

(Original Article)

Open Reduction and Internal Fixation with Calcaneal Anatomical Plate Via Subtalar Arthroscopic Assisted Minimal Incision Approach for Displaced Intra-articular Calcaneal Fractures

Suchol Luangrachaphan MD., Pisanu Phalakornkul MD., Worasit Suthutvoravut MD.

Foot and Ankle unit, Division of Orthopedics, Bhumibol Adulyadej Hospital

Directorate of Medical Services, Royal Thai Air Force, Bangkok, Thailand.

Correspondence to : boota.pcmbeam@gmail.com

(Received : 8 Dec 23, Revised : 19 Dec 23, Accepted : 21 Dec 23)

Abstract

Objectives : The open reduction and internal fixation with calcaneal anatomical plate via subtalar arthroscopic assisted minimal incision approach for displaced intra-articular calcaneal fractures is to verify if the method can achieve the operation standard without any wound complication. Since the current standard operation method (ELA) for intra-articular calcaneal fractures can achieve a good result but not without noticeable wound complication. Furthermore, the minimal invasive operation (STA) still has some limitations of joint reduction.

Methods : The radiologic data of Böhler's angle, calcaneal length, height, and width, and posterior facet residual stepping/gapping data were labeled to display the injury conditions. We collected and compared the data of the pre-operation, post-operation, and uninjured calcaneal bone. We collected the Thai FAAM clinical data three and six months after the operation. We collected the wound complication, time to operation, length of the operation, and length of the hospital stay period data. All the data are collected from the patients diagnosed with displaced intra-articular calcaneal fractures Sander classification IIA, IIB, III at Bhumibol Adulyadej Hospital from April 1st, 2019 to December 31st, 2021

Results : From the post-operation data of twelve suitable candidates, the median (min, max) of Böhler's angle, calcaneal height, width, stepping, and gapping data in order are at 21.34 degree (16.64, 39.43), 39.78 mm (34.91, 50.3), 36.41 mm (29.09, 42.51), 0 mm (0, 2.36), 1.62 mm (1.39, 3.32) which were significantly different from the pre-operation data with $P=0.002, 0.034, 0.003, 0.004, 0.002$ in the same order. By comparing them with the data from the uninjured one, the Böhler's angle was still significantly different from the post-operation with $P=0.01$. The calcaneal length, height, and width showed no significant differences compared to the post-operation data. This method can achieve 66.67 % anatomical reduction, 25 % nearly anatomical reduction, and 8.33 % approximately anatomical reduction. The Thai FAAM clinical data after three and six months did have a significant difference only in the point of daily activity. There was no reported serious wound complication. The average day to surgery was 18 ± 6.34 days, the average length of the operation was 199.92 ± 81.26 minutes and the average length of the hospital stay was 22.42 ± 12.61 days.

Conclusions : From this study, we found that the operation performed well in terms of radiological and clinical outcomes without any severe wound complication. This can be applied on operations for patients diagnosed with displaced intra-articular calcaneal fractures (DIACF) type Sander IIA, IIB, and III. Still, the length of operation must be reduced to be closer to the current method. With the constraints of small sample size, length of the follow-up period, and the necessity to compare to more operational methods, more experimental studies are needed to get a more accurate and reliable conclusion for future applications.

Keywords : subtalar arthroscopic assisted, minimal invasive surgery, displaced intra-articular calcaneal fractures, Böhler's angle.

(นิพนธ์ต้นฉบับ)

การศึกษาผลของการผ่าตัดเปิดกระดูกสันเท้าหักชนิดเข้าข้อด้วยวิธีส่องกล้องช่วย ลงบาดแผลผ่าตัดขนาดเล็ก และยึดด้วยแผ่นโลหะตามกระดูก

ร.อ.สุชล เหลืองรัชพันธุ์ พบ., น.อ.พิศม ผลากรกุล พบ., ร.ท.วรสิทธิ์ สุทัศนาวุฒิ พบ.

หน่วยศัลยศาสตร์เท้าและข้อเท้า กองออร์โธปิดิกส์ รพ.ภูมิพลอดุลยเดช กรมแพทย์ทหารอากาศ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาผลของการผ่าตัดรักษากระดูกสันเท้าหักแบบเคลื่อนและเข้าข้อด้วยวิธีการผ่าตัดเปิดกระดูกสันเท้าหักชนิดเข้าข้อด้วยวิธีส่องกล้องช่วย ลงบาดแผลผ่าตัดขนาดเล็กและยึดด้วยแผ่นโลหะตามกระดูก ว่าสามารถให้ผลการผ่าตัดที่ดีตามมาตรฐานและไม่มีผลแทรกซ้อนจากการผ่าตัดได้หรือไม่ เนื่องจากวิธีการผ่าตัดภาวะกระดูกสันเท้าหักที่เป็นมาตรฐานในปัจจุบันสามารถให้ผลการผ่าตัดที่ดี แต่ยังมีปัญหาเรื่องผลข้างเคียงของการผ่าตัดค่อนข้างสูง ส่วนการผ่าตัดด้วยบาดแผลขนาดเล็กยังมีข้อจำกัดในเรื่องการมองเห็นผิวข้อต่ออยู่

วิธีการศึกษา : เก็บข้อมูลผลทางรังสี Böhler's angle, calcaneal length, height, width ก่อนผ่าตัด หลังผ่าตัดและช่วงพัก posterior facet residual stepping/gapping ก่อนผ่าตัดและหลังผ่าตัดมาเปรียบเทียบกัน เก็บข้อมูลทางคลินิก Thai FAAM ที่ 3 และ 6 เดือนหลังจากการผ่าตัดมาเปรียบเทียบกัน เก็บข้อมูลผลข้างเคียงการผ่าตัด ระยะเวลาการผ่าตัด ระยะเวลาการพัก รักษาตัวในโรงพยาบาล ของผู้ป่วยที่วินิจฉัยภาวะกระดูกสันเท้าหักชนิดเข้าข้อต่อประเภท Sander 2A, 2B และ 3 ที่โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช ในระหว่างวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2564

ผลการศึกษา : มีผู้ป่วยที่เข้าร่วมงานวิจัย 12 คน มีค่ากลาง (ค่าต่ำสุด, ค่าสูงสุด) ของ Böhler's angle, calcaneal length, height, width, stepping, gapping ของกระดูกสันเท้าหลังผ่าตัด 21.34 องศา (16.64, 39.43), 77.89 มม. (67.96, 84.89), 39.78 มม. (34.91, 50.3), 36.41 มม. (29.09, 42.51), 0 มม. (0, 2.36), 1.62 มม. (1.39, 3.32) ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ากลาง (ค่าต่ำสุด, ค่าสูงสุด) ของกระดูกสันเท้าก่อนผ่าตัดจะพบว่า Böhler's angle, calcaneal height, width, stepping, gapping มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p=0.002, 0.034, 0.003, 0.004, 0.002$ ตามลำดับ และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ากลาง (ค่าต่ำสุด, ค่าสูงสุด) ของช่วงพักติจะพบว่า Böhler's angle ยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p=0.01$ ส่วน calcaneal length, height, width ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังผ่าตัดสามารถเรียงข้อต่อได้ตามกายวิภาคจำนวน ร้อยละ 66.67 ได้ใกล้เคียงกับกายวิภาค ร้อยละ 25 และได้ประมาณกายวิภาค ร้อยละ 8.33 จากจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด ข้อมูลทางคลินิก Thai FAAM ที่ 3 และ 6 เดือนหลังจากการผ่าตัดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะหัวข้อกิจวัตรประจำวันเท่านั้น ไม่พบอาการแทรกซ้อนทางบาดแผลที่รุนแรง ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการรอผ่าตัดเท่ากับ 18 ± 6.34 วัน ค่าเฉลี่ย ระยะเวลาในการผ่าตัดเท่ากับ 199.92 ± 81.26 นาที ค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการพักรักษาตัวที่ รพ. เท่ากับ 22.42 ± 12.61 วัน

สรุป : จากการศึกษาพบว่า การผ่าตัดเปิดกระดูกสันเท้าหักชนิดเข้าข้อด้วยวิธีส่องกล้องช่วยลงบาดแผลผ่าตัดขนาดเล็กและยึดด้วยแผ่นโลหะตามกระดูก สามารถให้ผลการผ่าตัดที่ดีในทางรังสีและทางคลินิก ไม่มีผลแทรกซ้อนทางบาดแผลที่รุนแรงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการผ่าตัดผู้ป่วยที่วินิจฉัย displaced intra-articular calcaneal fractures (DIACF) ประเภท Sander IIA, IIB, III ได้ แต่ต้องพิจารณาระยะเวลาในการผ่าตัดให้เหมาะสมไม่ควรนานเกินไป ด้วยข้อจำกัดทางของด้านกลุ่มประชากรที่มีจำนวนน้อย ระยะเวลาการทำงานวิจัยที่ไม่สามารถศึกษาผลลัพธ์ของการรักษาระยะยาวได้ และงานวิจัยนี้ยังไม่ได้เป็นการเปรียบเทียบกับวิธีการผ่าตัดแบบอื่น จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบการทดลองสำหรับงานวิจัยใหม่เพื่อข้อสรุปที่แม่นยำ และน่าเชื่อถือในการใช้งานต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ : การส่องกล้องช่วยผ่าตัด, ลงบาดแผลผ่าตัดขนาดเล็ก, กระดูกสันเท้าหักแบบเคลื่อนและเข้าข้อต่อ, มุมของโบเลอร์ (Böhler's angle)

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันภาวะกระดูกสันหลังหักมีจำนวนประมาณร้อยละ 2 ของภาวะกระดูกหักโดยรวมต่อประชากรโลก มักเกิดขึ้นจากการตกจากที่สูงหรืออุบัติเหตุจราจร โดยร้อยละ 60-75 เป็นการหักแบบเคลื่อนและเข้าข้อต่อ displaced intra-articular calcaneal fractures (DIACF)⁽¹⁾ ซึ่งในโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช พบอุบัติการณ์ ร้อยละ 1.6, 1.95 และ 2.12 ในปี พ.ศ. 2559, 2560 และ 2561 ตามลำดับ และมีแนวโน้มสูงมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง

หลักการรักษารูปกระดูกสันหลังหักชนิดเข้าข้อต่อ (DIACF) คือ 1) ซ่อมแซมลักษณะกายภาพของกระดูกสันหลังที่หักทั้งรูปร่าง (Shape) ตำแหน่ง (Alignment) และข้อต่อ (Articular congruency) 2) สามารถกลับไปใช้งานข้อเท้าได้ 3) หลีกเลี่ยงการเกิดข้ออักเสบ ทั้งนี้การเลือกวิธีการรักษาขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ลักษณะของการบาดเจ็บของผู้ป่วย แพทย์ที่ทำการรักษา ปัจจัยเสี่ยงและข้อได้เปรียบของแต่ละวิธีการรักษา⁽²⁵⁾

การรักษารูปกระดูกสันหลังหักชนิดเข้าข้อต่อ (DIACF) ในสมัยก่อนยังเป็นข้อถกเถียงระหว่างการรักษาแบบผ่าตัดกับการรักษาแบบไม่ผ่าตัด เนื่องจากมีงานวิจัยที่เป็น prospective randomized controlled multicenter trial ในปี พ.ศ. 2556 บ่งชี้ว่าการรักษาแบบผ่าตัดและไม่ผ่าตัดให้ผลลัพธ์ที่ไม่ต่างกัน ใน 1 ปีแรกของการติดตามการรักษา โอกาสการเกิด post-traumatic osteoarthritis ของ subtalar joint เท่ากันจึงไม่มีความจำเป็นต้องผ่าตัด แต่หากติดตามไปเป็นระยะเวลา 8 ถึง 12 ปี จะพบว่ากลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาแบบผ่าตัดจะมีอาการปวดที่น้อยกว่า มี SF-36 (Functional outcome) ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกความสามารถทางกายภาพที่สูงกว่ากลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาแบบไม่ผ่าตัดอย่างมีนัยสำคัญ และการผ่าตัดสามารถลดอัตราการเกิด post-traumatic subtalar arthritis ได้ถึงร้อยละ 41⁽²⁴⁾ แพทย์สมัยใหม่จึงพิจารณาให้การรักษาแบบผ่าตัดมากกว่า

วิธีการรักษา DIACF ด้วยการผ่าตัดมีอยู่ด้วยกันหลายวิธีซึ่งมีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน ได้แก่ 1) การผ่าตัดแบบเปิด ORIF ด้วยเทคนิค extensile lateral approach (ELA) หรือเทคนิค sinus tarsi approach (STA) และใส่ plate 2) การผ่าตัดแบบเปิด CRIF ด้วย percutaneous screw โดยใช้ arthroscope ช่วย หรือไม่ใช่ arthroscope

ช่วย 3) การเชื่อมข้อกระดูกข้อเท้า (primary subtalar arthrodesis) ในกรณีที่เป็น Sander classification IV⁽²⁵⁾

แนวทางการรักษา DIACF ด้วยวิธีผ่าตัดที่เป็นมาตรฐานและใช้อย่างแพร่หลาย คือวิธีการผ่าตัดเปิดจัดเรียงและยึดชิ้นกระดูกเข้าด้วยกัน (ORIF) ด้วยเทคนิค extensile lateral approach เพราะการผ่าตัดวิธีนี้ทำให้เห็นตำแหน่งรอยแตกของกระดูกได้ชัดเจนซึ่งสามารถเรียงและยึดชิ้นกระดูกเข้าด้วยกันได้ดี^(2,3) แต่ข้อเสียของการผ่าตัดวิธีนี้คืออัตราการข้างเคียงสูง เช่น บาดแผลหายช้า แผลติดเชื้อ เส้นประสาท sural ได้รับบาดเจ็บ หรือการเกิด subtalar arthritis⁽⁴⁻⁶⁾ ภายหลังได้มีการคิดค้นวิธีการผ่าตัดด้วยวิธี standard sinus tarsi approach (STA) ที่ช่วยทำให้แผลผ่าตัดมีขนาดเล็กลง เนื้อเยื่ออ่อน (soft tissue) ได้รับอันตรายน้อยลงเพื่อหวังผลในการลดผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นจากการผ่าตัดแบบ extensile lateral approach^(8,9) อย่างไรก็ตามการผ่าตัดวิธีนี้ยังคงมีปัญหามากมาย เช่น ข้อจำกัดของการมองเห็นตำแหน่งรอยแตกของกระดูก ทำให้การเรียงและยึดชิ้นกระดูกทำได้ยากลำบาก ซึ่งเป็นข้อเสียเปรียบที่สำคัญของการผ่าตัดวิธีนี้⁽¹⁰⁾

ภายหลังปี ค.ศ. 2000 มีการเปลี่ยนแนวคิดหันมาใช้วิธีการรักษาที่เป็น minimal invasive surgery มากขึ้น เพื่อหวังผลในการลดอัตราการเกิดผลข้างเคียงจากการผ่าตัด รวมถึงการประยุกต์ใช้การส่องกล้อง (Arthroscope) ไปยังบริเวณ subtalar joint สามารถช่วยให้ระบุลักษณะและตำแหน่งของกระดูกสันหลังหักได้ชัดเจนมากขึ้น ทำให้การผ่าตัดทำได้ง่ายและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางในลำดับถัดมา⁽¹²⁾

ทางผู้วิจัยและคณะจึงอยากทราบว่าการผ่าตัดกระดูกสันหลังหักชนิดเคลื่อนเข้าข้อต่อด้วยการผ่าตัดเปิด โดยลงบาดแผลผ่าตัดขนาดเล็ก ใช้การส่องกล้องช่วยเรียงชิ้นกระดูก และยึดด้วยแผ่นโลหะตามกระดูกจะให้ผลการผ่าตัดเป็นอย่างไรบ้าง

วัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์หลัก

เปรียบเทียบ radiological outcome ก่อนและหลังผ่าตัดของผู้ป่วยที่รับการรักษาด้วยวิธีการผ่าตัด minimal invasive surgery ของทางคณะผู้วิจัย

- Böhler's angle
- Calcaneal length, height, width
- Posterior facet residual stepping/gapping (Anatomical reduction)

วัตถุประสงค์ของ

- Clinical outcomes ของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดรักษาด้วยวิธีการผ่าตัด Minimal invasive surgery ของทางคณะผู้วิจัย โดยใช้แบบสอบถาม FAAM Thai version
- Wound complications ของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดรักษาด้วยวิธีการผ่าตัด minimal invasive surgery ของทางคณะผู้วิจัย
- Wound infection, wound dehiscence, wound edge necrosis
- ระยะเวลาการรอผ่าตัด
- ระยะเวลาการผ่าตัด
- ระยะเวลาการพักรักษาตัวอยู่ที่โรงพยาบาล

วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาในผู้ป่วยที่มีรอยฉีก displaced intra-articular calcaneal fractures (DIACF) ประเภท Sander IIA, IIB และ III ที่ยินยอมเข้ารับการผ่าตัด open reduction and internal fixation with calcaneal anatomical plate via subtalar arthroscopic assisted minimal incision approach ที่โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช กรมแพทย์ทหารอากาศ ทั้งหมด ระหว่างวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2564 ตามเกณฑ์ทั้ง inclusion criteria และ exclusion criteria

1. เก็บข้อมูลเบื้องต้น เตรียมความพร้อมผู้ป่วยก่อนการผ่าตัด และต้องพบความเหมาะสมของเนื้อเยื่ออ่อนบริเวณข้อเท้าด้วยการตรวจพบ "Wrinkle sign" ก่อนการผ่าตัด
2. ในห้องผ่าตัดหลังจากผู้ป่วยได้รับ regional anesthesia หรือ general anesthesia ที่เหมาะสมแล้ว ดำเนินขั้นตอนดังต่อไปนี้
 - จัดท่าผู้ป่วยให้เหมาะสมในท่านอนตะแคงโดยขาข้างที่จะผ่าตัดอยู่ด้านบน ทำความสะอาดผิวหนังบริเวณ

ตำแหน่งที่จะผ่าตัดด้วย hibiscrub solution และ betadine solution

- ระบุตำแหน่งที่จะส่องกล้อง 2.7 mm. subtalar arthroscopic และ surgical Incision โดยใช้ surgical skin marker (ตามรูปที่ 1) และขึ้น tourniquet

- Arthroscope เข้าไปดู posterior facet stepping / gapping ก่อน-หลัง reduction และสามารถเป็นเครื่องมือในการเอาเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Fibrous tissue) ออกเพื่อให้มีพื้นที่เหมาะสมสำหรับการ reduction ด้วย probe หรือ temporary schanz pins และ hold reduction ด้วย temporary K-wire fixation ในลำดับถัดมา (ตามรูปที่ 2)

- ลงมีด skin incision เป็น minimal lateral oblique incision ขนาดยาวประมาณ 1.5-2.5 cm. ด้าน Inferior margin ต่ำ peroneal tendon ตาม skin incision ของ dwyer calcaneal osteotomy ให้สามารถใส่ variable-angle calcaneal locking plate 2.7 mm. เพื่อเข้าไป buttressing จัดการ soft tissue ให้เหมาะสมสำหรับวาง plate แนบชิดกับกระดูก, temporary K-wire fixation plate กับกระดูก ตรวจสอบ alignment ด้วยการใส่ fluoroscope ช่วย

- ยึด Plate เข้ากับกระดูก calcaneus ด้วย locking screws ผ่าน skin-incision เดิม หรือลงมีด strap incision ตามตำแหน่งรู screws ที่เหมาะสม สามารถเพิ่ม percutaneous cannulated screw fixation ได้หากมีภาวะยุบตัวของ posterior facet จำนวนมากหรือมีการหักของกระดูกสันเท้าบริเวณ calcaneocuboid joint (ตามรูปที่ 3)

- ตรวจสอบ alignment ด้วยการใส่ fluoroscope และ arthroscope

- สามารถใส่ radiovac drain ได้ ปิดบาดแผลด้วย absorbable และ non-absorbable suture ตามลำดับชั้นของบาดแผล

- Arthroscope เข้าไปดู posterior facet stepping / gapping

- ใส่ short leg slab ในท่า ankle neutral position

- ฝ้าระวังภาวะ compartment syndrome, ประเมินและทำความสะอาดแผลหลังผ่าตัดตามมาตรฐานทางการแพทย์

- พิจารณาให้ผู้ป่วยกลับไปพักรักษาตัวที่บ้านตามความเหมาะสม ใส่ short leg slab และไม่ลงน้ำหนักที่ข้อเท้านานประมาณ 4 สัปดาห์ แต่สามารถขยับข้อเท้าได้ และสามารถลงน้ำหนักที่ข้อเท้าได้บางส่วนอีก 6 สัปดาห์ต่อมา ด้วย ankle foot orthosis นัดติดตามผลการรักษาอย่างต่อเนื่องในสัปดาห์ที่ 2, สัปดาห์ที่ 6, สัปดาห์ที่ 12, สัปดาห์ที่ 24, สัปดาห์ที่ 48 หรืออาจมีการนัดติดตามผลการรักษาเพิ่มเติมนอกเหนือจากนี้หากมีภาวะแทรกซ้อนหรือแพทย์ผู้ดูแลเห็นสมควร

3. เก็บข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยที่เข้าร่วมงานวิจัย (Demographic data) ได้แก่ เพศ, อายุ, น้ำหนัก, ส่วนสูง, BMI, การสูบบุหรี่, โรคเบาหวาน, การเล่นกีฬา, ประเภทการหักของกระดูกสันหลัง Sander classification, time to surgery, operation time, length of hospital stay, post surgical wound complication

4. เก็บข้อมูล X-ray: Böhler's angle, calcaneal length, height, width ข้างปกติ, ข้างที่ผิดปกติทั้งก่อนผ่าตัดและหลังผ่าตัด 2-3 วัน ข้อมูล CT scan semi-coronal 30 degrees thin cut: Joint stepping, gapping ข้างที่ผิดปกติทั้งก่อนผ่าตัดและหลังผ่าตัด 2-3 วัน โดยการใช้ digital measurement device ในโปรแกรม digital radiography carestream วัดค่า parameter ทั้งหมด 3 ครั้งในเวลาที่แตกต่างกันโดยผู้วิจัยและแพทย์ประจำบ้านออร์โธปิดิกส์ แล้วเอามาหาค่าเฉลี่ย (ตามรูปที่ 4) เก็บข้อมูลทางคลินิก Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) Thai version ที่ 3 และ 6 เดือน หลังจากการผ่าตัดด้วยวิธี Telephone visit จากนั้นทำการนำข้อมูลของกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นฐาน

จากงานวิจัยนี้พบว่าจำนวนผู้ป่วย ร้อยละ 75 เป็นเพศชาย และ ร้อยละ 25 เป็นเพศหญิง, มีค่าเฉลี่ยของอายุที่ 46 ± 10.77 ปี (ต่ำสุดที่ 24 ปี, สูงสุดที่ 58 ปี), ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเท่ากับ 73.50 ± 4.68 กิโลกรัม, ค่าเฉลี่ยของส่วนสูงเฉลี่ยเท่ากับ 169 ± 6.69 เซนติเมตร, ค่าเฉลี่ยของ BMI เท่ากับ 25.76 ± 1.29 กก./ตร.ม. เมื่อนำมาจัดกลุ่มพบว่าผู้ป่วยมีภาวะน้ำหนักเกิน (BMI เท่ากับ 23-24.99 กก./ตร.ม.) ร้อยละ 41.67 และมีผู้ป่วยมีภาวะอ้วน (BMI มากกว่า 25 กก./ตร.ม.) ร้อยละ 58.33, ไม่พบผู้ป่วยที่สูบบุหรี่หรือเป็นเบาหวานชนิดที่ต้องพึ่งพา Insulin, มีผู้ป่วยที่ไม่เล่นกีฬา ร้อยละ 83.33 และเล่นกีฬา ร้อยละ 16.67, พบผู้ป่วยที่มีกระดูกสันหลังหักโดยแยกประเภทตาม Sander classification⁽¹⁾ ได้ดังนี้ IIB, IIIAB, IIIAC ร้อยละ 50, 25, 25 ตามลำดับ, ระยะเวลาในการรอผ่าตัดเฉลี่ยเท่ากับ 18 ± 6.34 วัน (ต่ำสุดที่ 10 วัน, สูงสุดที่ 32 วัน), ระยะเวลาในการผ่าตัดเฉลี่ยเท่ากับ 199.92 ± 81.26 นาที (ต่ำสุดที่ 130 นาที, สูงสุดที่ 423 นาที), ระยะเวลาในการพักรักษาตัวที่รพ. เฉลี่ยเท่ากับ 22.42 ± 12.61 วัน (ต่ำสุดที่ 5 วัน, สูงสุดที่ 43 วัน) และไม่พบผู้ป่วยที่มีอาการแทรกซ้อนทางบาดแผลรุนแรง (Compartment syndrome, wound infection, wound dehiscence, wound edge necrosis) จะมีอาการอักเสบและอาการบวมเล็กน้อยของบาดแผลหลังจากผ่าตัดใน 3-5 วันแรกหลังจากผ่าตัดเท่านั้น (ตามตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นฐาน

Characteristics	Number	Percentage
Sex (Male/Female)	9, 3	75, 25
Age (Mean±S.D.)	46±10.77	
Median (Min, Max)	48.50 (24, 58)	
BMI (kg./m. ²)		
- Overweight (23-24.99)	5	41.67
- Obesity (≥25)	7	58.33
- Mean±S.D.)	25.76±1.29	
Smoking		
- Non-smoker	12	100
- Smoker	0	0
Diabetes mellitus		
- Absent	12	100
- Present	0	0
Sport activity		
- Absent	10	83.33
- Present	2	16.67
Diagnosis (Sander classification)		
- IIB	6	50
- IIIAB	3	25
- IIIAC	3	25
Days to surgery		
≤21 days	10	83.33
>21 days	2	16.67
Mean±S.D.	18±6.34	
Median (Min, Max)	17.50 (10, 32)	
Operation time		
≤120 นาที	0	0
>120 นาที	12	100
Mean±S.D.	199.92±81.26	
Median (Min, Max)	180.50 (130, 423)	
Length of hospital stay		
≤14 วัน	4	33.33
>14 วัน	8	66.67
Mean±S.D.	22.42±12.61	
Median (Min, Max)	21.50 (5, 43)	
Severe wound complication		
- Absent	12	100
- Present	0	0

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ STATA Version 14 โดยเป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงที่ไม่ปกติ (Non-normal distribution) จะรายงานผลเป็น Median (Min, Max) และเปรียบเทียบข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการศึกษาด้วย Wilcoxon signed rank test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ P-value <0.05 (95 % CI)

ผลการศึกษาพบว่า ค่า Böhler's angle, calcaneal height, calcaneal width, posterior facet stepping, posterior facet gapping ของกระดูกสันหลังที่บาดเจ็บหลังผ่าตัดด้วยวิธี open reduction and internal fixation with calcaneal anatomical plate via subtalar arthroscopic assisted minimal incision approach

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P=0.002, 0.034, 0.003, 0.004, 0.002) ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับกระดูกสันหลังที่บาดเจ็บก่อนผ่าตัด (ตามตารางที่ 2)

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อนำของกระดูกสันหลังที่บาดเจ็บหลังผ่าตัดไปเปรียบเทียบกับกระดูกสันหลังที่ปกติจะพบว่า Böhler's angle ยังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P=0.01) แต่ calcaneal length, height, width ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตามตารางที่ 3)

ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลทางคลินิก Thai FAAM ที่ 3 และ 6 เดือน หลังจากการผ่าตัดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะหัวข้อกิจวัตรประจำวันเท่านั้น (ตามตารางที่ 4)

ตารางที่ 2 แสดงผลลัพธ์ด้านรังสี (Rafiological outcome) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังผ่าตัดด้วยวิธี Arthroscope assisted minimal incision approach

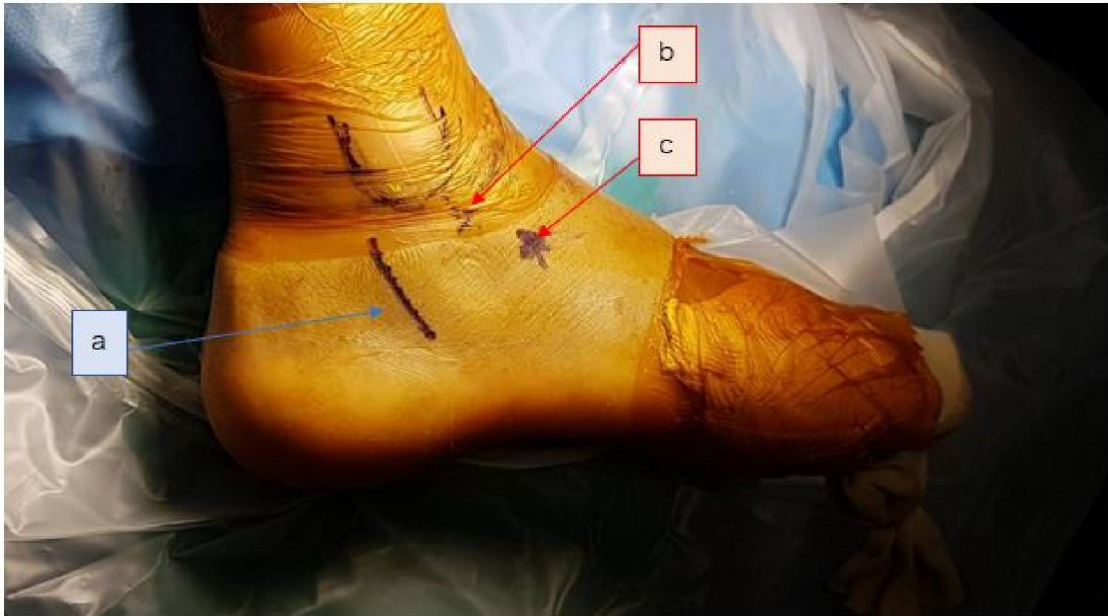
Parameter Median (Min,Max)	Böhler angle (Degree)	Calcaneal length (mm.)	Calcaneal height (mm.)	Calcaneal width (mm.)	CT scan Posterior facet stepping (mm.)	CT scan Posterior facet gapping (mm.)
Preoperative	12.23 (3.66 , 38.67)	78.5 (67.64 , 90.02)	37.76 (29.80 , 46.84)	47.87 (31.22 , 52.4)	2.71 (0 , 5.01)	3.19 (2.21 , 8.61)
Postoperative (days 3)	21.34 (16.64 , 39.43)	77.89 (67.96 , 84.89)	39.78 (34.91 , 50.3)	36.41 (29.09 , 42.51)	0 (0 , 2.36)	1.62 (1.39 , 3.32)
P-value	0.002	0.388	0.034	0.003	0.004	0.002

ตารางที่ 3 แสดงผลลัพธ์ด้านรังสี (Rafiological outcome) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้าง ปกติและหลังผ่าตัดด้วยวิธี Arthroscope assisted minimal incision approach

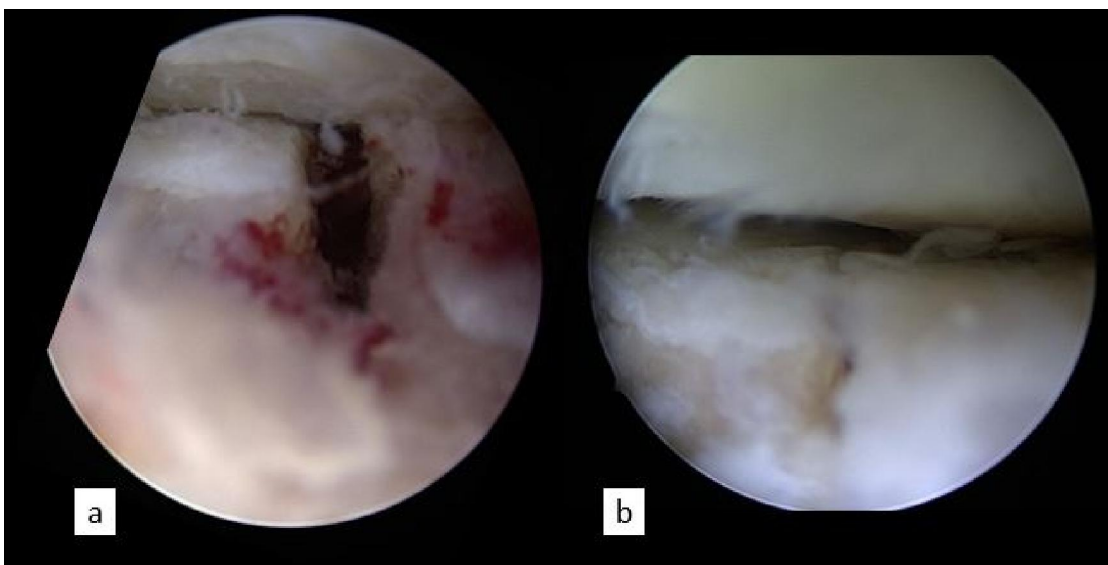
Parameter Median (Min,Max)	Böhler angle (Degree)	Calcaneal length (mm.)	Calcaneal height (mm.)	Calcaneal width (mm.)
Normal side	30.37 (21.6 , 39.29)	78.60 (68.33 , 88.63)	40.69 (35.89 , 47.06)	36.77 (28.16 , 43.22)
Postoperative (days 3)	21.34 (16.64 , 39.43)	77.89 (67.96 , 84.89)	39.78 (34.91 , 50.3)	36.41 (29.09 , 42.51)
P-value	0.010	0.814	0.480	0.875

ตารางที่ 4 แสดงผลลัพธ์ด้านคลินิก (Clinical outcome) FAAM Th หลังผ่าตัดด้วยวิธี Arthroscope assisted minimal incision approach เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างที่ 3 เดือน และ 6 เดือน

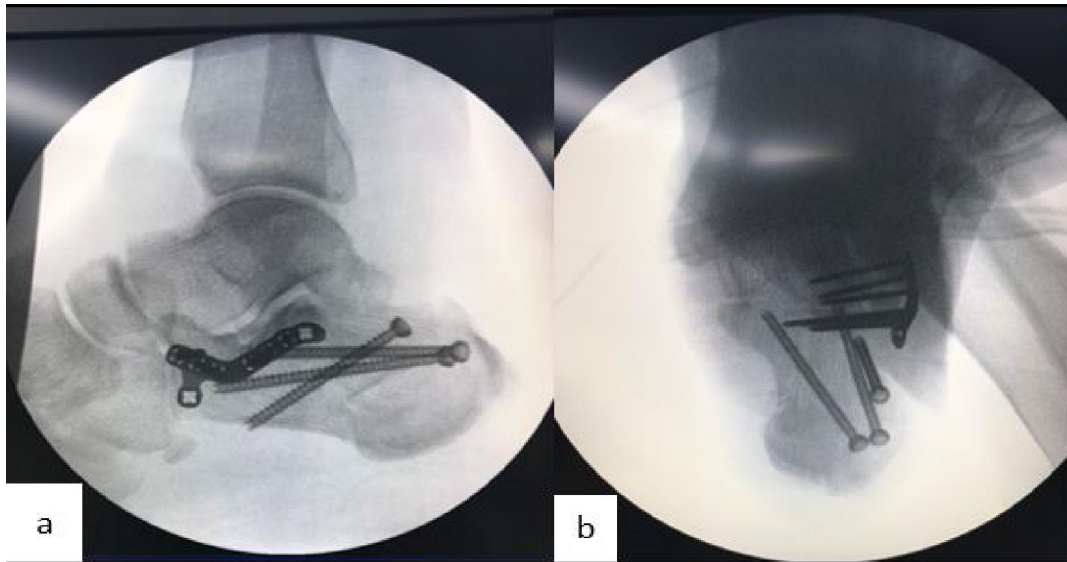
Foot & ankle ability Percentage Median (Min,Max)	Time of evaluation		P-value
	Postoperative 3 months	Postoperative 6 months	
Normal daily activity	60 (30,70)	90 (70 , 90)	0.004
Normal sport activity	0 (0 , 0)	60 (60 , 60)	*



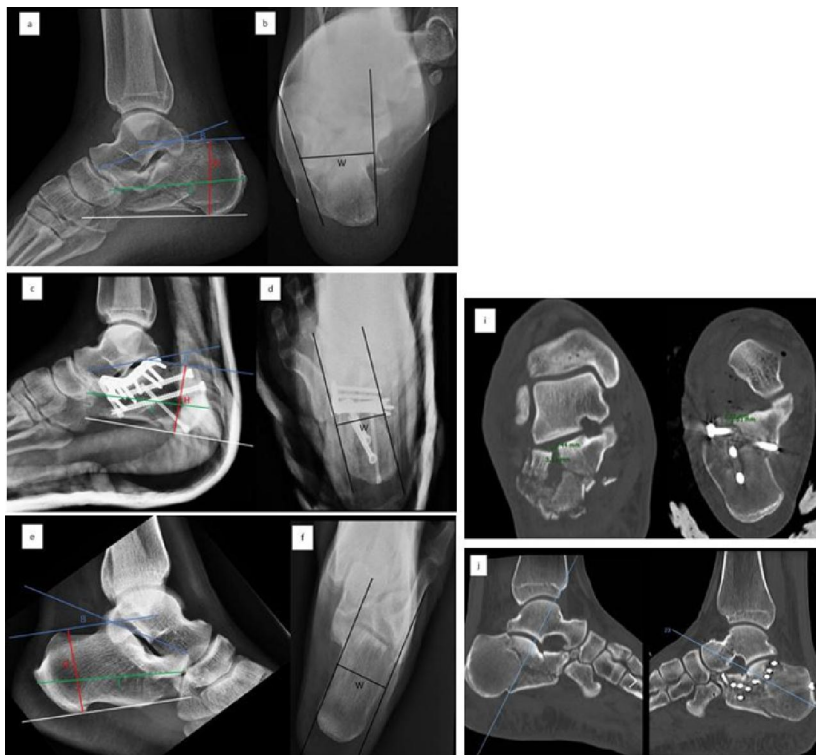
รูปที่ 1 ตำแหน่งที่ลงแผลผ่าตัด (a); Oblique skin incision (b); Subtalar middle portal (c); Subtalar Anterolateral portal



รูปที่ 2 ภาพตัวอย่าง Subtalar arthroscopy (a); Pre-reduction posterior facet joint (b); Post-reduction posterior facet



รูปที่ 3 ภาพตัวอย่าง Intraoperative fluoroscope alignment (a); Calcaneus lateral view
(b); Calcaneus axial view



รูปที่ 4 ภาพตัวอย่างวิธีการวัด Parameter (a); Preoperative lateral view (b); Preoperative axial view
แสดงถึง B=Böhler's angle, L=Calcaneal length, H=Calcaneal height, W=Calcaneal width
(c); Postoperative lateral view (d); Postoperative axial view (e); Normal side lateral view
(f); Normal side axial view (i); Pre-Post operative CT scan semi-coronal 30 degrees view
(j); Pre-Post operative CT scan sagittal view

การอภิปรายผล

การศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าเทคนิคการลงบาดแผลเป็นรูปตัว “L” หรือที่เรียกว่า “Extensile lateral approach” เป็นการผ่าตัดที่ใช้เป็นมาตรฐาน สามารถเปิดเข้าไปเรียงข้อต่อและขึ้นกระดูกสันเท้าที่หักได้ง่าย ให้ผลลัพธ์การผ่าตัดที่ดี แต่ยังพบภาวะแทรกซ้อนของบาดแผลบริเวณสันเท้าหลังจากการผ่าตัดอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากทำอันตรายต่อเนื้อเยื่ออ่อนบริเวณสันเท้ามาก มีการศึกษาพบว่า การผ่าตัดโดยลงบาดแผลขนาดเล็ก (Minimal invasive surgery) ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้นคือ “Sinus tarsi approach” สามารถให้ผลลัพธ์การผ่าตัดที่ดีเทียบเท่า “Extensile lateral approach” มีภาวะแทรกซ้อนของบาดแผลผ่าตัดที่น้อยกว่า แต่พบว่าการผ่าตัดวิธีนี้ยังไม่สามารถเข้าไปเรียงข้อต่อข้อต่อหรือขึ้นกระดูกบางส่วนได้⁽²¹⁾ จึงทำให้นำมาสู่การเก็บข้อมูลศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งเป็นการผ่าตัดด้วยวิธีส่องกล้องช่วยลงบาดแผลผ่าตัดขนาดเล็ก และยึดด้วยแผ่นโลหะตามกระดูกเพื่อคาดหวังประสิทธิภาพการเรียงข้อต่อโดยมองผ่านกล้องและข้อดีของการลงบาดแผลขนาดเล็ก

การศึกษานี้พบว่าสามารถเข้าไปเห็นการเรียงข้อต่อได้โดยตรงและหลังจากผ่าตัดด้วยวิธีดังกล่าว ค่ากลาง (ค่าต่ำสุด, ค่าสูงสุด) ของ Böhler's angle, calcaneal height, calcaneal width, posterior facet stepping, posterior facet gapping ดีขึ้นจาก 12.23 องศา (3.66, 38.67) เป็น 21.34 มม. (16.64, 39.43), 37.76 มม. (29.80, 46.84) เป็น 39.78 มม. (34.91, 50.3), 47.87 มม. (31.22, 52.4) เป็น 36.41 มม. (29.09, 42.51), 2.71 มม. (0, 5.01) เป็น 0 มม. (0, 2.36), และ 3.19 มม. (2.21, 8.61) เป็น 1.62 มม. (1.39, 3.32) โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P=0.002, 0.034, 0.003, 0.004, 0.002$) ตามลำดับ

เมื่อทำการเปรียบเทียบกระดูกสันเท้าข้างที่บาดเจ็บหลังผ่าตัดกับกระดูกสันเท้าข้างปกติจะพบว่า Böhler's angle มีค่ากลาง (ค่าต่ำสุด, ค่าสูงสุด) เท่ากับ 21.34 องศา (16.64, 39.43) องศา และ 30.37 องศา (21.8, 39.29) ซึ่งยังคงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P=0.01$ ส่วน calcaneal length, height, width ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทางคณะผู้วิจัยคาดว่าสาเหตุที่ Böhler's angle ยังคงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นผลมาจากข้อจำกัดของปัจจัยด้านจำนวนห้องผ่าตัดและอัตราผู้ป่วยโดยรวม เนื่องจากพบว่ามีผู้ป่วยบางส่วนที่วินิจฉัย Sander

classification IIIAB มีระยะเวลาการผ่าตัดที่นานประมาณ 3 สัปดาห์ (ค่าเฉลี่ยระยะ เวลาการรอผ่าตัดเท่ากับ 18 ± 6.34 วัน) ทำให้การผ่าตัดมีความยากลำบากในการเข้าไปเอาเนื้อเยื่อเกี่ยวพันออกและการจัดเรียงข้อต่อ ประกอบกับมีกระดูกบางส่วนที่เริ่มติดกันแล้ว

ผลการศึกษาพบว่าของข้อมูลทางคลินิก Thai FAAM ที่ 3 และ 6 เดือนหลังจากการผ่าตัด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะหัวข้อความสามารถด้านกิจวัตรประจำวัน เท่านั้นโดยมีค่ากลาง (ค่าต่ำสุด, ค่าสูงสุด) อยู่ที่ 60 (30, 70) และ 90 (70, 90) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P=0.004$ และเนื่องจากผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นผู้ที่ไม่เล่นกีฬาจึงไม่สามารถประเมินในส่วนความสามารถด้านกีฬาได้

การผ่าตัดวิธีดังกล่าวสามารถเรียงข้อต่อให้ได้ตามกายวิภาค (Posterior facet residual stepping/gapping 0-2 mm.) จำนวน ร้อยละ 66.67 ได้ใกล้เคียงกับกายวิภาค (Posterior facet residual stepping/gapping 2-3 mm.) ร้อยละ 25 และได้ประมาณกายวิภาค (Posterior facet residual stepping/gapping 4-5 mm.) ร้อยละ 8.33 จากจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด อ้างอิงตาม Calcaneous fractures. In: Rockwood and Green's Fractures in Adults, 8th(1) ไม่พบอาการแทรกซ้อนทางบาดแผลที่รุนแรงมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการผ่าตัดเท่ากับ 199.92 ± 81.26 นาที มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาการพักรักษาตัวที่ รพ. เท่ากับ 22.42 ± 12.61 วัน

จำนวนกลุ่มประชากรที่น้อยเกิดขึ้นจากข้อจำกัดหลายปัจจัยที่ไม่สามารถเอาผู้ป่วยบางส่วน มาเข้าร่วมในงานวิจัยได้เช่น

- 1) ข้อจำกัดด้านสิทธิการรักษาที่เป็นต้องส่งกลับไปรักษาที่สถานพยาบาลต้นสังกัด
- 2) ข้อจำกัดด้านจำนวนห้องผ่าตัดและอัตราผู้ป่วยโดยรวมใน รพ. ทำให้มีผู้ป่วยบางส่วนต้องเปลี่ยนวิธีการรักษา
- 3) ข้อจำกัดของการทำวิจัยในสถานที่แห่งเดียว

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ด้วยข้อจำกัดทางของด้านกลุ่มประชากรที่มีจำนวนน้อย ระยะเวลาการทำงานวิจัยที่ไม่สามารถศึกษาผลลัพธ์ของการรักษาระยะยาวได้ และงานวิจัยนี้ยังไม่ได้เป็นการเปรียบเทียบกับวิธีการผ่าตัดวิธีอื่น จึงจำเป็นต้องมีการออกแบบการทดลองสำหรับงานวิจัยใหม่เพื่อข้อสรุปที่แม่นยำและน่าเชื่อถือในการใช้งานต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. Sanders RW, Clare MP. Calcaneous fractures. In: Rockwood and Green's Fractures in Adults, 8th, Court-Brown CM, Heckman JD, McQueen MM, Ricci WM, Tornetta P (Eds), Wolters Kluwer, Philadelphia 2015. p.2639.
2. Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, Walling A. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. Clin Ortho Relate Res [serial online].1993;290:87-95. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8472475/>. Accessed May1993.
3. Tennent TD, Calder PR, Salisbury RD, Allen PW, Eastwood DM. The operative management of displaced intra-articular fractures of the calcaneum: A two-centre study using a defined protocol. International Journal of the care of the injured [serial online].2001;32:491-6.
4. Al-Mudhaffar M. Wound complications following operative fixation of calcaneal fracture. Injury. 2009;31:461-4.
5. Benirschke SK, Kramer PA. Wound healing complications in closed and open calcaneal fractures. J Orthop Trauma. 2004;18:1-6.
6. Harvey EJ, Grujic L, Early JS, Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Morbidity associated with ORIF of intra-articular calcaneus fractures using a lateral approach. Foot Ankle Int. 2001;11:868-73.
7. Mohamed F. Mostafa, Gamal El-Adl, Ehab Y. Hassanin, M-Serry Abdellatif (2010) Surgical treatment of displaced intra-articular calcaneal fracture using a single small lateral approach. Strat Traum Limb Recon 5:87-95.
8. Carr JB. Surgical treatment of intra-articular calcaneal fractures: a review of small incision approaches. J Orthop Trauma. 2005;19:109-17.
9. Holmes GB. Treatment of displaced calcaneal fractures using a small sinus tarsi approach. Tech Foot Ankle Surg. 2005;4:35-9.
10. Kline AJ, Anderson RB, Davis WH, Jones CP, Cohen BE. Minimally invasive technique versus an extensile lateral approach for intra-articular calcaneal fractures. Foot Ankle Int. 2013;34:773-80.
11. Schepers T. The sinus tarsi approach in displaced intra-articular calcaneal fractures: a systematic review. International Orthopaedics [serial online]. 35:697-703 Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21336854/>. Accessed Feb 19,2011.
12. WANG H, ZHANG Q, Deyu D ,Lijun Y. The Use of Calcaneal Anatomic Plate in Arthroscopically-assisted Open Reduction and Internal Fixation of Intra-articular Calcaneal Fractures. J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci. [serial online]. 2006;26(3):319-21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16961281/> Accessed May 19,2006.
13. Sanders R. Displaced intra-articular fractures of the calcaneus. J Bone Joint Surg Am 2000;82:225-50.
14. Abidi NA, Dhawan S, Gruen GS, Vogt MT, Conti SF. Wound-healing risk factors after open reduction and internal fixation of calcaneal fractures. Foot Ankle Int1998; 19:856-861.
15. Lim EVA, Leung JPE. Complications of intraarticular calcaneal fractures. Clin Orthop 2001;391:7-16.
16. Weber M, Lehmann O, Sagesser D, Krause F. Limited open reduction and internal fixation of displaced intra-articular fractures of the calcaneum. J Bone Joint Surg Br 2008;90:1608-16.
17. Sangeorzan BJ, Benirschke SK, Sanders R, Carr JB, Thordarson DB. The literature on calcaneal fractures is highly controversial. Foot Ankle Int 2001;22:844-5.

18. Hospodar P, Guzman C, Johnson P, Uhl R. Treatment of displaced calcaneus fractures using a minimally invasive sinus tarsi approach. *Orthopedics* 2008;31:1112.
19. Yeo JH, Cho JH, Lee KB. Comparison of two surgical approaches for displaced intra-articular calcaneal fractures: sinus tarsi versus extensile lateral approach. *BMC Musculoskeletal Disorders* [serial online]. 2015 Mar;19;16:63. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25886471/>. Accessed March 19,2015.
20. Basile A, Albo F, Giai A. Comparison Between Sinus Tarsi Approach and Extensile Lateral Approach for Treatment of Closed Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures: A Multicenter Prospective Study. *The Journal of Foot & Ankle Surgery* [serial online]. 2015 May-Jun;55(3):513-21. Available from : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26810127/>. Accessed January 23,2016.
21. Yao H, Liang T, Xu Y, Hou G, et al. Sinus tarsi approach versus extensile lateral approach for displaced intra-articular calcaneal fracture: a meta-analysis of current evidence base. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* 2017;12:43.
22. Xia S, Lu Y, Wang H, Wu Z, et al. Open reduction and internal fixation with conventional plate via L-shaped lateral approach versus internal fixation with percutaneous plate via a sinus tarsi approach for calcaneal fractures a randomized controlled trial. *Int J Surg.* 2014;12:475-80.
23. Marut A, Preeyaphan A, Chakhris S, et al. Validity and Reliability of Thai Version of the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) Subjective Form. *J Med Assoc Thai* 2015; 98(6):561-7.
24. Agren PH, Wretenberg P, Sayed-Noor A. Operative Versus Nonoperative Treatment of Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures. *JB&JS. Am* 2013;95:1351-7.
25. Epstein N, Chandran S, Chou L. Current Concepts Review: Intra-Articular Fractures of the Calcaneus. *Foot Ankle Int* 2012;33:79.
26. Rammelt S, Gavlik JM, Barthel S, et al. The Value of Subtalar Arthroscopy in the Management of Intra-articular Calcaneus Fractures. *Foot Ankle Int* 2002;23:906.
27. Mani K , Acharya P , Raj D. et al. A modified minimally invasive technique for intra-articular displaced calcaneal fractures fixed by transverse and axial screws. *Eur J Orthop Surg Traumatol* [serial online]. 2017 Oct;27(7):997-1004. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28501960>. Accessed May 13,2017.