

# เอกสารคำสอน

ศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์อุบัติเหตุ 1 (3016832)

เรื่อง กระดูกข้อเท้าหัก

ผศ.ดร.นพ.ศรัณย์ ตันต์วิสุทธิ

ภาควิชาออร์โธปิดิกส์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## คำนำ

เอกสารคำสอนเรื่องกระดูกข้อเท้าหัก จัดทำขึ้นเพื่อใช้อ่านประกอบการบรรยายและใช้เป็นแนวทางศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมสำหรับรายวิชา 3016832 วิชา ศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์อุบัติเหตุ 1 ในเรื่องกระดูกข้อเท้าหัก ในแง่ของกายวิภาค ลักษณะการทำงาน การแบ่งแยกพยาธิสภาพและการรักษาผู้ป่วยจากอุบัติเหตุกระดูกหักในลักษณะนี้

ผู้เขียนได้พยายามเรียบเรียงเอกสารคำสอนด้วยถ้อยคำที่ง่ายต่อความเข้าใจและมีการปรับปรุงให้เข้ากับองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ประโยชน์สูงสุด

ผศ.ดร.นพ.ศรัณย์ ตันต์ทิวสุทธิ์

ภาควิชาออร์โธปิดิกส์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

คำนำ	ก
สารบัญ	ข
แผนการสอนฯ	ค
บทนำ	1
กายวิภาคและชีวกลศาสตร์ของข้อเท้า	1
กลไกการบาดเจ็บของกระดูกข้อเท้าหัก	2
ประวัติ อาการแสดงและการตรวจร่างกายในภาวะกระดูกข้อเท้าหัก	2
การส่งตรวจวินิจฉัยเพิ่มเติมในภาวะกระดูกข้อเท้าหัก	3
การแบ่งแยกพยาธิสภาพของภาวะกระดูกข้อเท้าหัก	6
การรักษาภาวะกระดูกข้อเท้าหัก	10
ภาวะแทรกซ้อนในการรักษากระดูกข้อเท้าหัก	16
บทสรุป	16
เอกสารอ้างอิง	17

## แผนการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูงทางวิทยาศาสตร์การแพทย์คลินิก

สาขาออร์โธปิดิกส์

รายวิชา 3016832

วิชา ศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์อุบัติเหตุ 1

เรื่อง กระดูกข้อเท้าหัก

ผู้สอน ผศ.ดร.นพ.ศรัณย์ ต้นดีทวีสุทธิ

### วัตถุประสงค์

1. นิสิตสามารถอธิบายถึงอุบัติการณ์และรายละเอียดของภาวะกระดูกข้อเท้าหักได้อย่างถูกต้อง
2. นิสิตสามารถให้การวินิจฉัย เลือกรักษาเฉพาะที่ที่เหมาะสม ทำการแบ่งแยกพยาธิสภาพได้อย่างถูกต้อง
3. นิสิตสามารถเข้าใจถึงกลไกการบาดเจ็บ และให้การดูแลรักษาได้อย่างถูกต้อง
4. นิสิตเข้าใจและสามารถระวัง ป้องกันผลไม่พึงประสงค์ที่เกิดจากภาวะกระดูกข้อเท้าหัก หรือจากการรักษาภาวะนี้ได้
5. นิสิตสามารถให้คำแนะนำการปฏิบัติตัวของผู้ป่วยทั้งในระหว่างที่บาดเจ็บและหลังการรักษาได้อย่างเหมาะสม

### วิธีการสอน

1. บรรยายกลุ่มย่อย สอนข้างเตียง
2. อธิบายโดยตรงระหว่างผู้สอนและนิสิต

### สื่อการสอน

1. LCD Projector
2. เอกสารคำสอน
3. ผู้ป่วยจริงและภาพถ่ายรังสี

การประเมินผล: การสอบ

## กระดูกข้อเท้าหัก

### บทนำ

ภาวะกระดูกข้อเท้าหัก คือ การที่มีกระดูกที่มาประกอบเป็นกระดูกข้อเท้าตั้งแต่ 1 ชิ้นขึ้นไปมีการแตกหัก ซึ่งจัดได้ว่าเป็นภาวะที่มีความชุกในการเกิดสูง โดยภาวะกระดูกข้อเท้าหักนั้นพบได้ประมาณ 10% ของกระดูกหักทั้งหมดในร่างกาย โดยพบว่ามีอุบัติการณ์ประมาณ 137 คนต่อประชากร 100,000 คนต่อปี<sup>1</sup> โดยมักพบในผู้ที่มีอายุประมาณ 45 ปี และในปัจจุบันพบว่าอุบัติการณ์การเกิดนั้นยิ่งเพิ่มมากขึ้นในผู้ป่วยที่อายุมากกว่า 65 ปี

การรักษาภาวะกระดูกข้อเท้าหัก จะต้องมีความเข้าใจในรูปแบบของกระดูกที่หัก แรงที่เข้ามากระทำทำให้กระดูกหัก รวมถึงการประเมินและดูแลเนื้อเยื่ออ่อนบริเวณข้อเท้า และโรคประจำตัวของผู้ป่วยที่อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของแผลหรือการสมานตัวของกระดูก

### กายวิภาคและชีวกลศาสตร์ของข้อเท้า

ข้อเท้าประกอบด้วยกระดูกสำคัญ 3 ชิ้นที่มาประกอบรวมกันเป็นกระดูกข้อเท้า ได้แก่ กระดูก tibia, กระดูก fibula และกระดูก talus โดยในกระดูก tibia และ fibula จะมีส่วนประกอบที่สำคัญที่ซึ่งจะรวมประกอบกันขึ้นเป็นข้อเท้า คือ Medial malleolus, Posterior malleolus และ Lateral malleolus โดยข้อเท้านั้นคือข้อที่เชื่อมระหว่าง tibia, fibula, talus และ syndesmosis joint (ข้อที่เชื่อมระหว่าง tibia และ fibula ซึ่งมีการเชื่อมกันด้วย ligament สำคัญหลายเส้น)

เมื่อข้อเท้ามีการรับน้ำหนัก น้ำหนักส่วนมากถึง 90% จะผ่านไปทาง tibial plafond ขณะที่น้ำหนักส่วนที่เหลือจะผ่านทาง lateral tibiofibular articulation โดยเราจะถือว่าข้อเท้ามีความมั่นคง (stable) เป็นปกติเมื่อ talus ขยับในรูปแบบที่เป็นปกติตลอดแนวการเคลื่อนที่ของข้อเท้าภายใต้ physiologic load<sup>2</sup> หากการบาดเจ็บใดไม่กระทบต่อความมั่นคงของข้อเท้า จะมีโอกาสรักษาได้สำเร็จโดยไม่ต้องรับการผ่าตัด ในทางตรงกันข้ามหากการบาดเจ็บทำให้เกิดภาวะไม่มั่นคงของข้อเท้า จะทำให้เกิดความผิดปกติของ dynamic joint surface contact area ซึ่งในระยะยาวจะนำไปสู่การบาดเจ็บของกระดูกอ่อนและความเสื่อมของข้อเท้าได้ในที่สุด<sup>3</sup> ผู้ป่วยในกลุ่มที่มีการบาดเจ็บและเกิดความไม่มั่นคงของข้อเท้าหรือเป็นกระดูกหักชนิดที่ไม่มั่นคง (unstable) จึงควรได้รับการรักษาด้วยการผ่าตัดเพื่อจัดเรียงกระดูกให้เข้าที่และใส่อุปกรณ์ยึดตามกระดูก จะได้ผลการรักษาที่ดีกว่า

### กลไกการบาดเจ็บของกระดูกข้อเท้าหัก

กลไกที่ทำให้เกิดการหักของกระดูกข้อเท้าแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

- แรงบิดหมุน (Rotational force)

เกิดจากการบิดหมุนของข้อเท้าโดยส่วนของเท้ายึดตรึงกับพื้นขณะที่ร่างกายส่วนบนถลไถไป ทำให้กระดูก talus ที่อยู่ภายในส่วนของ ankle mortise มีการเอียงหรือบิดหมุนอย่างฉับพลัน เกิดการบาดเจ็บของกระดูก และ เอ็นที่ยึดตรึงกระดูกข้อเท้าโดยรอบ โดยการบาดเจ็บเหล่านี้มักเกิดจากแรงกระทำที่ไม่รุนแรง (lower-energy injury) เช่น หกล้ม แต่บางครั้งอาจเกิดจากแรงกระทำที่รุนแรง (high-energy injury) ได้ เช่น ตกจากที่สูงหรืออุบัติเหตุในการจราจร โดยการบาดเจ็บที่มักพบร่วมด้วย ได้แก่ การบาดเจ็บของเอ็นร้อยหวาย, กระดูก metatarsal หัก, lateral process ของกระดูก talus หัก และการหักของ anterior process ของกระดูกสันเท้า ผู้ทำการรักษาจึงไม่ควรละเลยการตรวจวินิจฉัยในบริเวณดังกล่าวโดยละเอียด

- แรงกด (Axial compression)

ทำให้เกิดการกระแทกกันของส่วน plafond ของกระดูก tibia และ dome ของกระดูก talus เกิดเป็นการหักเข้าข้อ (intraarticular fracture) ของ distal tibia (Pilon fracture) ซึ่งมักมี articular และ metaphyseal comminution โดยบางครั้งรอยหักอาจสูงถึงส่วน diaphysis ได้ และมักพบว่ามีการหักของกระดูก fibula เกิดการหักร่วมด้วย โดยการบาดเจ็บมักเกิดจาก high-energy injury และมีการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อโดยรอบที่รุนแรง การบาดเจ็บอื่น ๆ ที่มักพบร่วมในกระดูกหัก ของข้อเท้าชนิดนี้ ได้แก่ talar injury, กระดูกสันเท้าหัก และการหักของกระดูกในส่วนอื่น ๆ ของเท้า รวมทั้งต้องตรวจหาการบาดเจ็บของกระดูกสันหลังและข้อสะโพกที่อาจพบร่วมด้วย

### ประวัติ อาการแสดงและการตรวจร่างกายในภาวะกระดูกข้อเท้าหัก

ผู้ป่วยที่ประสบภาวะกระดูกข้อเท้าหักมักจะมาพบแพทย์ด้วยประวัติอุบัติเหตุ หรือเกิดการบาดเจ็บที่ตำแหน่งข้อเท้า โดยอาจเป็นอุบัติเหตุที่ไม่รุนแรง เช่น สะดุดของแข็งหรือข้อเท้าพลิก หรืออุบัติเหตุที่รุนแรงอย่างอุบัติเหตุทางรถยนต์ก็ได้ แพทย์ผู้ทำการรักษาควรสอบถามประวัติเกี่ยวกับสถานะการใช้งานของข้อเท้าก่อนเกิดอุบัติเหตุ ลักษณะการใช้งานของข้อเท้าและวิถีชีวิตของผู้ป่วย, โรคประจำตัว เช่น เบาหวาน, โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทที่รับรู้บกพร่อง, neuropathy, ประวัติสูบบุหรี่ ซึ่งมีความสำคัญในการใช้ตัดสินใจเลือกการรักษาและบอกการพยากรณ์โรค (prognosis) ได้

การตรวจร่างกายของข้อเท้าควรทำอย่างรอบคอบ และตรวจโดยละเอียดทั้งบริเวณข้อเท้าเองและบริเวณข้างเคียง ได้แก่ ขาข้างที่เกิดเหตุขึ้นไปจนถึงบริเวณเข่าข้างเดียวกัน และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ตรวจในเท้าข้างเดียวกัน เนื่องจากอาจมีการบาดเจ็บหรือกระดูกหักที่เกิดร่วมกันได้ การตรวจร่างกายเริ่มด้วยการดูและสังเกตลักษณะภายนอกของข้อเท้า คือดูการผิดรูป ผลเปิด สีของผิวหนังและตำแหน่งที่มีการบวมหรือช้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินเนื้อเยื่ออ่อนโดยรอบข้อเท้า (soft tissue envelope) เช่น ดูความบวม ตึง ตุ่มน้ำ (blister) นอกจากนี้ผู้ทำการรักษาควรคลำหาจุดกดเจ็บไปตามตำแหน่งกายวิภาคสำคัญของบริเวณข้อเท้า เช่น medial malleolus, lateral malleolus, deltoid ligament, และ anterior talofibular ligament (ATFL) เป็นต้น รวมถึงการคลำหาจุดกดเจ็บตั้งแต่บริเวณเข่าข้างเดียวกันลงมาจนถึงปลายนิ้วเท้าทุกนิ้วในข้างเดียวกัน เพื่อหาการบาดเจ็บร่วมที่อาจมีด้วย เช่น midfoot sprain, proximal fifth metatarsal fracture, lateral talar process fracture, anterior process ของกระดูกสันเท้าหัก, เอ็นร้อยหวายขาด หรือ Maisonneuve fracture เป็นต้น ลำดับต่อมา ควรตรวจระบบชีพจรของบริเวณข้อเท้า ได้แก่ dorsalis pedis pulse, posterior tibial pulse และ capillary refill ตรวจระบบประสาททั้งในด้านกำลัง (motor power) และความรู้สึก (sensation, proprioception) เท่าที่อาการบาดเจ็บของผู้ป่วยจะเอื้ออำนวยให้ตรวจได้ โดยเปรียบเทียบกับข้างที่ปกติ

การตรวจพิเศษที่ควรทำในภาวะข้อเท้าหักมีหลายชนิด ซึ่งจะเป็นการตรวจเพื่อหาการบาดเจ็บร่วมที่อาจเกิดขึ้นได้พร้อมกับภาวะข้อเท้าหัก เช่น การบาดเจ็บหรือฉีกขาดของเอ็นร้อยหวาย (Achilles tendon injury), syndesmotom injury หรือการตรวจเพื่อวินิจฉัยความไม่มั่นคงของข้อเท้า การตรวจพิเศษดังกล่าว เช่น Thompson test<sup>4</sup> ใช้ตรวจเอ็นร้อยหวายว่ายังมีความต่อเนื่องกันของ Achilles tendon fiber อยู่หรือไม่ การตรวจนี้ทำโดยให้แพทย์ผู้ทำการตรวจร่างกาย ใช้มือบีบไปที่กล้ามเนื้อ gastrocnemius ของขาข้างที่ต้องการทำการตรวจ หากเอ็นร้อยหวายของผู้ป่วยไม่ขาดหรือขาดไม่สมบูรณ์ กล่าวคือยังมีความต่อเนื่องกันของ Achilles tendon fiber จะพบว่าขณะทำการบีบ เท้าของผู้ป่วยจะขยับในท่า plantar flexion หากบีบกล้ามเนื้อ gastrocnemius แล้วไม่เกิด plantar flexion ของเท้าข้างนั้นแปลว่ามีเอ็นร้อยหวายฉีกขาด, squeeze test<sup>5</sup> ใช้ตรวจ syndesmotom injury ทำโดยให้แพทย์ผู้ตรวจร่างกายทำการใช้มือบีบกระดูก fibula เข้าหากระดูก tibia โดยทำที่ตำแหน่ง proximal calf ซึ่งจะส่งผลให้เกิดอาการเจ็บของ syndesmotom ligament ที่บริเวณ distal tibial-fibular joint หากผู้ป่วยมีการบาดเจ็บหรือฉีกขาดที่ syndesmosis

### การส่งตรวจวินิจฉัยเพิ่มเติมในภาวะกระดูกข้อเท้าหัก

การส่งภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์เพื่อช่วยในการวินิจฉัยเป็นการส่งตรวจที่สำคัญซึ่งจะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ช่วยในการวินิจฉัย ภาพถ่ายรังสีวินิจฉัยมาตรฐานสำหรับข้อเท้าบาดเจ็บคือเอกซเรย์ข้อเท้าในท่า anteroposterior (AP), 15 degree internal rotation AP (mortise view) และท่า Lateral view (รูปที่ 1) การบาดเจ็บบริเวณข้อเท้านั้นจัดเป็นเหตุที่เกิดขึ้นบ่อย หากแพทย์ผู้ทำการรักษาต้องการส่งภาพถ่ายเอกซเรย์เพื่อทำการวินิจฉัยในทุกราย จะทำให้เกิดการส่งเอกซเรย์โดยไม่จำเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะส่งผลเสียต่อผู้ป่วยคือโดนรังสีโดยไม่มีเหตุอันควร เสียเวลา และเสียค่าใช้จ่าย จึงแนะนำให้ส่งตรวจเอกซเรย์หากมีข้อบ่งชี้ตาม Ottawa ankle rules<sup>6</sup> คือมีการปวดบริเวณ malleolus ด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองข้าง ร่วมกับมีอาการดังต่อไปนี้อย่างน้อย 1 อย่าง ได้แก่ อายุมากกว่า 55 ปี, ไม่สามารถลงน้ำหนักได้ หรือมี bone tenderness ซึ่งน่าจะเกิดจากการที่มีการบาดเจ็บของกระดูกในบริเวณนั้น ซึ่งการเลือกส่งเอกซเรย์วินิจฉัยตามข้อบ่งชี้นี้พบว่ามี cost effective และ reliability ที่ดี



**รูปที่ 1** ภาพถ่ายรังสีเอกซเรย์ของข้อเท้าในท่า AP view (A), Lateral view (B) และ mortise view (C)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าภาวะการบาดเจ็บของข้อเท้าและข้อเท้าหักอาจเกิดร่วมกับกระดูกหักบริเวณอื่น ดังนั้นหากการตรวจร่างกายบริเวณข้างเคียงมีเหตุให้สงสัยว่ามีการบาดเจ็บร่วม ควรพิจารณาส่งเอกซเรย์ของขา, เข่า หรือเท้าข้างเดียวกันเพิ่มเติม ด้วยตามความจำเป็น

การตรวจทางรังสีวิทยา จะมีค่า Parameter สำคัญต่าง ๆ ที่ต้องประเมินดังต่อไปนี้

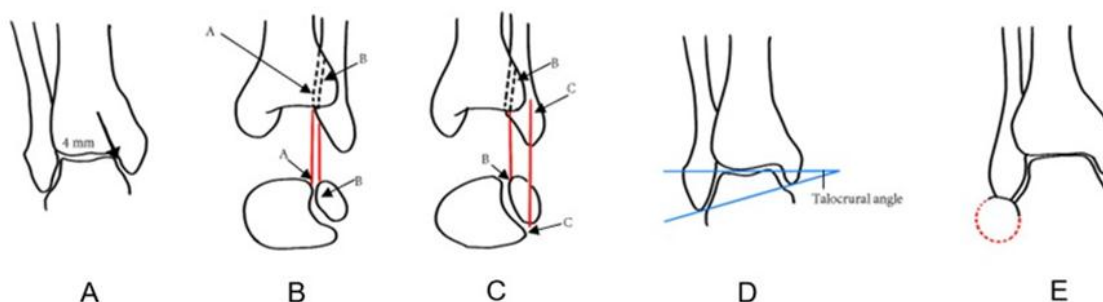
1. Medial clear space (รูปที่ 2A) ตามปกติระยะห่างระหว่าง talus ถึง tibial plafond บริเวณ superior และ medial ควรเท่ากันซึ่งแสดงถึง joint congruency ซึ่งจะส่งผลให้การกระจายแรงและน้ำหนักร่างกายลงสู่กระดูก talus เป็นไปอย่างปกติ หากระยะห่างทางฝั่ง medial (medial clear space) มีระยะเกิน 5 มิลลิเมตร หรือมีความแตกต่างจาก tibiotalar clear space เกินกว่า 2 มิลลิเมตร ถือว่ามีความผิดปกติ
2. Tibiofibular clear space (รูปที่ 2B) คือระยะห่างระหว่างกระดูก tibia และ fibular ที่ตำแหน่ง 1 เซนติเมตรเหนือ joint line ซึ่งหากพบว่ามีควมกว้างเกินกว่า 5 มิลลิเมตร ถือว่าผิดปกติ
3. Tibiofibular overlap (รูปที่ 2C) คือความกว้างของการซ้อนกันของกระดูก tibia และ fibula ที่ตำแหน่ง 1 เซนติเมตรเหนือ joint line ซึ่งหากพบว่ามีควมกว้างของการทับซ้อนกันของกระดูกทั้งสองชั้นน้อยกว่า 5 มิลลิเมตรในเอกซเรย์ท่า AP และน้อยกว่า 1 มิลลิเมตรในท่า mortise view แล้วจะถือว่ามีความผิดปกติ อย่างไรก็ตามมีข้อพึงระวัง คือการวัดระยะนี้มีความคลาดเคลื่อนได้สูงเนื่องจากความกว้างของการซ้อนกันจะขึ้นอยู่กับองศาการหมุนของข้อเท้าขณะถ่ายภาพเอกซเรย์
4. Talocrural angle (รูปที่ 2D) มีค่าเฉลี่ยประมาณ  $83 \pm 4$  องศา และควรวัดได้เท่ากับหรือใกล้เคียงกับข้อเท้าข้างปกติ
5. Ball sign (รูปที่ 2E) ใช้เพื่อประเมิน fibular length โดยหากความยาวของ fibular อยู่ในเกณฑ์ปกติจะพบว่า articular margin ของ distal fibular และ lateral process ของ talus จะขนานกันใน mortise view และมีระยะห่างเท่ากับ tibiotalar joint space และจะสามารถเห็น ball sign ได้ดังภาพ
6. การหักของ medial และ lateral malleolus โดยหาก medial malleolus มีการ displacement เกินกว่า 2 มิลลิเมตรจะถือว่ามีความเกินกว่า acceptable parameter ส่วน lateral malleolus นั้นหากพบว่ามี การสั้นลงเกินกว่า 2 มิลลิเมตรหรือมีการ displacement ไปทาง posterior หรือ proximal จะถือว่าไม่ acceptable
7. การหักของ Posterior malleolus จะถือว่าเกิน acceptable alignment หากขนาดของชิ้นกระดูกที่หักมีพื้นที่เกินกว่า 25%, มีการ displacement เกิน 2 มิลลิเมตรหรือเป็นการ subluxation ของ talus มาทาง posterior ซึ่งแสดงว่าชิ้นกระดูก posterior malleolus ที่หักนั้นมีส่วนสำคัญในการให้ความมั่นคงแก่ข้อเท้า และการหักที่เกิดขึ้น (แม้จะชิ้นเล็ก) ได้ส่งผลให้เกิดความไม่มั่นคงของข้อเท้าขึ้น

โดยภาพ x-ray ที่ปกติโดยไม่มีบาดเจ็บของ ligament ร่วมกับ มีลักษณะดังต่อไปนี้

- ไม่มีการสั้นลง (shortening) ของกระดูก fibula
  - Ball sign ปกติใน AP view
  - Talocrural angle อยู่ในช่วงปกติ ( $83^\circ$ ) ใน mortise view
- ไม่มีความผิดปกติของตำแหน่งการวางตัวของกระดูก talus ใน ankle mortise



- Articular surface ของกระดูก tibia และกระดูก talus วางตัวขนานกันตลอดแนว (symmetrical tibiotalar space)
- Medial clear space ควรเท่ากับ superior clear space ระหว่างกระดูก talus และกระดูก tibia และกว้างไม่เกิน 5 mm ใน mortise view
- ไม่มี anterior หรือ posterior subluxation ของกระดูก talus ใน lateral view
- ไม่มี tilting ของกระดูก talus (talar tilt angle  $< 2$  mm) ใน mortise view
- ไม่มีการกว้างขึ้นของ syndesmosis
  - Tibiofibular clear space  $> 5$  mm และ tibiofibular overlap  $< 5$  mm ใน AP view
  - Tibiofibular overlap  $< 1$  mm ใน mortise view



รูปที่ 2 แสดง parameter ที่สำคัญต่าง ๆ ในการประเมินภาพรังสีเอกซเรย์ของข้อเท้าได้แก่ medial clear space (ลูกศรชี้ในภาพ A), tibiofibular clear space คือระยะระหว่างลูกศร A และลูกศร B ในภาพ B, tibiofibular overlaps คือระยะระหว่างลูกศร B และลูกศร C ในภาพ C, talocrural angle (D) และ ball sign (E) [ดัดแปลงจาก Rockwood and Green's fracture in adults, eight edition, Chapter 59 ankle fracture by White TO. and Bugler KE., page 2558-2559.]

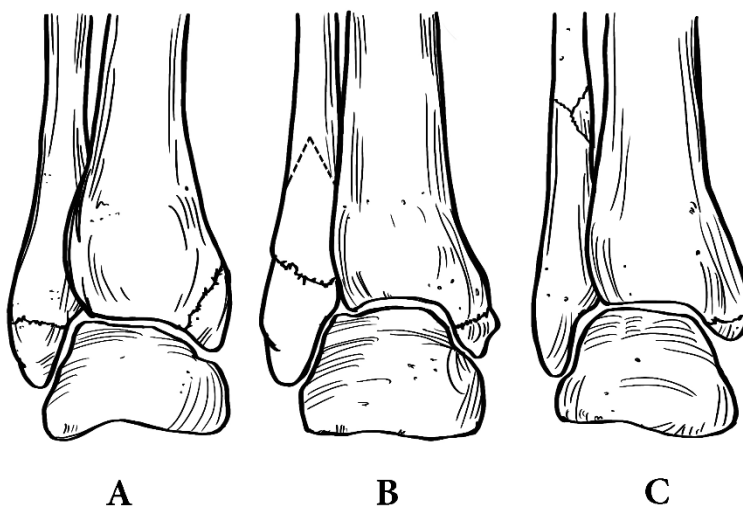
การตรวจด้วย CT scan ให้ข้อมูลเพิ่มเติมในลักษณะภาคตัดขวาง (cross section) ในหลายแกน ซึ่งให้ประโยชน์ในแง่ของการบอกตำแหน่งที่เกิดการหักอย่างชัดเจนมากขึ้น, เห็นแนวการหักของกระดูก, ขนาดชิ้นของกระดูกที่หัก, การ impaction ของกระดูกที่หัก, relationship ของ tibia-fibula-talus รวมถึงแสดงให้เห็นการบาดเจ็บหรือรายละเอียดการหักของกระดูก talus ด้วย ดังนั้นจึงควรพิจารณาส่ง CT scan เป็นพิเศษในกรณีที่มี pilon fractures, high energy injury, chronic ankle sprain, subtalar injuries หรือ posterior malleolar fractures เพื่อประเมินลักษณะของ articular surface, bone impaction และขนาดของ fragment และยังได้ประโยชน์ในกลุ่มที่สงสัยว่ามีการบาดเจ็บของกระดูก talus ร่วมด้วย นอกจากนี้ยังสามารถใช้ตรวจ reduction ของกระดูก tibia-fibula ใน syndesmotic injury ภายหลังการรักษา

การตรวจด้วยเครื่อง fluoroscopy สามารถให้ข้อมูลในลักษณะที่เป็น real time ซึ่งมีประโยชน์ช่วยในการ guide reduction, ตรวจผลของการ reduction และช่วยประเมินความมั่นคงของข้อเท้าได้ ส่วนการตรวจ MRI นั้นส่วนมากใช้เพื่อประเมินการบาดเจ็บของ tendinous structure มากกว่า ซึ่งจะมีประโยชน์ในผู้ป่วยที่มี chronic pain ของข้อเท้า ซึ่งจะช่วยในการตรวจวินิจฉัย chronic ligament rupture หรือการบาดเจ็บของกระดูกอ่อนเป็นต้น

### การแบ่งแยกพยาธิสภาพของภาวะกระดูกข้อเท้าหัก

การแบ่งแยกพยาธิสภาพสำหรับข้อเท้าหักที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย 3 ชนิด คือ Danis-Weber classification, AO Foundation/ Orthopaedic Trauma Association (AO/OTA) classifications และ Lauge-Hansen classification

- **Danis-Weber classification**<sup>7</sup> เป็นการแบ่งแยกพยาธิสภาพที่เรียบง่ายไม่ซับซ้อน โดยดูระดับ (level) ที่เกิดการหักของกระดูก fibular ซึ่งผู้แนะนำการแบ่งแยกพยาธิสภาพนี้เชื่อว่ามีความสัมพันธ์กับการเกิดการบาดเจ็บของ syndesmosis อย่างไรก็ตามการแบ่งแยกพยาธิสภาพชนิดนี้มีข้อด้อย คือ level ของการหักของกระดูก fibular นั้นไม่ได้สัมพันธ์กับ syndesmosis เสมอไป และไม่ได้มีการพิจารณาถึงการบาดเจ็บของกระดูกและเส้นเอ็นของด้าน medial, Danis-Weber classification แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด (รูปที่ 3) คือ
  - Type A กระดูก fibular หักต่ำกว่าระดับ syndesmosis
  - Type B กระดูก fibular หักในระดับเดียวกับ syndesmosis
  - Type C กระดูก fibular หักในระดับสูงกว่า syndesmosis

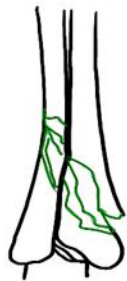


รูปที่ 3 แสดง Danis-Weber classification type A (A), type B (B) และ type C (C) [ดัดแปลงจาก Harper MC. Ankle Fracture Classification Systems: A Case for Integration of the Lauge-Hansen and AO Danis-Weber schemes. Foot Ankle 1992; 13:404-407.<sup>7</sup>]

AO/OTA classification<sup>7</sup> (รูปที่ 4) ใช้พื้นฐานจาก Danis-Weber classification โดยใช้สัญลักษณ์ 43 แทนการหักของกระดูกบริเวณข้อเท้า หลังจากนั้นจะมีการเติม subtype ตามหลังชนิดของกระดูกหักที่ได้กล่าวไปข้างต้น เพื่อ

บรรยายลักษณะเฉพาะของกระดูกหักชนิดนั้น ๆ โดย 43-A จะเป็นกระดูกข้อเท้าหักชนิดที่ไม่เข้าข้อ, 43-B เป็นกระดูกข้อเท้าหักที่มีการเข้าข้อบางส่วน (partial articular) และ 43-C คือกระดูกหักที่เข้าข้ออย่างสมบูรณ์ (Complete articular)

#### 43-A extra articular fracture



43-A1  
simple



43-A2  
wedge



43-A3  
complex

#### 43-B partial articular fracture



43-B1  
pure split

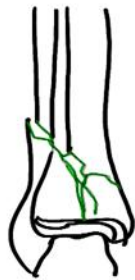


43-B2  
split-depression



43-B3  
multifragmentary  
depression

#### 43-C complete articular fracture



43-C1  
articular simple,  
metaphyseal simple



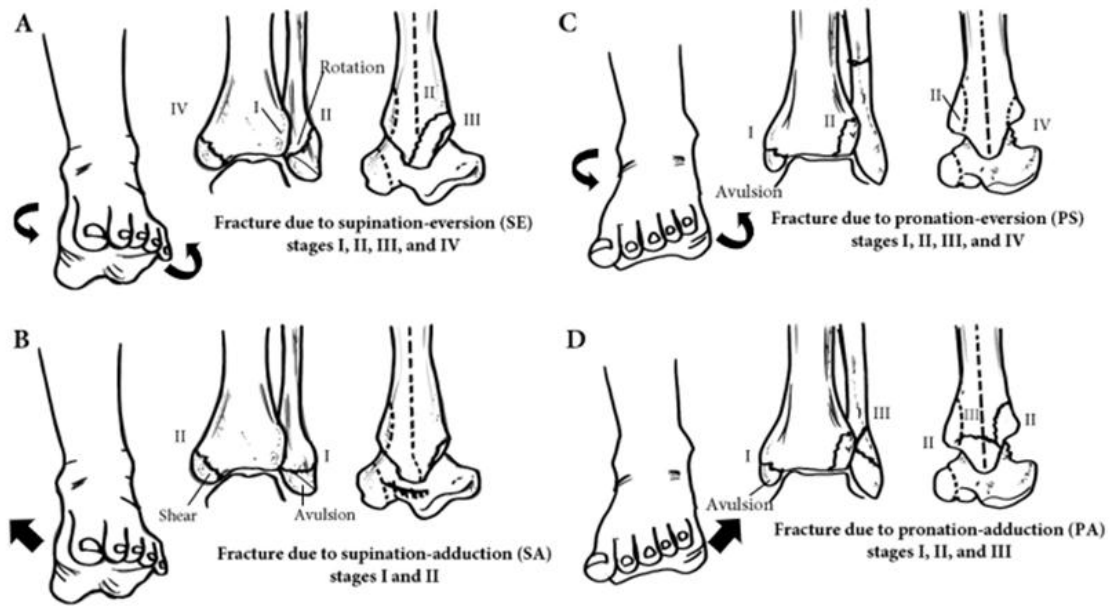
43-C2  
articular simple,  
metaphyseal multifragmented



43-C2  
articular  
multifragmented

**รูปที่ 4** แสดง AO classification ของกระดูกข้อเท้าหัก [ดัดแปลงจาก Harper MC. Ankle Fracture Classification Systems: A Case for Integration of the Lauge-Hansen and AO Danis- Weber schemes. Foot Ankle 1992; 13:404-407.<sup>7</sup>]

- **Lauge - Hansen classification**<sup>8</sup> (รูปที่ 5) เป็นการแบ่งแยกพยาธิสภาพที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย การจำแนกพยาธิสภาพด้วยวิธีนี้ใช้หลักในการแบ่งจากกลไกที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บ (injury mechanism) โดยจะบ่งบอกถึงตำแหน่ง ทำของเท้าขณะที่เกิดการบาดเจ็บ และแรงที่มากระทำกับข้อเท้า ณ ขณะนั้น (deforming force) โดยแบ่งออกเป็น 4 แบบ
  - Supination external rotation (SER)
    - Stage I: กระดูก talus มีการหมุนออกนอกทำให้เกิดการบาดเจ็บของเอ็น anterior-inferior tibiofibular (AITFL) หรือ anterior syndesmosis
    - Stage II: การหมุนของข้อเท้าเกิดต่อเนื่องทำให้เกิดการหักของกระดูก fibula ส่วนปลายลักษณะเป็น oblique fracture ในแนว anteroinferior ไปยัง posterosuperior การบาดเจ็บลักษณะนี้ข้อเท้ายังไม่เสียความมั่นคง กระดูก lateral malleolus ที่หักอาจไม่เคลื่อนหรือเคลื่อนเพียงเล็กน้อย จึงมักรักษาได้ด้วยการใส่เฝือก
    - Stage III: มีการฉีกขาดของเอ็น tibiofibular ทางด้านหลัง (PITFL) หรือมี posterior malleolar fracture
    - Stage IV: มีการฉีกขาด ของเอ็น deltoid หรือมีการหักของ medial malleolus
  - Supination adduction (SAD)
    - stage I: การมี adduction ของ hindfoot ทำให้ talofibula ligament rupture หรือมี transverse fracture ของ distal fibula ยังจัดเป็น stable injury
    - stage II: กระดูกข้อเท้าไปกระทบแก้มข้อของกระดูกแข้งส่วนปลายเกิดการหักของ medial malleolus ในแนว vertical จัดเป็น unstable injury
  - Pronation abduction (PAB)
    - Stage I: abducting talus ทำให้เกิด transverse fracture ของ medial malleolus หรือ deltoid ligament rupture.
    - Stage II: หากยังมีแรงกระทำต่อเนื่องจะทำให้มีการฉีกขาดของ AITFL หรือไปกระทบขาจนเกิด การหักของ tubercle of Chaput
    - Stage III: comminuted fracture ของ fibula ที่ตำแหน่ง syndesmosis หรือเหนือต่อ syndesmosis
  - Pronation external rotation (PER)
    - Stage I: มีการฉีกขาดของเอ็น deltoid หรือมีการหักของ medial malleolus
    - Stage II: มีการฉีกขาดของ anterior syndesmosis หรือมีการกระชากของ syndesmosis ทำให้มีการหักเคลื่อนออกของปุ่มกระดูก Chaput
    - Stage III: oblique หรือ spiral fracture ของ fibula
    - Stage IV: เอ็น syndesmosis ด้านหลังฉีกขาด หรือเกิดการหักของ posterior malleolus



รูปที่ 5 แสดง Lauge-Hansen classification โดยภาพ A แสดงการบาดเจ็บแบบ supination-eversion, ภาพ B แสดงการบาดเจ็บแบบ pronation-eversion, ภาพ C แสดงการบาดเจ็บแบบ supination-adduction และภาพ D แสดงการบาดเจ็บแบบ pronation-adduction [ดัดแปลงจาก Lauge-Hansen N. Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations. Arch Surg. 1950;60(5):957-985.<sup>8]</sup>

### การรักษาภาวะกระดูกข้อเท้าหัก

หลักการรักษาเบื้องต้นของภาวะกระดูกข้อเท้าหักซึ่งอาจเกิดร่วมกับข้อเท้าเคลื่อนหรือหลุดก็ได้ นั้น เริ่มต้นด้วยการจัดตั้งกระดูกให้เข้าที่ (reduction) และ immobilization

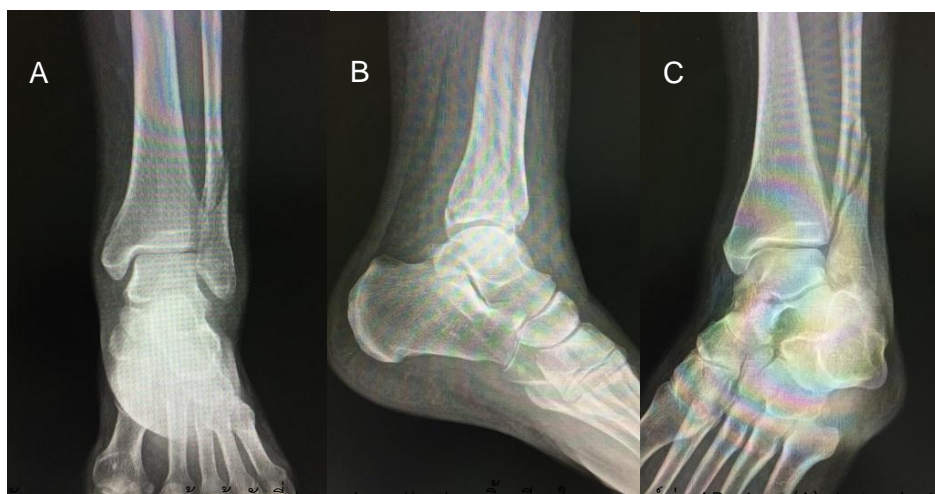
- กระดูกต่าตุ่มด้านในหักอย่างเดียว (Isolated fracture of medial malleolus)

ผู้ป่วยควรได้รับการถ่ายภาพรังสี full-length ของกระดูก tibia และ fibula เพื่อตรวจดูให้แน่ใจว่าไม่มี proximal fibular fracture ร่วมด้วย (Maisonneuve fracture) ส่วนในกรณีที่เป็นกระดูกหักชนิดไม่เคลื่อนที่ (nondisplaced fracture) สามารถรักษาโดยการใส่เฝือกได้ แต่ในรายที่มี displacement มากกว่า 2 mm ควรได้รับการรักษาโดยการผ่าตัดเพื่อป้องกันภาวะ incongruity, varus talar tilt และ nonunion

- กระดูกต่าตุ่มด้านนอกหักอย่างเดียว (Isolated fracture of lateral malleolus) (รูปที่ 6)

ผู้ป่วยที่มีกระดูกหักแบบนี้มักมีข้อเท้าที่ยังมีความมั่นคง (stable) อยู่โดยกระดูกหักประเภทนี้หมายถึงไม่มีการบาดเจ็บร่วมของกระดูกชิ้นอื่นของข้อเท้า เช่น medial malleolus, posterior malleolus, disruption ของ ankle mortise และไม่มีการบาดเจ็บของเส้นเอ็นฝั่ง medial จากการตรวจร่างกายด้วย

กระดูกหักในลักษณะนี้สามารถรักษาด้วยวิธีแบบไม่ผ่าตัดโดยการ immobilize ด้วย short leg walking cast หรือ walking boot ก็ได้<sup>10</sup> แต่หากกระดูกที่หักมีการเคลื่อนที่มาก ควรพิจารณาทำการผ่าตัดเช่นกัน



รูปที่ 6 แสดงลักษณะของกระดูกข้อเท้าหักที่ lateral malleolus ซึ่งเดอวีในเอกซเรย์ทำ AP view (A), Lateral view (B) และ Mortise view (C)

- กระดูกตาคู่ด้านในและด้านนอกหัก (Bimalleolar Fractures)

หมายถึงการแตกหักของ medial และ lateral malleolus ในอดีตกรณีที่กระดูกที่หักไม่เคลื่อนที่หรือสามารถจัดเรียงกระดูกที่หักเข้าที่ได้สำเร็จสามารถรักษาแบบไม่ผ่าตัดได้ แต่จากการศึกษาในพบว่ากระดูกข้อเท้าหักประเภทนี้มีโอกาสเกิดการเคลื่อนที่ของกระดูกในภายหลังสูง ประกอบกับการที่ต้องรักษาโดยการใส่เฝือกเป็นเวลานาน และต้องติดตามตรวจเอกซเรย์บ่อยครั้ง ในระยะหลังวิธีการรักษาแบบไม่ผ่าตัดในกระดูกหักลักษณะนี้จึงเสื่อมความนิยมลงไป<sup>11, 12</sup> และมักถูกใช้ในผู้ป่วยที่มีไม่สามารถเข้ารับการรักษาได้เท่านั้น<sup>13, 14</sup> เนื่องจากโดยธรรมชาติกระดูกที่หักในลักษณะของ bimalleolar fracture มีลักษณะที่มีความไม่มั่นคง (unstable) ในปัจจุบันจึงแนะนำให้ทำการรักษาด้วยการผ่าตัดเปิดเข้าไปยึดตามกระดูก (รูปที่ 7) เนื่องจากมี predictable results และผู้ป่วยเริ่มขยับข้อเท้าทำกายภาพบำบัดได้เร็วกว่ามาก โดยมีข้อควรระวังคือหากข้อเท้าบวมมาก ควรรอให้ soft tissue พริ้ม และยุบบวมดีก่อนทำผ่าตัด โดยมากจะทำการผ่าตัดเข้าจัดเรียงและยึดตามกระดูกทางด้าน lateral malleolus ก่อนแล้วจึงทำด้าน medial malleolus ภายหลัง อย่างไรก็ตามหากไม่สามารถจัดเรียงกระดูก lateral malleolus แบบ anatomical reduction ได้ อาจเกิดจากมีชิ้นกระดูกที่แตกหักทางด้าน medial malleolus ขัดขวางการจัดเรียงกระดูกอยู่ หากเกิดเหตุในลักษณะนี้ ควรผ่าตัดเข้าไปจัดการกับสิ่งที่ขัดขวางและยึดตามกระดูกฝั่ง medial malleolus ให้เรียบร้อยก่อนแล้วจึงย้อนกลับมาทำ lateral malleolus ในภายหลัง

กระดูกข้อเท้าหักชนิด Bimalleolar equivalent คือกระดูก lateral malleolus หักร่วมกับการฉีกขาดของเส้นเอ็น deltoid ของข้อเท้าฝั่ง medial การรักษามักทำโดยการผ่าตัดยึดตามกระดูก lateral malleolus หลังจากนั้นให้ทำการประเมิน ankle congruency ถ้าข้อเท้ามี congruency ที่ดีสามารถ immobilize ข้อเท้าด้วยเฝือกหรือ brace เพื่อรักษา deltoid ligament ได้ แต่หากข้อเท้าไม่ congruent หรือทำ gravity stress view radiographic study แล้วให้ผลบวก ควรทำ medial exploration เพื่อนำเอา deltoid ligament ที่ขาดและขัดขวางการเข้าที่ของข้อเท้าออก และทำการ repair deltoid ligament หรือ ligament augmentation<sup>15</sup>



รูปที่ 7 แสดง Bimalleolar fracture (A, B) ที่ได้รับการรักษาด้วย ORIF with plate and screws และ syndesmosis screw (C, D)

- Trimalleolar Fractures

คือ Bimalleolar Fractures ที่เกิดร่วมกับ posterior malleolus ซึ่งสาเหตุของการหักของ posterior malleolus นั้นเกิดจากการ avulsion จากการดึงของ posterior-inferior tibiofibular ligament ที่เกาะอยู่กับ distal fibular fracture fragment ซึ่งหากบริเวณที่หักมีขนาดเกิน 25% ของ tibial plafond articular surface หรือยังมี displacement เกินกว่า 2 มิลลิเมตรหลังจากทำการยึดตามกระดูก lateral malleolus แล้ว จะถือว่าข้อเท้ามีความ unstable ควรได้รับการรักษาด้วยวิธีการผ่าตัด<sup>17, 18</sup> ซึ่งหาก posterior malleolus fragment มีขนาดใหญ่เกินกว่า 25% ของ articular surface จาก x-ray ทำ lateral ควรผ่าตัดเข้าไปจัดเรียงและยึดตามด้วย buttress plate หรือหากขนาดไม่ใหญ่มากอาจทำ close reduction หรือ mini open เพื่อสอดอุปกรณ์เข้าไปช่วยจัดเรียงกระดูกแล้วจึงยึดด้วย screw อย่างเดียวได้โดยยิงจาก anterior ไป posterior หรือ posterior ไปทาง anterior ก็ได้ เพื่อให้ผ่านขึ้น posterior malleolus

- Syndesmotic injury

Syndesmotic injury เป็นการบาดเจ็บที่ประกอบด้วยการหักของกระดูก fibular ที่ระดับสูงกว่า tibial plafond โดยเกิดร่วมกับการบาดเจ็บฉีกขาดของ syndesmotic ligament ตั้งแต่ระดับของ tibial plafond ขึ้นไป จนถึงจุดที่กระดูก fibular หัก หรือเกิดจากการบาดเจ็บของ syndesmotic ligament โดยที่กระดูกไม่หักก็ได้ มักเกิดจากกลไกการบาดเจ็บแบบ pronation external rotation (PER) หรือ supination external rotation (SER) และส่วนใหญ่มักมีการบาดเจ็บของ deltoid ligament ร่วมด้วย สำหรับแนวทางการรักษานั้นหากกระดูก fibular มีลักษณะ non-displaced หรือสามารถ anatomically reduction ได้สำเร็จ และไม่มีการบาดเจ็บร่วมของ deltoid ligament หรือ medial malleolus สามารถทำการรักษาโดยการใส่เฝือก non-weight bearing ร่วมกับ short leg cast ได้

นอกเหนือจากนี้แล้วควรรักษาโดยการทำ ORIF fibula fracture และซ่อมแซม medial structure ร่วมกับพิจารณาทำ syndesmotic screw fixation โดยควรทำ intraoperative maneuver เพื่อทดสอบ syndesmotic stability ซึ่งวิธีที่นิยมใช้คือ cotton test ซึ่งทำโดยการใช้ towel clip จับไปที่ fibular ที่ทำการจัดเรียงและยึดตามกระดูกแล้ว และทำการดึงออกไปทางด้าน lateral หากพบว่ามี lateral translation มากกว่า 1 เซนติเมตรให้ถือว่า syndesmotic stability ไม่ดี ควรต้องทำ syndesmotic fixation นอกจากนั้นหากพบ persistent widening ของ syndesmotic ใน intraoperative radiograph ถือเป็นข้อบ่งชี้ให้ต้องทำ syndesmotic fixation เช่นกัน

การทำ syndesmotic fixation นั้นสามารถทำได้โดยการใช้ screw จำนวน 1 หรือ 2 ตัวก็ได้ (รูปที่ 8) โดยเลือกใช้ได้ทั้งขนาด 3.5 และ 4.5 มิลลิเมตร<sup>18</sup> ยิงผ่าน fibular, tibiofibular joint เข้าไปที่ tibia โดยให้ตำแหน่ง screw ขนานกับ tibial plafond สูงกว่า plafond 1-2 เซนติเมตร ส่วนการยิง screw ในลักษณะ 3 หรือ 4 cortex นั้นยังไม่มีข้อมูลอ้างอิงที่แน่ชัดว่าวิธีใดให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่ากัน ในกรณีที่ตำแหน่งของกระดูก fibula ที่หักอยู่ proximal มาก ให้ทำการจัดกระดูก fibula ให้เข้าที่แล้วทำการยึด syndesmotic ด้วย screw fixation โดยไม่ต้องทำการตามโลหะที่ตำแหน่งที่หักของกระดูก fibula ขณะที่ใส่ syndesmotic screw นั้น ควรจัดข้อเท้าให้อยู่ในท่า dorsiflexion (รูปที่ 9)<sup>19</sup>





**รูปที่ 8** แสดงภาพการใส่ syndesmotic screw ซึ่งสามารถใส่ได้หลายรูปแบบเช่นในภาพ A แสดงการใส่ syndesmotic screw 2 ตัวแบบ 3 cortex ในส่วนของภาพ B แสดงการใช้ syndesmotic screw แบบ 4 cortex



รูปที่ 9 แสดงการผ่าตัดรักษาภาวะข้อเท้าหักซึ่งมีการบาดเจ็บของ syndesmotosis โดยไม่มีกระดูก lateral malleolus หักร่วมด้วย โดยแสดงเป็นภาพรังสีเอกซเรย์ก่อนการผ่าตัดรักษา (A-C), ภาพ 3D CT scan ก่อนการผ่าตัดรักษา (D-F) และภาพรังสีเอกซเรย์หลังการรักษาด้วยการผ่าตัด open reduction and internal fixation ด้วย plate และ screws (G-I) ร่วมกับ syndesmotosis screw

## ภาวะแทรกซ้อนในการรักษากระดูกข้อเท้าหัก

ในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการทำ surgical Treatment จะมี general surgical risks ได้แก่ infection, bleeding, pain, blood clots, การที่ blood vessels, tendons หรือ nerves ถูกทำลาย ในระยะยาวจะมีความเสี่ยงที่เกิดจากการเกิด posttraumatic arthritis ได้ โดยเฉพาะในรายที่แพทย์ไม่ได้จัดเรียงกระดูกและข้อเท้าให้เข้าที่, พลาดการวินิจฉัยภาวะ occult pilon fracture หรือ osteochondral injury นอกจากนั้นยังมีภาวะบางประการที่เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดผลไม่พึงประสงค์ ในภาวะ ankle fracture เช่น ผู้ป่วยที่มีภาวะเบาหวาน (Diabetes) ร่วมด้วยจะพบว่ามี ความเสี่ยงในการเกิด wound dehiscence และ infection สูงขึ้น<sup>13, 20</sup>, ผู้ป่วยที่มีภาวะ Charcot neuroarthropathy, obesity, สูบบุหรี่ และดื่มแอลกอฮอล์ร่วมด้วยจะเพิ่มความเสี่ยงในการเกิด construct failure, deep infection เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

## บทสรุป

ภาวะกระดูกข้อเท้าหักเป็นหนึ่งในภาวะกระดูกหักที่พบได้บ่อยในการบาดเจ็บของรยางค์ส่วนล่าง (lower limb fractures) ภาวะกระดูกข้อเท้าหักมักเกิดร่วมกับการบาดเจ็บของเส้นเอ็นบริเวณข้อเท้า โดยองค์ประกอบและลักษณะของกระดูกข้อเท้าที่หักจะขึ้นกับทิศทางของแรงที่มากระทำ, ท่าของข้อเท้าขณะเกิดอุบัติเหตุ และความแข็งแรงของกระดูกและเส้นเอ็น การรักษาด้วยวิธีการไม่ผ่าตัดสามารถใช้ได้หากสามารถทำ anatomical reduction และ maintain reduction ไว้ได้จนกระดูกติด อย่างไรก็ตามการรักษาแบบไม่ผ่าตัดก็มีผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์คือ muscle atrophy, cartilage degeneration และข้อเท้ายึด (stiffness) การผ่าตัดในรายที่เหมาะสมจะสามารถทำให้ผู้ป่วยได้รับการจัดเรียงและยึดตามกระดูกให้เข้าที่ มี immediate stability แต่ก็จะมาพร้อมความเสี่ยงจากการผ่าตัดเช่นการติดเชื้อ หรือการบาดเจ็บต่อเส้นเลือดและเส้นประสาท เป็นต้น

## เอกสารอ้างอิง

- 1) Court-Brown CM, McBirnie J. Adult ankle fractures-an increasing problem? *Acta Orthop.* 1998; 69:43–47.
- 2) Michelson JD. Ankle fractures resulting from rotational injuries. *J Am Acad Orthop Surg* 2003; 11:403-412.
- 3) Michelsen JD, Ahn UM, Helgemo SL: Motion of the ankle in a simulated supination-external rotation fracture model. *J Bone Joint Surg Am* 1996; 78:1024-1031.
- 4) Tarantino D, Palmeri S, Sirico F, Corrado B. Achilles tendon rupture: Mechanisms of injury, principles of rehabilitation and return to play. *J Funct Morphol Kinesiol* 2020; 5:95-110.
- 5) Van Rensberg, C.J. (2004) Approach to and Management of Acute Ankle Ligamentous Injuries. *CME* 2004; 22:112-115.
- 6) Stiell, I. Ottawa Ankle Rules. *Canadian Family Physician* 1996; 42:478-480.
- 7) Harper MC. Ankle Fracture Classification Systems: A Case for Integration of the Lauge-Hansen and AO Danis-Weber schemes. *Foot Ankle* 1992; 13:404-407.
- 8) Lauge-Hansen N. Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations. *Arch Surg.* 1950;60(5):957–985.
- 9) Herscovici D, Scaduto JM, Infante A. Conservative treatment of isolated fractures of the medial malleolus. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(1):89–93.
- 10) Bauer M, Jonsson K, Nilsson B. Thirty-year follow-up of ankle fractures. *Acta Orthop Scand.* 1985;56(2):103–106.
- 11) Braunstein PW, Wade PA. Treatment of unstable fractures of the ankle. *Ann Surg.* 1959;149(2):217–226.
- 12) Hughes JL, Weber H, Willenegger H, et al. Evaluation of ankle fractures: Non-operative and operative treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 1979; 138:111–119.
- 13) Blotter RH, Connolly E, Wasan A, Chapman MW: Acute complications in the operative treatment of isolated ankle fractures in patients with diabetes mellitus. *Foot Ankle Int* 1999; 20:687-694.
- 14) Phillips WA, Schwartz HS, Keller CS, et al: A prospective, randomized study of the management of severe ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am* 1985; 67:67-78.
- 15) Boden SD, Labropoulos PA, McCowin P, Lestini WF, Hurwitz SR: Mechanical considerations for the syndesmosis screw: A cadaver study. *J Bone Joint Surg Am* 1989; 71:1548-1555.
- 16) Harper MC, Hardin G: Posterior malleolar fractures of the ankle associated with external rotation-abduction injuries: Results with and without internal fixation. *J Bone Joint Surg Am* 1988; 70:1348-1356.
- 17) McDaniel WJ, Wilson FC: Trimalleolar fractures of the ankle: An end result study. *Clin Orthop* 1977; 122:37-45.
- 18) Wuest TK: Injuries to the distal lower extremity syndesmosis. *J Am Acad Orthop Surg* 1997; 5:172-181.
- 19) Needleman RL, Skrade DA, Stiehl JB: Effect of the syndesmotic screw on ankle motion. *Foot Ankle* 1989; 10:17-24.
- 20) Flynn JM, Rodriguez-del Rio F, Pizá PA: Closed ankle fractures in the diabetic patient. *Foot Ankle Int* 2000; 21:311-319.