคลื่อนของกระดูก lunate ไปทางด้าน ulnar

หลักการของเทคนิคนี้คือการใช้ FCR graft ในการเสริมสร้างหน้าที่ของทั้งสามเส้นเอ็นเพื่อสร้างความมั่นคงให้กับข้อมือทั้งทางด้าน volar และ dorsal โดยเฉพาะในการยึดแน่นระหว่างกระดูก scaphoid และ lunate ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มักเกิดความไม่มั่นคงเมื่อ SL ligament ได้รับบาดเจ็บอย่างรุนแรงและไม่สามารถซ่อมแซมได้

ในด้านเทคนิคการผ่าตัด เริ่มโดยการสร้างเส้นเอ็นใหม่ในตำแหน่งของ SL ligament และ volar STT ligament พร้อมทั้งเสริมการยึดด้าน dorsal ด้วยการสร้าง RTq ligament ขึ้นใหม่ โดยใช้ FCR graft ซึ่งจะถูกร้อยผ่านรูที่เจาะในกระดูก scaphoid จากด้าน volar ไป dorsal จากนั้นจึงยึด graft เข้ากับกระดูก lunate ด้วย suture anchor และเย็บเสริมกับ DRC ligament เพื่อเสริมความมั่นคงเพิ่มเติม และยึดกระดูกข้อมือด้วย K-wire ชั่วคราว ในระหว่างที่รอการสมานของเนื้อเยื่อ

ผลลัพธ์การใช้เทคนิค 3LT สามารถลดอาการปวดและฟื้นฟูการใช้งานของข้อมือได้อย่างมีประสิทธิภาพในระยะสั้น อย่างไรก็ตาม ผลในระยะยาวยังพบอัตราความล้มเหลวที่ค่อนข้างสูง และมีความเสี่ยงต่อการเกิดข้อเสื่อมตามมา[44] ซึ่งอาจทำให้ผู้ป่วยบางรายต้องเข้ารับการผ่าตัดแก้ไขซ้ำในอนาคต ด้วยเหตุนี้ การเลือกผู้ป่วยที่เหมาะสมกับเทคนิคนี้จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการรักษา

5. Scapholunotriquetral (SLT) Tenodesis[45] (Figure 21)

เป็นเทคนิคที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อรักษาการบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate (SL) ligament ชนิดเรื้อรัง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของภาวะข้อมือไม่มั่นคงในระยะยาว โดยได้รับการพัฒนาต่อยอดจากเทคนิค Brunelli และ three-ligament tenodesis เทคนิคนี้ใช้เส้นเอ็น flexor carpi radialis (FCR) ในการสร้างเส้นเอ็นใหม่เพื่อยึดตรึงกระดูกสามชิ้น ได้แก่ scaphoid, lunate และ triquetrum โดยเน้นการเสริมความแข็งแรงของทั้งโครงสร้างค้ำยันหลักและรอง เพื่อรักษาความมั่นคงของข้อมือ ลดโอกาสการเกิดข้อมือเสื่อมในอนาคต ในขณะที่ยังคงรักษาการเคลื่อนไหวให้ใกล้เคียงปกติมากที่สุด

เทคนิคการผ่าตัดนั้น ใช้ FCR graft มาสร้างเป็นเส้นเอ็นใหม่ในตำแหน่งของ SL ligament และ lunotriquetral (LT) ligament พร้อมทั้งเสริมความแข็งแรงของ DIC ligament จากนั้นจึงยึด graft เข้ากับกระดูก triquetrum โดยใช้ interference screw และเย็บเสริมกับ DIC ligament เพื่อเสริมความมั่นคงเพิ่มเติม และยึดหว่างกระดูก scaphoid และ capitate ด้วย K-wire ชั่วคราว เพื่อคงตำแหน่งของกระดูกไว้ระหว่างที่รอการสมานของเนื้อเยื่อ

SLT tenodesis ถือเป็นแนวทางการรักษาที่มีประสิทธิภาพสำหรับรักษาการบาดเจ็บเรื้อรังของเส้นเอ็น scapholunate ligament โดยฟื้นฟูความแข็งแรงทั้งโครงสร้างค้ำยันหลักและรอง สามารถรักษาการเคลื่อนไหวของข้อมือได้ดีในขณะที่ยังคงรักษาความมั่นคงของข้อมือในระยาว แต่มีข้อจำกัดด้านเทคนิคในการผ่าตัดมาก

6. Antipronation spiral tenodesis[1] (Figure 22)

เป็นเทคนิคการผ่าตัดที่พัฒนาขึ้นเพื่อรักษาภาวะความไม่มั่นคงรอบข้อกระดูกลูเนต (perilunate instability) โดยอาศัยหลักการสร้างโครงสร้างเส้นเอ็นใหม่ที่มีลักษณะบิดเป็นเกลียว (spiral configuration) เพื่อเสริมความมั่นคงของข้อมือและต้านแรงหมุนในทิศทาง pronation ที่อาจก่อให้

Figure 20. Garcia-Ilias Tenodesis (3LT).

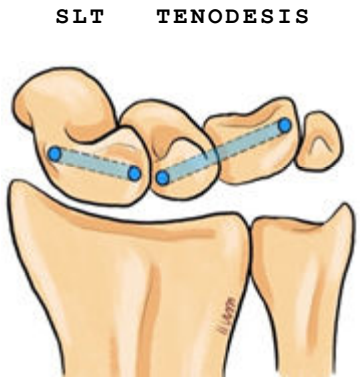

Figure 21. SLT Tenodesis.

Figure 22. Antispiral.

Figure 23. SL 360.

เกิดการคว่ำของกระดูก scaphoid, การหงายของ triquetrum และการบิดผิดแนวของข้อมือ ด้วยการใช้เส้นเอ็น flexor carpi radialis (FCR) graft เพื่อทดแทนหน้าที่ของเส้นเอ็น 6 เส้นเดิม ได้แก่ long radiolunate (LRL) ligament, dorsal lunotriquetral (LT) ligament, palmar lunotriquetral (LT) ligament, dorsal scapholunate (SL) ligament, dorsal intercarpal (DIC) ligament และ palmar scaphocapitate (SC) ligament โดยการจัดเรียงเอ็นใหม่นี้ในรูปแบบเกลียว เพื่อต้านแรงที่เกิดขึ้นในหลายทิศทาง เนื่องจากในผู้ป่วย perilunate instability ที่มีความไม่มั่นคงหลายจุดร่วมกัน การสร้างเส้นเอ็นทดแทนเพียงบางส่วนอาจไม่เพียงพอ จึงต้องมีการฟื้นฟูเส้นเอ็นทั้งกลุ่มร่วมกัน

ในแง่เทคนิคการผ่าตัด จะมีการสร้างเส้นเอ็นขึ้นใหม่ โดยใช้ FCR graft โดยวางผ่านจุดสำคัญต่าง ๆ รอบกระดูกข้อมือในลักษณะวนเป็นเกลียว เริ่มจากการนำ FCR graft ลอดผ่านจากด้าน volar ไปยังด้าน dorsal ของ scaphoid tubercle เพื่อทดแทนหน้าที่ของ palmar SC ligament จากนั้น FCR graft จะถูกนำไปยึดกับพื้นผิวด้าน dorsal ของกระดูก lunate โดยทำร่องรองรับและยึดด้วย bone anchor เพื่อทดแทนหน้าที่ของ dorsal SL ligament หลังจากนั้น FCR graft จะถูกร้อยผ่านกระดูก triquetrum จากด้าน dorsal ไปด้าน volar โดยในขั้นตอนนี้จะมีการยึดข้อกระดูก lunotriquetral ชั่วคราวด้วย K-wire เพื่อควบคุมแนวกระดูกและแรงตึงของ FCR graft ซึ่งทำหน้าที่ทดแทนทั้ง dorsal และ palmar LT ligament โดยการพาด FCR graft จาก dorsal lunate ผ่าน dorsal triquetrum ก่อนจะลงไปทางด้าน volar แล้วอ้อมกลับไปยัง radial styloid ลักษณะการวาง graft ในแนวเฉียงรอบ lunate แบบนี้ทดแทนหน้าที่ของ DIC ligament ปลายทางของ FCR graft จะถูกนำพาดลอดผ่าน carpal tunnel โดยลอดผ่านใต้ flexor digitorum profundus (FDP) และ flexor pollicis longus (FPL) เพื่อไปยังด้าน palmar-radial ของข้อมือและยึดกับกระดูก radial styloid โดยใช้ bone anchor หรือ transosseous suture ซึ่งส่วนนี้ทำหน้าที่ทดแทน LRL ligament และ radiocarpal (RC) ligaments ในบางกรณีอาจมีการต่อปลาย graft ไปยึดที่ Lister's tubercle เพื่อเสริมแรงยึดในแนว dorsal เพิ่มเติม antipronation spiral tenodesis ถือเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงในการฟื้นฟูความมั่นคงของข้อมือ โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีความไม่มั่นคงรอบข้อกระดูกลูเนต ผลลัพธ์ในระยะต้นพบว่าข้อมือมีเสถียรภาพดีขึ้น และสามารถป้องกันการทรุดของโครงสร้างกระดูกข้อมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม เทคนิคนี้ต้องอาศัยความชำนาญสูงและการเลือกผู้ป่วยอย่างเหมาะสม จึงจะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

7. Scapholunate ligament 360° procedure[46] (Figure 23)

เป็นเทคนิคการผ่าตัดที่ถูกออกแบบมาเพื่อรักษาภาวะ chronic scapholunate dissociation (SLD) โดยเฉพาะในกรณีที่สามารถดันแนวกระดูกกลับเข้าที่ได้ (reducible SL instability) จุดเด่นของเทคนิคนี้คือการสร้างเส้นเอ็นขึ้นใหม่รอบข้อ scapholunate joint ทั้งด้าน dorsal และ volar เพื่อเพิ่มความมั่นคงในทุกแนวการเคลื่อนไหว ได้แก่ coronal, sagittal และ axial planes

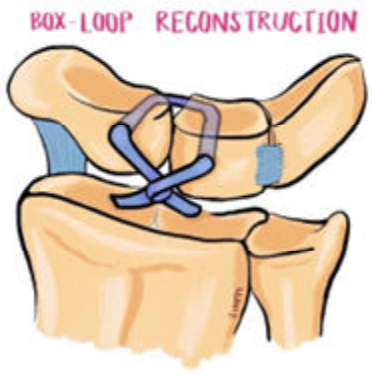

Figure 24. Arthroscopic-assisted Boxloop reconstruction.

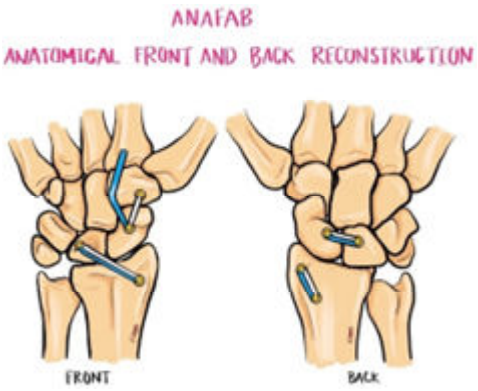

Figure 25. ANAFAB.

หลักการ SL 360 คือการเลียนแบบโครงสร้างของเส้นเอ็น scapholunate เดิมให้ใกล้เคียงที่สุด ป้องกันไม่ให้เกิดการคว่ำของกระดูก scaphoid (flexion deformity) และป้องการหงายของกระดูก lunate (DISI deformity) รวมถึงลดการใช้ K-wire ซึ่งมักจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อมือหลังการผ่าตัด ช่วยให้สามารถเริ่มกายภาพบำบัดได้เร็วขึ้น

ในแง่ของเทคนิคการผ่าตัด จะใช้เส้นเอ็น palmaris longus (PL) เป็น graft (หรือ plantaris allograft หากไม่มี) โดยจะนำมาทดแทนการทำงานของเส้นเอ็น scapholunate ทั้งด้าน dorsal และ volar โดยจะเริ่มจากการลอด PL graft ผ่านกระดูก lunate จาก dorsal ไป volar ซึ่งเป็นการสร้างเส้นเอ็นทดแทนการทำงานของ dorsal SL ligament ต่อจากนั้น PL graft จะถูกนำไปลอดผ่านกระดูก scaphoid จากด้าน volar ไปยัง dorsal เพื่อทดแทน volar SL ligament จากนั้น PL graft จะถูกลอดกลับผ่านกระดูก lunate อีกครั้งในทิศทางจาก dorsal ไปยัง volar เพื่อให้ PL graft พันโอบรอบกระดูก lunate ในลักษณะวงแหวน 360 องศา ซึ่งเป็นหลักการของเทคนิคนี้ โดยการจัดเรียงเช่นนี้ทำให้สามารถต้านแรงได้อย่างสมดุลทั้งด้าน volar และ dorsal และสามารถกระจายแรงทั่วข้อมืออย่างสม่ำเสมอ เพื่อเสริมความมั่นคงจะมีการใช้ internal brace ด้วย suture tape ร่วมกับการยึด PL graft ด้วย tenodesis screws ซึ่งช่วยเพิ่มแรงต้านทันทีหลังผ่าตัด ลดความจำเป็นในการใช้ K-wire และเอื้อให้สามารถเริ่มกายภาพบำบัดได้เร็วขึ้น ลดภาวะแทรกซ้อนจากการยึดข้อแบบดั้งเดิม ในกรณีที่ผู้ป่วยมีการเคลื่อนของกระดูก lunate ไปทาง ulnar (Taleisnik type II) ปลายของ PL graft ที่ออกมาทางด้าน volar อาจถูกนำไปยึดกับกระดูก distal radius เพื่อทดแทนการทำงานของ LRL ligament ซึ่งช่วยต้านแรงเคลื่อนของกระดูก lunate และยึดตำแหน่งให้อยู่ในแนวที่เหมาะสม SL 360 จัดเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูงในการรักษา chronic reducible SL instability โดยสามารถฟื้นฟูความมั่นคงของข้อในหลายทิศทาง ผลลัพธ์ในระยะแรกจากการติดตามผู้ป่วยแสดงให้เห็นถึงความพึงพอใจ และการฟื้นฟูการใช้งานของข้อมือที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อมูลระยะยาวเพียงพอที่จะยืนยันผลลัพธ์ในระยะยาว ทำให้ยังต้องรอผลการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

8. Arthroscopic-assisted box loop reconstruction for scapholunate ligament injuries[47] (Figure 24)

เป็นเทคนิคการผ่าตัดรักษาภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate (SL) ligament แบบบาดเจ็บน้อย (minimally invasive surgery) โดยอาศัยการส่องกล้องร่วมกับการสร้างเส้นเอ็นใหม่ในลักษณะที่เรียกว่า “box Loop” ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อฟื้นฟูความมั่นคงของข้อกระดูก scaphoid และ lunate ทั้งในด้าน dorsal และ volar โดยที่ยังคงรักษาเนื้อเยื่อรอบข้อไว้ให้มากที่สุด โดยข้อดีของการผ่าตัดส่องกล้องคือ ทำให้สามารถประเมินความกว้างของ SL gap, ความแข็งแรงของ SL ligament และการเคลื่อนผิดแนวของกระดูก โดยเฉพาะภาวะ DISI ซึ่งมักพบร่วมในผู้ป่วยที่มีภาวะ chronic scapholunate dissociation ได้ และลดการทำลายปลอกหุ้มข้อและลดความเสี่ยงต่อภาวะกระดูก scaphoid ขาดเลือด (avascular necrosis) ซึ่งเป็นภาวะแทรกซ้อนสำคัญในเทคนิคการผ่าตัดเปิดแบบทั่วไป

หลักการของ box loop reconstruction คือการนำ palmaris longus graft (หรือ palmaris longus allograft หากไม่มี) มาลอดผ่านกระดูก scaphoid และ lunate แล้วผูกในลักษณะคล้ายกล่อง (box-loop) รอบข้อเพื่อเลียนแบบการจัดเรียงของ SL ligament ในระนาบต่าง ๆ

ทั้ง dorsal และ volar เพื่อทำงานทดแทนเส้นเอ็นเดิม หลังจากนั้นจะยึดข้อกระดูก scaphoid และ capitate ชั่วคราวด้วย K-wire เพื่อรักษาแนวกระดูกระหว่างรอการสมานของเนื้อเยื่อ และมีการเย็บเสริม DCSS เข้ากับ graft (suture augmentation) ที่ด้าน dorsal ด้วย เพื่อเพิ่มความมั่นคงจากโครงสร้างเนื้อเยื่อเดิม โดยไม่จำเป็นต้องสร้าง flap เพิ่มเติม

เทคนิค arthroscopic-assisted box loop reconstruction จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจ เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่ต้องการหลีกเลี่ยงการผ่าตัดแบบเปิด และต้องการฟื้นฟูความมั่นคงของข้อ scapholunate joint ทั้งทาง dorsal และ volar อย่างไรก็ตาม แม้ผลลัพธ์ระยะสั้นจะได้ผลลัพธ์ที่ดี แต่ยังไม่มีข้อมูลระยะยาวเพียงพอ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาติดตามเพิ่มเติมเพื่อประเมินประสิทธิภาพในระยะยาว รวมถึงต้องใช้ทักษะและเทคนิคในการผ่าตัดสูง

9. Anatomical anterior and posterior reconstruction (ANAFAB) Technique[48] (Figure 25)

เป็นเทคนิคการผ่าตัดที่ออกแบบโดยอิงจากแนวคิด stable central column theory (SCCT) ซึ่งเน้นการฟื้นฟูความมั่นคงของแนวแกนกลางของข้อมือ โดยเฉพาะระหว่างกระดูก scaphoid และ lunate เพื่อป้องกันการเกิดภาวะข้อมือเสื่อม (SLAC wrist) ในผู้ป่วยที่มีภาวะการเคลื่อนของข้อชนิดเรื้อรัง

SCCT อธิบายว่าความมั่นคงของข้อมือขึ้นอยู่กับการรักษาความสัมพันธ์ของกระดูกแนวกลาง ได้แก่ radius, lunate, capitate และ third Metacarpal ซึ่งทำหน้าที่เป็นแกนหลักในการถ่ายแรงตามแนวแกนยาวของมือ โดยมี lunate เป็นกระดูกศูนย์กลาง (pivot bone) ที่รับและกระจายแรงไปยังโครงสร้างอื่น หาก lunate สูญเสียความสมดุลจากแรงยึดด้านใดด้านหนึ่ง เช่น จากกระดูก scaphoid ทางด้าน radial หรือ triquetrum ทางด้าน ulnar จะเกิดการเคลื่อนผิดแนว เช่น DISI deformity (dorsal intercalated segment instability) ซึ่งรบกวนกลไกการเคลื่อนไหวและการถ่ายแรงของข้อมือ นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของชีวกลศาสตร์และข้อเสื่อมในระยะยาว ดังนั้น SCCT จึงเน้นการฟื้นฟูความมั่นคงของ lunate ในทุกระนาบ (coronal, sagittal และ axial) ให้สมดุลทั้งด้าน radial และ ulnar

ในเทคนิคการผ่าตัด ANAFAB ใช้วัสดุผสม ได้แก่ flexor carpi radialis (FCR) graft และ synthetic tape โดยเริ่มจากการนำ FCR graft และ synthetic tape ร้อยผ่านกระดูก scaphoid จากด้าน volar ไป dorsal เพื่อทดแทน volar scaphotrapeziotrapezoid (STT) ligament จากนั้นปลายของ graft และ synthetic tape จะถูกยึดเข้ากับกระดูก trapezium ด้วย anchor suture เพื่อเลียนแบบตำแหน่งยึดของ STT ligament ด้าน distal ต่อมา graft และ synthetic tape จะลอดผ่านกระดูก lunate จาก dorsal ไป volar เพื่อฟื้นฟู dorsal SL ligament จากนั้นปลายของทั้งสองจะถูกนำไปลอดผ่าน radial styloid จาก volar ไป dorsal โดยออกที่บริเวณใกล้ Lister's tubercle เพื่อทดแทน LRL ligament ขั้นตอนสุดท้ายคือการยึดปลาย graft และ tape ที่ด้าน dorsal โดยยึดกับ dorsal lunate ด้วย PEEK interference screw และอีกด้านยึดกับ dorsal radius ด้วย anchor suture เพื่อทดแทนการทำงานของ DIC ligament

จุดเด่นของ ANAFAB คือไม่ต้องใช้ K-wire เพื่อยึดกระดูก ทำให้ลดโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น ข้อติดหรือติดเชื้อ รักษาการเคลื่อนไหวของข้อมือและทำให้สามารถเริ่มกายภาพบำบัดได้เร็วขึ้น อีกทั้งการฟื้นฟูโครงสร้างแบบสองระนาบ (dual-plane) ยังเป็นการเสริมความมั่นคงของ lunate ได้อย่างครบถ้วนตามแนวทางของ SCCT

ANAFAB จึงเป็นทางเลือกที่ในการรักษาภาวะ chronic scapholunate dissociation อย่างไรก็ตาม เทคนิคนี้มีความซับซ้อนสูงต้องอาศัยทักษะและความชำนาญในการผ่าตัด และยังจำเป็นต้องมีการศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพในระยะยาว

Table 12. สรุปเทคนิคในการเสริมสร้างซ่อมแซมเส้นเอ็น.

Procedures	Principles	Advantage	Short-term outcome	Long-term outcome	Limitation
Four-bone ligament reconstruction	ใช้ ECRB graft ร้อยผ่าน scaphoid, lunate, capitate, radius	เพิ่มความมั่นคงแบบรอบด้าน, ฟื้นการใช้งานดี	Significant improved SL gap and SL angle VAS improved from 6.7 to 3.4 Grip strength 84.0% of contralateral side Limit ROM[49]	Mean SL gap 3.3 mm Grip strength 73.0% of contralateral side 24.0% pain with light activity 35.0% pain with heavy activity Limit ROM 27.0% required wire removal due to irritation No patient need salvage procedure[39]	เทคนิคซับซ้อน มีความเสี่ยงที่จะเกิด bone collapse
Brunelli tenodesis	ใช้ FCR graft ผ่าน scaphoid ไปยึดกับ lunate และ radius ด้าน dorsal เพื่อป้องกัน DISI	ช่วยจัดแนว scaphoid และป้องกัน DISI/SLAC	11 of 13 absent of pain Grip strength 65.0% of contralateral side Limit wrist flexion (30.0% - 60.0% of contralateral side)[40]	ยังไม่มีผลการศึกษาในระยะยาว	จำกัดพิสัยการเคลื่อนไหวของข้อมือในแนว wrist flexion
Modified Brunelli	คล้าย Brunelli แต่ปรับตำแหน่งยึด graft ไปที่ยึดกับกระดูก lunate	คงพิสัยการเคลื่อนไหวของข้อมือในแนว wrist flexion ดีกว่า Brunelli ดั้งเดิม	VAS improved from 7.1 to 3.0 Grip strength 58.0% of contralateral side Limit ROM[41]	75.0% of patient report pain free Grip strength 85.0% of contralateral side Mean SL gap 2.8 mm Mean SL angle 63 degrees[42]	เทคนิคซับซ้อน
Three-ligament tenodesis (3LT)	ใช้ FCR graft เพื่อทดแทนการทำงานของ SL, STT และ RTq ligament	เสถียรภาพดีรอบด้าน ต้านการเคลื่อนหลายทิศทาง	74.0% no pain at rest Grip strength 65.0% of contralateral side Limit ROM 23.0% arthritis change seen[43]	Mean VAS 1/10 Grip strength 80.0% of contralateral side Return to work 80.0% Significant radiological deterioration 30.0% required salvage surgery (failure cases) 63.0% of successful case seen arthritic progression[44]	อัตราล้มเหลวสูงในระยะยาว อาจต้องผ่าซ้ำ

Table 12. (Cont.) สรุปเทคนิคในการเสริมสร้างซ่อมแซมเส้นเอ็น.

Procedures	Principles	Advantage	Short-term outcome	Long-term outcome	Limitation
Scapholunotriquetral (SLT) tenodesis	ใช้ FCR graft เพื่อทดแทนการทำงานของ SL และ LT ligament, เย็บ DIC ligament	รักษาแนว SL และ LT joint เคลื่อนไหวใกล้ปกติ	Relief pain Improved grip strength Decrease ROM Improved SL gap and SL angle[45]	ยังไม่มีผลการศึกษาในระยะยาว	เทคนิคซับซ้อน, ต้องควบคุมแนว graft ให้แม่นยำ
Antipronation spiral tenodesis	ใช้ FCR graft สร้างเส้นเอ็นใหม่ในลักษณะ spiral configuration เพื่อป้องกันการ pronation	ต้านแรง pronation ได้ใช้ได้ใน perilunate instability	Pain in extreme motion Grip strength 70.0% of contralateral side Returned to previous activity[1]	ยังไม่มีผลการศึกษาในระยะยาว	เทคนิคซับซ้อน
Scapholunate 360° (SL 360)	ใช้ PL graft เพื่อทดแทน dorsal และ volar SL ligament	ความมั่นคงรอบข้อ, ลดการใช้ K-wire, กายภาพเร็ว	Improved grip strength Improved ROM, functional score[46]	ยังไม่มีผลการศึกษาในระยะยาว	เทคนิคซับซ้อน
Box loop reconstruction	ใช้ PL graft เพื่อทดแทน dorsal และ volar SL ligament, และเย็บ DCSS ในลักษณะ “box-loop”	บาดเจ็บน้อย, รักษา SL gap, รบกวนเนื้อเยื่อน้อย	Improved pain from 8.3/20 to 1.7/20 Grip strength 84.0% of contralateral sideImproved ROM in all planes Average SL gap 2.9 mmNo further progression of arthritis change[47]	ยังไม่มีผลการศึกษาในระยะยาว	เทคนิคซับซ้อน
ANAFAB technique	ใช้ FCR graft และ synthetic tape เพื่อทดแทนเอ็นตามแนวกลางข้อมือตาม SCCT	ไม่ใช้ K-wire, dual-plane, คง ROM และตาม SCCT	Mean VAS 1/10 Grip strength 94.0% of contralateral side More than 75.0% recovery of ROM Mean SL gap 3 mm SL angle was between 30 - 60[48]	ยังไม่มีผลการศึกษาในระยะยาว	เทคนิคซับซ้อน

Axis method

1. Reduction and association of the scaphoid and lunate (RASL)[50] (Figure 26)

การผ่าตัดแบบ RASL (reduction and association of the scaphoid and lunate) เป็นเทคนิคที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อรักษาภาวะความไม่มั่นคงของข้อ scapholunate joint โดยมีเป้าหมายในการสร้างผังพืดยึดระหว่างกระดูกทั้งสอง เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวร่วมกันอย่างมั่นคง และป้องกันไม่ให้เกิดการทรุดตัวหรือแยกออกจากกัน โดยที่ยังคงการเคลื่อนไหวของข้อมือได้บางส่วน อีกทั้งเทคนิคนี้ยังไม่รบกวนโครงสร้างเนื้อเยื่อต่าง ๆ รอบข้างข้อมือ ทำให้สามารถพิจารณาทำการผ่าตัดเพิ่มเติมในอนาคตได้หากจำเป็น

เทคนิคนี้ใช้ Herbert’s screw ในการยึดระหว่างกระดูกให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและมั่นคง โดยไม่จำเป็นต้องสร้างเส้นเอ็นขึ้นใหม่ ในการผ่าตัดจะไม่มีการใช้ graft ใด ๆ และการยึดทั้งหมดอาศัยเพียงสกรู Herbert’s screw ที่ยึดระหว่างกระดูก scaphoid และ lunate โดยตรง

เทคนิคนี้มีข้อดีคือเทคนิคการทำไม่ซับซ้อน สามารถทำได้ง่าย ไม่ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญของศัลยแพทย์มากนัก

แม้ว่าในระยะสั้นจะพบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่มักมีอาการดีขึ้น และข้อมือมีความมั่นคงดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลจากการติดตามในระยะยาวกลับพบว่าอัตราความล้มเหลวของวิธีนี้ยังค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่เกิดภาวะแทรกซ้อนจากสกรู เช่น สกรูหักภายในระหว่างข้อ ซึ่งผ่าตัดนำออกยากและอาจทำให้กระดูก scaphoid และ lunate เชื่อมกันเอง ทำให้ไม่มีการเคลื่อนระหว่างกระดูกทั้งสองชิ้นได้เหมือนปกติ และอาจทำให้ข้อเสื่อมตามมาได้ หรือเมื่อเกิดการสูญเสียความมั่นคงระหว่างกระดูกที่เคยถูกยึดไว้ ส่งผลให้ผลลัพธ์ในระยะยาวค่อนข้างจำกัด และทำให้ความนิยมในการใช้เทคนิค RASL ลดลง

2. Scapholunate axis method (SLAM) for scapholunate reconstruction[51] (Figure 27)

เป็นวิธีการผ่าตัดที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขภาวะความไม่มั่นคงของข้อ scapholunate joint โดยเฉพาะในภาวะ chronic scapholunate dissociation หลักการของเทคนิคนี้ได้รับการพัฒนามาจาก RASL procedure โดยได้มีการปรับปรุงเพื่อแก้ไขปัญหาที่มักพบใน RASL โดยเฉพาะภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากการใช้สกรู เช่น การหลวมของสกรูหรือการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อรอบข้าง

SLAM มีหลักการในการฟื้นฟูความมั่นคงของข้อมือผ่านการสร้างความมั่นคงโดยการใช้ tendon graft ตามแนวแกนของการเคลื่อนไหว โดยทั่วไปจะเลือกใช้เส้นเอ็น palmaris longus (PL) และหากไม่พบ PL อาจใช้ flexor carpi radialis (FCR) แทน โดยการสอด graft ไปตามแนวแกนของกระดูก scaphoid และ lunate โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างความมั่นคงที่สมดุลทั้งด้าน dorsal และ volar ของข้อมือ ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการอ้าออกของ volar scapholunate joint หากทำการสร้างเฉพาะด้าน dorsal SL ligament เพียงด้านเดียว

ในแง่ของเทคนิคการการผ่าตัด SLAM จะใช้ suture anchor ยึด graft เข้ากับกระดูก lunate เพื่อเสริมความมั่นคง และใช้ PEEK interference screw สำหรับการยึด graft เข้ากับกระดูก scaphoid พร้อมกับยึดด้วย K-wire ชั่วคราวตามความเหมาะสม นอกจากนี้ส่วนปลายของ graft ที่เหลือยังเย็บเข้ากับด้าน dorsal ของ lunate เพื่อเพิ่มความมั่นคงโดยทำหน้าที่ทดแทนเอ็น dorsal SL ligament เทคนิค SLAM เป็นเทคนิคการผ่าตัดที่แก้ไขปัญหาความมั่นคงของเส้นเอ็นสำหรับการบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament ชนิดเรื้อรังได้ดี เนื่องจากแก้ไขความมั่นคงในหลายระนาบ และช่วยรักษาการเคลื่อนไหวของข้อมือและป้องกันการเกิดกระดูกข้อมือทรุด ผลลัพธ์ระยะแรกแสดงให้เห็นว่าสามารถลดอาการปวดและการใช้งานข้อมือที่ดีขึ้น แต่ยังต้องการศึกษาระยะยาวเพิ่มเติมเพื่อประเมินประสิทธิภาพของวิธีการนี้

Figure 26. RASL.

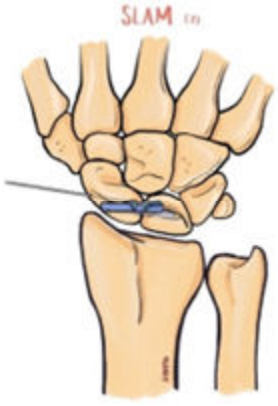

Figure 27. SLAM.

Table 13. สรุป Axis method.

Procedures	Principles	Advantage	short-term outcome	long-term outcome	Limitation
RASL (reduction and association of the scaphoid and lunate)	ใช้ Herbert's screw ยึดระหว่างกระดูก scaphoid และ lunate เพื่อสร้าง ผังพืด (fibrous union)	ไม่ต้องใช้ graft รักษาความมั่นคง ของข้อมือ ในระยะสั้น บาดเจ็บต่อโครงสร้าง รอบข้างน้อย	Widening of SL gap mean 4.5 mm Grip strength 77.0% of contralateral side Radiographic success 37.5%[52]	VAS 0.58 at rest Grip strength was comparable with contralateral side 80.0% ROM of flexion-extension Signification decrease of SL gap and SL angle[53]	มีปัญหาจากสกรู เช่น หลวมหรือ ระคายเคือง ผลลัพธ์ แตกต่างกัน ในแต่ละ การศึกษา
SLAM (scapholunate axis method)	ใช้ PL หรือ FCR graft ยึดตามแนวแกนของ กระดูกข้อมือ และ ยึดด้วย suture anchor, เย็บปลาย PEEK screw และ graft กับ dorsal SL ligament	สร้างความมั่นคงได้ ในหลายระนาบ ลดภาวะแทรกซ้อน จากสกรู คงการเคลื่อนไหว ของข้อมือบางส่วน ผลลัพธ์ระยะสั้นดี	Mean VAS 1.7 Grip strength 62.0% of contralateral side Mean SL gap 2.1 mm, SL angle 59 degrees Mean flexion 45 degrees, extension 56 degrees	ยังไม่มีผลการศึกษา ในระยะยาว	เทคนิคซับซ้อน

การจัดการหลังผ่าตัดและการฟื้นฟูสมรรถภาพ (post-operative management)

แนวทางการดูแลหลังผ่าตัดและการฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้ป่วยที่มีการบาดเจ็บของ scapholunate ligament มีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับเทคนิคการผ่าตัด ดุลยพินิจของศัลยแพทย์ และทีมกายภาพบำบัด อย่างไรก็ตาม Wolff AL. และคณะ[54] ได้เสนอกรอบแนวคิดที่ใช้หลักการด้าน wrist kinematics, dynamic stability, และ proprioception เพื่อวางแนวทางการฟื้นฟูอย่างมีระบบและสอดคล้องกับชีวกลศาสตร์ของข้อมือ

1. พลศาสตร์การเคลื่อนไหวของข้อมือ (wrist kinematics)

Dart-Thrower's Motion (DTM) ถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานของการจำกัดทิศทางการเคลื่อนไหวหลังผ่าตัด เนื่องจากเป็นแนวการเคลื่อนไหวแบบคู่ (coupled motion) จาก radial-extension ไป ulnar-flexion ซึ่งมีผลให้เกิดการหมุนของ scaphoid และ lunate น้อยที่สุดนำมาประยุกต์ใช้ในการรักษาหลังผ่าตัดโดยการออกแบบ custom orthosis ออกแบบให้จำกัดข้อมือให้อยู่ในระนาบ DTMเพื่อลดความเค้นต่อเส้นเอ็นที่กำลังสมาน โดยอิงจากข้อเสนอของ Garcia-Elias ที่แนะนำให้จำกัด radial-extension ในระยะแรกหลังผ่าตัด เพื่อลดแรงตึงของ **E**xtensor **C**arpi **U**lnaris (ECU) ซึ่งอาจเพิ่มช่องของข้อกระดูก scapholunate ได้

2. ความมั่นคงแบบไดนามิกจากกล้ามเนื้อ (dynamic stability)

บทบาทของกล้ามเนื้อในการควบคุมเสถียรภาพของ SL joint ถูกอธิบายโดย Garcia-Elias ผ่าน Kinetic Theory ซึ่งเสนอว่าตำแหน่งของ lunate ถูกกำหนดด้วยสมดุลระหว่างแรงงอและแรงเหยียดของกล้ามเนื้อรอบข้อมือ โดยจำแนกกล้ามเนื้อที่ส่งผลต่อความมั่นคงของข้อกระดูก scapholunate ซึ่งนำมาใช้ในการประยุกต์ฟื้นฟูหลังการผ่าตัด โดยการกระตุ้น (activation): กล้ามเนื้อกลุ่ม SL-friendly muscles: FCU, APB, ECRL, ECRB ซึ่ง กระตุ้นการเคลื่อนที่ของ scaphoid ไปทาง supination เพิ่มความมั่นคงของข้อกระดูก scapholunate โดยเฉพาะ wrist radial extensors และ FCU ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะ DTM และยับยั้ง (Inhibition): ลดการทำงาน SL-unfriendly muscles: FCR, ECU ซึ่งเป็นตัวเพิ่ม pronation ของ scaphoid ซึ่งอาจทำให้ช่องของข้อกระดูก scapholunate กว้างมากขึ้น เป้าหมายคือ Selective Muscle Reeducation เพื่อให้กล้ามเนื้อที่สนับสนุนความมั่นคงทำงานเด่นชัดขึ้น

3. การรับรู้อิริยาบถของข้อต่อ (proprioception)

Scapholunate ligament โดยเฉพาะส่วน dorsal มี mechanoreceptors จำนวนมากทำหน้าที่ตรวจจับการเปลี่ยนตำแหน่งของข้อมือและส่งสัญญาณผ่าน afferent pathways เพื่อกระตุ้น spinal reflexes ที่ช่วยเสริมความมั่นคงแบบอัตโนมัติ ความเสียหายต่อเส้นเอ็นและการตรึงข้อมือนานเกินไปอาจรบกวนระบบนี้และทำให้เกิดความไม่มั่นคงเรื้อรัง โดยความรู้ในเรื่องนี้สามารถนำมาประยุกต์ในการฟื้นฟูหลังการผ่าตัดด้าน proprioceptive training

กล่าวโดยสรุป การฟื้นฟูผู้ป่วยที่ผ่านการผ่าตัดซ่อมหรือสร้าง scapholunate ligament จำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับชีวกลศาสตร์ของข้อมือ การทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อ และระบบประสาทรับความรู้สึกของข้อ การผสมผสานการควบคุมการเคลื่อนไหวอย่างเหมาะสม การฝึกกล้ามเนื้อแบบจำเพาะและการเสริมสร้าง proprioception อย่างเป็นลำดับขั้น สามารถเพิ่มโอกาสของการสมานตัวที่มั่นคง อย่างไรก็ตาม แม้ว่ากลไกเหล่านี้มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์รองรับ แต่ยังขาดหลักฐานทางคลินิกที่ยืนยันชัดเจนถึงประสิทธิภาพในการป้องกันความไม่มั่นคงของ SL joint และต้องการการวิจัยเพิ่มเติม

***ภาวะแทรกซ้อนของ** scapholunate ligament reconstruction*

แม้ว่าในปัจจุบันความเข้าใจในกลไกการบาดเจ็บและพยาธิภาพที่เกิดขึ้นมากขึ้น รวมถึงความก้าวหน้าในการพัฒนาอุปกรณ์และเทคนิคการผ่าตัด แต่ผลการผ่าตัด scapholunate ligament reconstruction นั้นยังไม่ได้ผลลัพธ์ที่ดีตามที่คาดหวัง รวมถึงมีโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการผ่าตัดได้ ซึ่งภาวะแทรกซ้อนที่อาจจะเกิดขึ้นได้มีดังนี้[55]

*1. **ความไม่สมมาตรของเส้นเอ็น** volar scaphotrapezial ligament reconstruction (non-isometric volar volar scaphotrapezial ligament reconstruction)*

เส้นเอ็น volar scaphotrapezial ligament ถือเป็นเส้นเอ็นที่ให้ความมั่นคงกับข้อกระดูก scapholunate ซึ่งจากเทคนิคการผ่าตัดที่ได้กล่าวก่อนหน้านั้น มีทั้งเทคนิค Brunelli tenodesis, three ligament tenodesis รวมถึง anatomical front and back (ANAFAB) ที่พยายามจะสร้างเส้นเอ็น volar scaphotrapezial ligament ขึ้นมาใหม่ ซึ่งต้องเจาะกระดูก scaphoid เพื่อทำการลอด graft ไปยึดกับกระดูก trapezium จากศึกษาพบว่าปัญหาความไม่สมมาตรนั้นเกิดการเจาะกระดูก scaphoid ไม่ได้ตามแนวที่ถูกต้องโดยมักจะออกทางด้าน radial ที่ distal pole ของ scaphoid ซึ่งส่งผลให้เกิดความไม่สมมาตรขึ้นแล้วทำให้กระดูก scaphoid เกิดเคลื่อนในทิศทาง pronation ซึ่งตรงข้ามกับที่ต้องการ

*2. **ภาวะกระดูกตายและกระดูกหัก** (osteonecrosis and fracture)*

แม้ว่าการผ่าตัดสร้างเส้นเอ็น scapholunate ligament มีเป้าหมายเพื่อป้องกันภาวะข้อเสื่อมในระยะยาว แต่ในทางกลับกัน การผ่าตัดนี้ก็อาจนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงคือ ภาวะกระดูกตาย (0steonecrosis) รวมถึงกระดูกหัก ซึ่งส่งผลให้เกิดการยุบตัวของกระดูกข้อมือ (carpal collapse) ได้ถึงแม้ว่าอุบัติการณ์ที่แท้จริงยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด แต่คาดว่าน่าจะสูงกว่าที่คาดการณ์กันไว้[55]

สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนนี้ได้แก่ เทคนิคการผ่าตัดที่ไม่ถูกต้อง โดยเฉพาะการเจาะรูกระดูกที่มีขนาดใหญ่เกินไปทำให้มีโอกาสเกิดกระดูกหักหรือทำลายหลอดเลือด รวมถึงผลกระทบจากการผ่าตัดแบบเปิดที่ทำลายหลอดเลือด นอกจากนี้การใช้วัสดุที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ เช่น suture tape ก็อาจเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสียหายของหลอดเลือดในกระดูกข้อมือได้ด้วยเหตุนี้

จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องแจ้งให้ผู้ป่วยทราบถึงความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนกระดูกหักหรือกระดูกตายจากการผ่าตัดรักษาด้วยเทคนิคเหล่านี้

*3. **ภาวะเส้นเอ็นปลูกล้มเหลวและการถอนของวัสดุยึด** (graft and anchor failure)*

ความสำเร็จของการผ่าตัดสร้างเอ็นใหม่ (ligament reconstruction) ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์และความเข้ากันได้ของเส้นเอ็นที่ปลูก รวมถึงความมั่นคงของระบบการยึดตรึง แม้จะใช้เส้นเอ็นคุณภาพดีและดำเนินการผ่าตัดด้วยเทคนิคที่เหมาะสม แต่ยังมีปัจจัยหลายประการที่อาจนำไปสู่การล้มเหลวของเส้นเอ็นหรือวัสดุยึดได้

ในส่วนของ graft failure สาเหตุสำคัญ ได้แก่ การเลือกผ่าตัดที่ไม่ตรงกับข้อบ่งชี้ การสมานของเส้นเอ็นที่ไม่สมบูรณ์ และการตั้งความตึงของเส้นเอ็นมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้เส้นเอ็นเกิดการยืดตัวหรือฉีกขาดได้ นอกจากนี้ การเคลื่อนไหวระดับจุลภาคที่มากเกินไป (excessive micromotion) และคุณภาพเส้นเอ็นที่แตกต่างกัน ยังเป็นปัจจัยที่ลดทอนความแข็งแรงของเส้นเอ็นที่ปลูก สิ่งสำคัญคือเส้นเอ็นไม่ได้สมานภายในอุโมงค์กระดูก (osseous tunnel) แต่สมานกับเยื่อหุ้มกระดูก (periosteum) จึงทำให้ประโยชน์ของเทคนิค trans-osseous อาจมีจำกัด และการยึดติดแบบพื้นที่กว้างกับ periosteum (broad periosteal insertion) อาจให้ความมั่นคงมากกว่าในระยะยาว

สำหรับ anchor failure ถือเป็นปัญหาที่อาจทำให้การสร้างเอ็นใหม่ล้มเหลวทั้งหมด กลไกการล้มเหลว ได้แก่ การดึงถอนของวัสดุยึด (anchor pullout) ไหมเย็บขาด (suture rupture) หรือการสูญเสียความมั่นคงของการตรึงเมื่อเวลาผ่านไป โดยเฉพาะบริเวณช่องว่าง scapholunate (SL) ซึ่งต้องรับแรงสูงระหว่างการกำมือและการเหยียดข้อมือ ดังนั้น การเลือกชนิดของวัสดุยึด (anchor selection) และการกำหนดแนวการฝังที่ถูกต้อง (proper trajectory) จึงเป็นปัจจัยที่ช่วยลดความเสี่ยงได้อย่างมาก

ผลลัพธ์ของ graft หรือ anchor failure ได้แก่ การเกิดความไม่มั่นคงของ SL ซ้ำ (recurrent SL instability) อาการปวดเรื้อรัง และการสูญเสียการใช้งานของข้อมือ ซึ่งอาจต้องแก้ไขด้วยการผ่าตัดซ้ำ (revision procedures) ที่มีความซับซ้อน หรือใช้เทคนิคกู้ชีพ เช่น การเชื่อมข้อมือบางส่วน (partial wrist fusion)

4. การบาดเจ็บเส้นเอ็น extrinsic ligament โดยไม่ตั้งใจ (iatrogenic extrinsic ligament injury)

เส้นเอ็น extrinsic ligaments มีบทบาทสำคัญในการรักษาความมั่นคงของข้อมือ โดยเฉพาะในการควบคุมกลไกการเคลื่อนไหวของกระดูก scaphoid และ lunate การบาดเจ็บโดยไม่ตั้งใจต่อโครงสร้างเหล่านี้ระหว่างการผ่าตัดสร้างเส้นเอ็นผ่านการเจาะรูกระดูก (osseous tunnel) อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อความมั่นคงของข้อมืออย่างมีนัยสำคัญ

เส้นเอ็นหลักที่เกี่ยวข้องด้าน dorsal ได้แก่ radiotriquetral (RTq) และ dorsal intercarpal (DIC) ligaments ส่วนด้าน volar ประกอบด้วย radioscaphocapitate (RSC), short radiolunate (SRL) และ long radiolunate (LRL) ligaments โครงสร้างเหล่านี้จัดว่าเป็น secondary stabilizers แต่หลักฐานปัจจุบันชี้ว่าเป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทสำคัญต่อเสถียรภาพของ scapholunate มากกว่าที่เคยเข้าใจ

จากตำแหน่งที่อยู่ใกล้บริเวณที่ผ่าตัด extrinsic ligaments มีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บระหว่างขั้นตอนต่าง ๆ เช่น capsulotomy, การเจาะรูกระดูก, การลอดผ่าน graft หรือการใส่วัสดุยึด โดยเฉพาะในการผ่าตัดเปิดด้าน dorsal ซึ่งอาจกระทบต่อ RTq และ DIC ligaments การทำลายโครงสร้างเหล่านี้นำไปสู่การ flexion ของ scaphoid และ extension ของ lunate ทำให้เกิดลักษณะ DISI deformity ที่ทำให้อาการไม่มั่นคงของกระดูกข้อมือแย่ลง ในขณะเดียวกัน การบาดเจ็บด้าน volar อาจทำให้เกิด ulnar translation และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเสื่อมของข้อมือ

การบาดเจ็บของเส้นเอ็น extrinsic ligament โดยไม่ตั้งใจสามารถส่งผลให้เกิดอาการปวดเรื้อรัง การสูญเสียการรับรู้ตำแหน่ง (proprioception) และการฟื้นฟูกลไก scapholunate ที่ไม่สมบูรณ์ อีกทั้งอาจเร่งการพัฒนาเป็น SLAC เนื่องจากการกระจายน้ำหนักที่ผิดปกติ ผู้ป่วยอาจมีแรงกำมือลดลงและช่วงการเคลื่อนไหวจำกัด ส่งผลต่อการใช้งานในระยะยาว

ด้วยเหตุนี้ การป้องกันการบาดเจ็บ extrinsic ligament โดยไม่ตั้งใจจึงต้องอาศัยเทคนิคการผ่าตัดที่ละเอียด เช่น การพิจารณาใช้การผ่าตัดส่องกล้อง การใช้ fluoroscopy เพื่อดูแนวการเจาะรูกระดูก การหลีกเลี่ยงการเลาะเนื้อเยื่อเกินจำเป็น และการคงไว้ซึ่งการเกาะของเนื้อเยื่อ หากเกิดการบาดเจ็บขึ้น ควรซ่อมเส้นเอ็นโดยตรง เสริมความแข็งแรงด้วย graft หรือวัสดุสังเคราะห์หรือใช้เทคนิคเสริมความมั่นคงอื่นเพิ่มเติม

สรุป

หลังจากทำการทบทวนแนวทางการรักษาภาวะ chronic scapholunate ligament injury without arthritic change เป้าหมายหลักของการผ่าตัดคือการฟื้นฟูความมั่นคง การฟื้นฟูการเคลื่อนไหวของข้อมือ และให้ผู้ป่วยสามารถกลับมาใช้งานข้อมือได้อย่างเต็มที่ ตลอดเวลาที่ผ่านมามีการพัฒนาและนำเสนอเทคนิคการผ่าตัดตัดมากมาย เพื่อปรับปรุงผลลัพธ์ของการรักษาให้ดีขึ้น แม้ว่าจะมีการนำเสนอแนวทางปฏิบัติในการรักษาภาวะบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament

แต่ปัจจุบัน ยังไม่มีเทคนิคที่ถือเป็นวิธีมาตรฐาน (gold standard) สำหรับการรักษาภาวะการบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament

ความก้าวหน้าของเทคนิคการผ่าตัด เช่น การผ่าตัดสร้างเอ็นใหม่ และการผ่าตัดส่องกล้อง ช่วยให้สามารถฟื้นฟูเส้นเอ็น scapholunate ligament ได้อย่างแม่นยำและเป็นไปตามสรีระของข้อมือมากขึ้น อย่างไรก็ตามแม้ว่าวิธีการเหล่านี้ ส่งผลลัพธ์ที่ดีในระยะสั้น แต่ยังคงขาดข้อมูลสนับสนุนในระยะยาว นอกจากนี้เทคนิคการผ่าตัดเหล่านี้มีความซับซ้อนสูง และต้องการความชำนาญและทักษะในการผ่าตัด ทำให้การนำไปใช้ในวงกว้างยังคงเป็นเรื่องที่แพทย์ผู้ทำการผ่าตัดจำเป็นต้องมีประสบการณ์สูงและผ่านการฝึกฝนอย่างจนชำนาญเพื่อให้สามารถเลือกใช้เทคนิคที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยแต่ละรายได้ เนื่องจากความหลากหลายของลักษณะอาการ ข้อจำกัดเฉพาะของผู้ป่วยรวมถึงความชำนาญที่แตกต่างกันของศัลยแพทย์ การรักษาภาวะการบาดเจ็บของเส้นเอ็น scapholunate ligament จำเป็นต้องวางแผนการรักษาที่ปรับให้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดสำหรับการรักษาและการฟื้นฟูการทำงานของข้อมือในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

1. Chee KG, Chin AY, Chew EM, Garcia-Elias M. Antipronation spiral tenodesis—a surgical technique for the treatment of perilunate instability. J Hand Surg Am 2012;37:2611-8.
2. Wolfe SW, Kakar S. Carpal Instability. Green's operative hand surgery. Vol.1. 8th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2022. p. 488-562.
3. Wessel LE, Wolfe SW. Scapholunate Instability: Diagnosis and Management - Anatomy, Kinematics, and Clinical Assessment - Part I. J Hand Surg Am 2023;48:1139-49.
4. Berger RA. The ligaments of the wrist. Hand Clin 1997;13:63-82.
5. Wessel LE, Kim J, Morse KW, Loisel F, Koff MF, Breighner RE, et al. The dorsal ligament complex: A cadaveric, histology, and imaging study. J Hand Surg Am 2022;47:480 e1- e9.
6. Tommasini Carrara de Sambuy M, Burgess TM, Cambon-Binder A, Mathoulin CL. The Anatomy of the dorsal capsulo-scapholunate septum: a cadaveric study. J Wrist Surg 2017;6:244-7.
7. Mayfield JK. Mechanism of carpal injuries. Clin Orthop Relat Res 1980;149:45-54.
8. Zhou JY, Jodah R, Joseph LP, Yao J. Scapholunate Ligament Injuries. J Hand Surg Glob Online 2024;6:245-67.
9. Andersson JK. Treatment of scapholunate ligament injury: current concepts. EFORT Open Rev 2017; 2:382-93.
10. Chan K, Vutescu ES, Wolfe SW, Lee SK. Radiographs detect dorsal scaphoid translation in scapholunate dissociation. J Wrist Surg 2019;8:186-91.
11. Taleisnik J. Current concepts review. Carpal instability. J Bone Joint Surg Am 1988;70:1262-8.
12. Pliefke J, Stengel D, Rademacher G, Mutze S, Ekkernkamp A, Eisenschenk A. Diagnostic accuracy of plain radiographs and cineradiography in diagnosing traumatic scapholunate dissociation. Skeletal Radiol 2008;37:139-45.
13. Haerle M, Schmelzer-Schmied N, Lampert FM. Arthroscopic capsulodesis for the treatment of dynamic scapholunate dissociations. Tech Hand Up Extrem Surg 2023;27:95-9.
14. Overstraeten LV, Camus EJ, Wahegaonkar A, Messina J, Tandara AA, Binder AC, et al. Anatomical description of the dorsal capsulo-scapholunate septum (DCSS)-Arthroscopic staging of scapholunate instability after DCSS sectioning. J Wrist Surg 2013;2:149-54.
15. Hedspång M, Sagerfors M, Kakar S, Ryen L, Asklöf P, Reiser D. Dry needle arthroscopy of the wrist in an office setting: 15 cases. J Hand Surg Am. 2025;50:1524.e1-1524.e6..
16. Wessel LE, Wolfe SW. Scapholunate instability: diagnosis and management - classification and treatment considerations - Part 2. J Hand Surg Am 2023;48:1252-62.

17. Geissler WB. Arthroscopic management of scapholunate instability. J Wrist Surg 2013;2:129-35.
18. Messina JC, Van Overstraeten L, Luchetti R, Fairplay T, Mathoulin CL. The EWAS classification of scapholunate tears: an anatomical arthroscopic study. J Wrist Surg 2013;2:105-9.
19. White NJ, Rollick NC. Injuries of the scapholunate interosseous ligament: an update. J Am Acad Orthop Surg 2015;23:691-703.
20. Blatt G. Capsulodesis in reconstructive hand surgery. Dorsal capsulodesis for the unstable scaphoid and volar capsulodesis following excision of the distal ulna. Hand Clin 1987;3:81-102.
21. Moran SL, Cooney WP, Berger RA, Strickland J. Capsulodesis for the treatment of chronic scapholunate instability. J Hand Surg Am 2005;30: 16-23.
22. Berger RA, Bishop AT, Bettinger PC. New Dorsal capsulotomy for the surgical exposure of the wrist. Ann Plast Surg 1995;35:54-9.
23. Micicoi G, Micicoi L, Dreant N. Dorsal intercarpal ligament capsulodesis: a retrospective study of 120 patients according to types of chronic scapholunate instability. J Hand Surg Eur Vol 2020;45:666-72.
24. Szabo RM, Slater RR Jr, Palumbo CF, Gerlach T. Dorsal intercarpal ligament capsulodesis for chronic, static scapholunate dissociation: clinical results. J Hand Surg Am 2002;27:978-84.
25. Gajendran VK, Peterson B, Slater RR Jr, Szabo RM. Long-term outcomes of dorsal intercarpal ligament capsulodesis for chronic scapholunate dissociation. J Hand Surg Am. 2007;32:1323-33.
26. Mathoulin CL, Dauphin N, Wahegaonkar AL. Arthroscopic dorsal capsuloligamentous repair in chronic scapholunate ligament tears. Hand Clin 2011;27:563-72.
27. Lui H, Kakar S. Arthroscopic-Assisted volar scapholunate capsulodesis: a new technique. J Hand Surg Am 2022;47:1124 e1- e6.
28. Parikh HB, Shin SS. Capsulodesis with internal brace augmentation for treatment of static scapholunate instability. In: Yao J, editor. Carpal instability. Cham: Springer; 2024. p. 141-51.
29. Zeiderman MR, Sonoda LA, McNary S, Asselin E, Boutin RD, Bayne CO, et al. The biomechanical effects of augmentation with flat braided suture on dorsal intercarpal ligament capsulodesis for scapholunate instability. J Hand Surg Am 2021; 46:517 e1- e9.
30. Deshmukh SC, Givissis P, Belloso D, Stanley JK, Trail IA. Blatt's capsulodesis for chronic scapholunate dissociation. J Hand Surg Br 1999;24:215-20.
31. Kakar S, Lui H. Clinical outcomes of arthroscopic-assisted volar scapholunate capsulodesis: a case series. J Wrist Surg 2023;12:428-32.
32. Harvey EJ, Berger RA, Osterman AL, Fernandez DL, Weiss AP. Bone-tissue-bone repairs for scapholunate dissociation. J Hand Surg Am 2007;32:256-64.
33. Weiss AP. Scapholunate ligament reconstruction using a bone-retinaculum-bone autograft. J Hand Surg Am 1998;23:205-15.
34. Soong M, Merrell GA, Ortmann F 4th, Weiss AP. Long-term results of bone-retinaculum-bone autograft for scapholunate instability. J Hand Surg Am 2013; 38:504-8.
35. Harvey EJ, Hanel D. What is the ideal replacement for the scapholunate ligament in a chronic dissociation? Plast Surg 2000;8:143-6.
36. Harvey EJ, Sen M, Martineau P. A vascularized technique for bone-tissue-bone repair in scapholunate dissociation. Tech Hand Up Extrem Surg 2006;10:166-72.
37. van Kampen RJ, Bayne CO, Moran SL, Berger RA. Outcomes of capitohamate bone-ligament-bone grafts for scapholunate injury. J Wrist Surg 2015; 4:230-8.
38. Nakamura T, Abe K, Iwamoto T, Ochi K, Sato K. Reconstruction of the Scapholunate Ligament Using

Capitohamate Bone-Ligament-Bone. J Wrist Surg 2015;4:264-8.

39. Almquist EE, Bach AW, Sack JT, Fuhs SE, Newman DM. Four-bone ligament reconstruction for treatment of chronic complete scapholunate separation. J Hand Surg Am 1991;16:322-7.
40. Brunelli GA, Brunelli GR. A new technique to correct carpal instability with scaphoid rotary subluxation: A preliminary report. J Hand Surg Am 1995;20 3 Pt 2:582-5.
41. Van Den Abbeele KL, LOH YC, Stanley JK, Trail IA. Early results of a modified brunelli procedure for scapholunate instability. J Hand Surg Br 1998; 23:258-61.
42. Nienstedt F. Treatment of static scapholunate instability with modified Brunelli tenodesis: results over 10 years. J Hand Surg Am 2013;38:887-92.
43. Garcia-Elias M, Lluch AL, Stanley JK. Three-ligament tenodesis for the treatment of scapholunate dissociation: indications and surgical technique. J Hand Surg Am 2006;31:125-34.
44. Goeminne S, Borgers A, van Beek N, De Smet L, Degreef I. Long-term follow-up of the three-ligament tenodesis for scapholunate ligament lesions: 9-year results. Hand Surg Rehabil 2021;40:448-52.
45. Ross M, Loveridge J, Cutbush K, Couzens G. Scapholunate ligament reconstruction. J Wrist Surg 2013;2:110-5.
46. Kakar S, Logli AL, Ramazanian T, Gaston RG, Fowler JR. Scapholunate ligament 360° procedure. Bone Joint J 2021;103-B:939-45.
47. Ho PC, Wong CW, Tse WL. Arthroscopic-Ass combined dorsal and volar scapholunate ligament reconstruction with tendon graft for chronic sl instability. J Wrist Surgn 2015;4:252-63.
48. Sandow M, Fisher T. Anatomical anterior and posterior reconstruction for scapholunate dissociation: preliminary outcome in ten patients. J Hand Surg Eur Vol 2020;45:389-95.
49. Links AC, Chin SH, Waitayawinyu T, Trumble TE. Scapholunate interosseous ligament reconstruction: results with a modified Brunelli technique versus four-bone weave. J Hand Surg Am 2008;33:850-6.
50. Rosenwasser MP, Miyasajsa KC, Strauch RJ. The RASL procedure: reduction and association of the scaphoid and lunate using the herbert screw. Tech Hand Up Extrem Surg 1997;1:263-72.
51. Yao J, Zlotolow DA, Lee SK. ScaphoLunate axis method. J Wrist Surg 2016;5:59-66.
52. Larson TB, Stern PJ. Reduction and association of the scaphoid and lunate procedure: short-term clinical and radiographic outcomes. J Hand Surg Am 2014;39:2168-74.
53. White NJ, Raskolnikov D, Swart E, Rosenwasser MP. Reduction and association of the scaphoid and lunate (RASL): long-term follow-up of a reconstruction technique for chronic scapholunate dissociation. Orthop Proc 2012;94-B SUPP_XXXVIII:51.
54. Wolff AL, Wolfe SW. Rehabilitation for scapholunate injury: Application of scientific and clinical evidence to practice. J Hand Ther 2016;29:146-53.
55. Räsänen MP, Smith NC, Del Piñal F. Challenges and complications of trans-osseous carpal tenodesis for scapholunate ligament tears. J Hand Microsurg 2025;17:100338.