

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อบริเวณที่ผ่าตัด ในผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บ กระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด

พิษณุเกียรติ เสนิงค์ ณ อยุธยา, พ.บ.¹

บทคัดย่อ

การติดเชื้อบริเวณผ่าตัด(Surgical Site Infection; SSI) ในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดเป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยและส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์การรักษาย่างมีนัยสำคัญ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการเกิดและลักษณะของการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด รวมทั้ง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด ในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด รูปแบบการศึกษาเป็นแบบย้อนหลัง(Retrospective cohort study) มีการรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลของรัฐประเทศ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2563 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2567 ข้อมูลที่เก็บ ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานประชากร ลักษณะและกลไกการบาดเจ็บ ระดับความรุนแรงตาม Gustilo–Anderson รายละเอียดการรักษา ผลลัพธ์หลังการผ่าตัด และภาวะแทรกซ้อน ใช้สถิติเชิงพรรณนาและการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกในการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงและการเกิดการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด

ผลการศึกษาในผู้ป่วยที่เข้าเกณฑ์ทั้งหมด 63 ราย มีอายุเฉลี่ย 37 ปี (ช่วง 18-51 ปี) พบว่าผู้ป่วยที่มีระดับความรุนแรงตาม Gustilo–Anderson ขั้นที่ 3 ขึ้นไป จำนวน 21 ราย (33.3%) ผู้ป่วยที่มีการเกิดการติดเชื้อบริเวณผ่าตัดจำนวน 19 ราย (30.2%) ซึ่งแบ่งเป็นการติดเชื้อขั้นต้น 11 ราย (57.9%) และการติดเชื้อซ้ำ 8 ราย (42.1%) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดการติดเชื้อบริเวณผ่าตัดอย่างมีนัยสำคัญ คือ ระดับความรุนแรงของแผลเปิดตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไป (OR 246; 95% CI, 23.9-2528, $P < 0.001$) ส่วนระยะเวลาการผ่าตัดต่ำกว่า 24 ชั่วโมง ไม่พบความสัมพันธ์กับการเกิดการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด ($P = 0.375$) ดังนั้นผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าความรุนแรงของแผลเปิดตามเกณฑ์ Gustilo–Anderson ระดับ 3 ขึ้นไป เป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญต่อการเกิดการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด ซึ่งสอดคล้องกับกลไกทางพยาธิสรีรวิทยาที่มีการปนเปื้อนสูงและเกิดการทำลายเนื้อเยื่ออย่างมาก แม้ว่าระยะเวลาการผ่าตัดมากกว่า 24 ชั่วโมงจะไม่พบความสัมพันธ์ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้ควรแปลผลด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากข้อจำกัดของการศึกษาแบบย้อนหลังและขนาดตัวอย่างที่ค่อนข้างน้อย ถึงแม้ว่าอัตราการเกิดการติดเชื้อบริเวณผ่าตัดในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีแผลเปิดระดับ 3 ขึ้นไป การประเมินระดับความรุนแรงของแผล การล้างและตัดเนื้อตายอย่างเหมาะสม รวมถึงการดูแลรักษาที่รวดเร็วและมีมาตรฐาน เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มโอกาสของผลลัพธ์การรักษาที่ดี

คำสำคัญ: กระดูกหน้าแข้งหัก, กระดูกหักแบบเปิด, การติดเชื้อบริเวณแผลผ่าตัด, ปัจจัยเสี่ยง

¹นายแพทย์ชำนาญการ, โรงพยาบาลรัฐประเทศ จังหวัดสระแก้ว ; E-mail: p.saneewong@gmail.com

Factors associated with surgical site infection in patients with open tibial fractures.

Pisanukiet Saneewong Na Ayutthaya, M.D.¹

Abstract

Surgical site infection (SSI) is a common complication in patients with open tibial fractures and is associated with poor clinical outcomes. This study aimed to determine the incidence of SSI and identify factors associated with its occurrence in patients with open tibial fractures. A retrospective cohort study was conducted using medical records of patients admitted to Aranyaprathet Hospital between January 1, 2020, and December 31, 2024. Data collected included demographic characteristics, injury mechanisms, severity of open fractures according to the Gustilo–Anderson classification, treatment details, postoperative outcomes, and complications. Descriptive statistics were used to summarize patient characteristics, and logistic regression analysis was performed to assess the association between potential risk factors and SSI.

A total of 63 patients were included, with a mean age of 37 years (range, 18–51 years). Gustilo–Anderson grade III or higher open fractures were identified in 21 patients (33.3%). Surgical site infection occurred in 19 patients (30.2%), including 11 cases (57.9%) of superficial SSI and 8 cases (42.1%) of deep SSI. Logistic regression analysis demonstrated that Gustilo–Anderson grade III or higher was significantly associated with an increased risk of SSI (OR 246; 95% CI, 23.9–2528; $P < 0.001$). In contrast, a delay of more than 24 hours before surgical debridement was not significantly associated with the development of SSI ($P = 0.375$). In conclusion, severe open tibial fractures classified as Gustilo–Anderson grade III or higher represent a major risk factor for surgical site infection. These findings emphasize the importance of accurate injury severity assessment, meticulous wound management, and timely standardized treatment to reduce infection risk. However, the results should be interpreted with caution due to the retrospective design and relatively small sample size.

KEYWORDS: Tibia fracture, Open fracture, Surgical site infection, Risk factor

¹ Orthopedist, Department of Orthopaedics, Aranyaprathet Hospital, Sakaeo Province ; E-mail: p.saneewong@gmail.com

บทนำ

กระดูกหักเป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญของโรคทางกระดูก กระดูกรยางค์ล่างเป็นส่วนของร่างกายที่ได้รับผลกระทบมากเมื่อเกิดการบาดเจ็บ เนื่องจากเป็นกระดูกท่อนที่ใหญ่และยาวที่สุดในร่างกาย อุบัติการณ์กระดูกรยางค์ล่างหักพบได้มากในคนอายุน้อย(Craxford และคณะ, 2024) ตำแหน่งที่พบหักบ่อยที่สุด คือ กระดูกหน้าแข้ง มีอุบัติการณ์ของกระดูกหน้าแข้งหัก 26 คน ในจำนวนประชากร 100,000 คนต่อปี เพศชายจะพบอุบัติการณ์มากกว่าเพศหญิง ในอัตรา 41:21 ต่อ 100,000 ประชากร (เกษตรสิงห์, 2023) กระดูกหน้าแข้งเป็นกระดูกที่มีโอกาสเกิดการหักแบบเปิดสูงกว่าตำแหน่งอื่น เนื่องจากเป็นกระดูกที่อยู่ต้นและมีชั้นผิวหนังคลุมค่อนข้างน้อย กระดูกหน้าแข้งหักทั้งหมดพบกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดได้ถึง 24% (Zhang และคณะ, 2023)

กระดูกหักแบบเปิด คือ ภาวะกระดูกหักที่มีบาดแผลเปิดติดต่อกับสิ่งแวดล้อมภายนอกเข้าไปสู่ตำแหน่งที่มีการหักของกระดูก ทำให้เชื้อโรคจากภายนอกปนเปื้อนเข้าสู่กระดูกได้ แบ่งความรุนแรงของการบาดเจ็บตาม Gustilo และ Anderson ได้ 3 ระดับ ดังนี้ ระดับที่ 1: มีกระดูกหักและมีแผลขนาดแผลเล็กกว่า 1 ซม. และเนื้อเยื่อมีการถูกทำลายน้อย ระดับที่ 2: มีกระดูกหักและมีแผลขนาดกว้างกว่า 1 ซม. และมีเนื้อเยื่อถูกทำลายมากปานกลาง ระดับที่ 3 (3A,3B,3C): มีกระดูกหักและมีเนื้อเยื่อถูกทำลายมาก ทั้งผิวหนัง กล้ามเนื้อ เส้นประสาท และเส้นเลือด (เกษตรสิงห์, 2023)

กระดูกหักแบบเปิดพบภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญ คือ การติดเชื้อบริเวณที่ผ่าตัด การติดเชื้อในกระดูก กระดูกติดเชื้อ กระดูกไม่ติด และกระดูกติดเชื้อรูป (Coombs และคณะ, 2022) กระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดมีความเสี่ยงในการติดเชื้อสูง เนื่องจากมีผิวหนังคลุมกระดูกบาง ร่วมกับส่วนใหญ่เกิดจากการบาดเจ็บที่รุนแรง มีรายงานอุบัติการณ์การติดเชื้อของกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดเท่ากับ 12.12 เปอร์เซ็นต์(Chebli และคณะ, 2024) แต่มีบางงานวิจัยมีสูงถึง 29 เปอร์เซ็นต์

(Zhang และคณะ, 2023) นอกจากนี้ พบว่ากระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดเพิ่มอุบัติการณ์ของการเกิดกระดูกไม่ติดเป็น 5-7 เท่า เมื่อเทียบกับกระดูกหักแบบปิด (กระดูกหักแบบปิด มีอุบัติการณ์กระดูกไม่ติด ร้อยละ 2.5) (Bunsrisaard และคณะ, 2021)

ปัจจัยเสี่ยงที่เพิ่มโอกาสติดเชื้อในกระดูกหักแบบเปิด ได้แก่ ขนาดบาดแผล ระยะเวลาก่อนได้รับการรักษา ระดับการบาดเจ็บของเนื้อเยื่ออ่อน ความรุนแรงของการหัก และระดับการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการรอผ่าตัดล้างแผลในห้องผ่าตัดที่ได้รับการยอมรับเป็นมาตรฐานว่า ช่วยลดภาวะการติดเชื้อได้ ยังคงเป็นที่ถกเถียงกัน ในอดีตมีแนวทางปฏิบัติ ได้แก่ “A 6-hour rule” หรือ “The golden 8-hour rule” อย่างไรก็ตาม ในหลายการศึกษาต่อมาพบว่าการผ่าตัดที่ล่าช้ากว่า 6 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมงนั้น ไม่เพิ่มอัตราการติดเชื้ออย่างมีนัยสำคัญ (พงศภิญโญภาพ, 2021)

จากข้อมูลข้างต้นพบว่า กระดูกหน้าแข้งเป็นตำแหน่งของกระดูกที่พบการหักแบบเปิดได้บ่อยที่สุด และมีภาวะแทรกซ้อนตามมาที่รุนแรง โดยเฉพาะการติดเชื้อบริเวณที่ผ่าตัด ทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถกลับไปใช้ชีวิตประจำวันได้ตามที่คาดหวัง ในปัจจุบันข้อมูลการศึกษาอัตราการติดเชื้อ และความสัมพันธ์ของการติดเชื้อในกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดในโรงพยาบาลระดับทั่วไปขนาดเล็ก(M1) ยังมีน้อย งานวิจัยนี้จึงจัดทำเพื่อหาอัตราการติดเชื้อและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อบริเวณที่ผ่าตัด ในผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด เพื่อนำมาวิเคราะห์หาแนวทางป้องกัน และลดความเสี่ยงของผู้ป่วยในอนาคต

คำถามการวิจัย

- 1.อัตราการเกิดการติดเชื้อบริเวณผ่าตัดในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด ที่โรงพยาบาลอรัญประเทศเป็นเท่าใด
- 2.ปัจจัยใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด ในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด โดยเฉพาะระดับความรุนแรงของแผลเปิดตาม

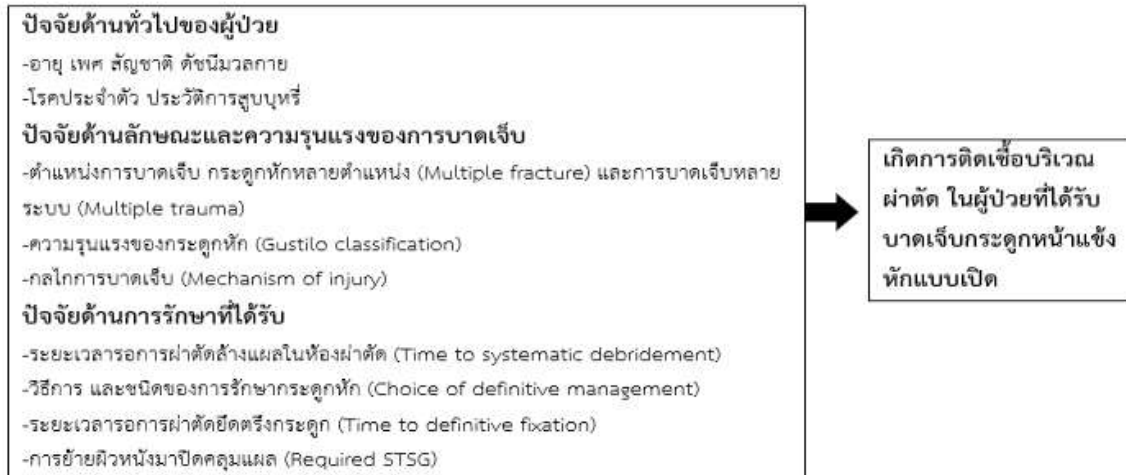
Gustilo–Anderson และระยะเวลาการผ่าตัดล้างแผลในท้องผ่าตัด

สมมุติฐานการวิจัย

1.ผู้ป่วยที่มีความรุนแรงของการบาดเจ็บ Gustilo–Anderson grade ระดับ 3 ขึ้นไป มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อบริเวณผ่าตัดสูงกว่าผู้ป่วยที่มีความรุนแรงน้อยกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.ระยะเวลาการผ่าตัดล้างแผลในท้องผ่าตัดมากกว่า 24 ชั่วโมง มีความสัมพันธ์กับอัตราการเกิดการติดเชื้อบริเวณผ่าตัดสูงขึ้น เมื่อเทียบกับผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดภายใน 24 ชั่วโมง

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย : การศึกษาย้อนหลัง (Retrospective cohort study) จากข้อมูลเวชระเบียนในผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด

ประชากร : ผู้ป่วยที่รับบาดเจ็บกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2567

ตัวแปรการศึกษา :

ตัวแปรต้น ได้แก่ ปัจจัยด้านคุณลักษณะประชากร ปัจจัยด้านลักษณะและความรุนแรงของการบาดเจ็บ ปัจจัยด้านการรักษาที่ได้รับ โดยความรุนแรงของ

3.ผู้ป่วยที่มีโรคประจำตัว ได้แก่ เบาหวาน หรือ ความดันโลหิตสูง มีความเสี่ยงต่อการเกิดการติดเชื้อบริเวณผ่าตัดสูงกว่าผู้ป่วยที่ไม่มีโรคประจำตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอัตราการเกิดและลักษณะของการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด ในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด

2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด ในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด

กระดูกหักแบบเปิดประเมินตามเกณฑ์ Gustilo–Anderson Classification แบ่งเป็น Type I, Type II, Type IIIA, Type IIIB และ Type IIIC รวมทั้งพิจารณาจากข้อมูลคลินิก เวชระเบียน และภาพถ่ายทางการแพทย์ ซึ่งได้รับการประเมินยืนยันโดยศัลยแพทย์ออร์โธปิดิกส์ประจำโรงพยาบาล

ตัวแปรตาม ได้แก่ การติดเชื้อบริเวณผ่าตัด(SSI) ในการศึกษาครั้งนี้ หมายถึง ภาวะติดเชื้อที่เกิดขึ้นภายใน 30–90 วันหลังการผ่าตัด โดยจัดตามเกณฑ์ของ CDC 2023 แบ่งเป็น 3 ระดับ: superficial incisional SSI, deep incisional SSI และ organ/space SSI หาก

ผู้ป่วยมีอาการหรือสัญญาณที่เข้าเกณฑ์ตามนิยามใด

นิยามหนึ่ง จะถือว่า มี SSI

กลุ่มตัวอย่าง : ผู้ป่วยที่รับบาดเจ็บกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด ที่มารับการรักษาในโรงพยาบาลรัฐประเทศเกณฑ์คัดเลือกตัวอย่าง(Inclusion criteria) คือ ผู้ป่วยได้รับบาดเจ็บกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด ที่มารับการรักษาแบบผู้ป่วยใน ระหว่างวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2563 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2567 และมีเกณฑ์คัดออก(Exclusion criteria) คือ ผู้ป่วยมีประวัติกระดูกหักและ/หรือกระดูกติดเชื้อในตำแหน่งเดียวกันกับการบาดเจ็บในครั้งนี้ หรือผู้ป่วยที่ลงข้อมูลประวัติ การวินิจฉัย และการผ่าตัดในเวชระเบียนไม่ครบถ้วน

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าภาวะแทรกซ้อนส่วนใหญ่ในผู้ป่วยที่ได้รับบาดเจ็บกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด คือ การติดเชื้อบริเวณผ่าตัด พบว่าอัตราการติดเชื้อในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดเท่ากับ 12.12 เปอร์เซ็นต์(Chebli และคณะ, 2024) ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการศึกษาอัตราการติดเชื้อ ในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด กำหนดระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05 ($\alpha=0.05$) ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าเท่ากับ 10% ($d=0.1$) จะได้กลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 41 ราย คำนวณขนาดตัวอย่างด้วยสูตรประมาณค่าสัดส่วนในประชากรอย่างไม่จำกัดรายละเอียดดังสูตรด้านล่าง

$$n = \frac{z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 p(1-p)}{d^2}$$

P = อัตราการติดเชื้อในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด เท่ากับ 12.12 เปอร์เซ็นต์ ($p = 0.1212$)

d = ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าเท่ากับ 10% ($d = 0.1$)

$Z_{1-\alpha/2}$ = ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05

($\alpha=0.05$) = 1.96

ดังนั้นผู้วิจัยจะต้องใช้ขนาดตัวอย่างอย่างน้อย 41 ราย เพื่อใช้ในการศึกษานี้ แต่เนื่องจากเป็นการศึกษานี้เป็นการวิจัยแบบศึกษาย้อนหลัง ทำให้มีโอกาสข้อมูลสูญหาย จึงคำนวณกลุ่มตัวอย่างเพิ่มจากการสูญหายอีกร้อยละ 10 ทำให้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ เท่ากับ 45 คน เพื่อให้มีอำนาจทางสถิติ (statistical power) เพียงพอ อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติพบว่า มีผู้ป่วยที่เข้าเกณฑ์การศึกษามากกว่าที่คำนวณไว้ ผู้วิจัยจึงได้ใช้ข้อมูลทั้งหมดโดยไม่ตัดตัดออกเพื่อเพิ่มความแม่นยำของการประมาณค่าและลดความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบบันทึกเก็บรวบรวมข้อมูลจากแฟ้มเวชระเบียนประวัติการรักษาในโรงพยาบาล บันทึกการผ่าตัด(operative note) และภาพเอกซเรย์ประกอบการประเมินลักษณะการแตกหักของกระดูก แบ่งเป็น 4 ส่วน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย ได้แก่ อายุ เพศ สัญชาติ ดัชนีมวลกาย โรคประจำตัว ประวัติการสูบบุหรี่

ส่วนที่ 2 ข้อมูลลักษณะและกลไกการบาดเจ็บ ได้แก่ ตำแหน่งการบาดเจ็บ กระดูกหักหลายตำแหน่ง (Multiple fracture) การบาดเจ็บหลายระบบ (Multiple trauma) กลไกการบาดเจ็บ(Mechanism of injury) และความรุนแรงของกระดูกหัก(Gustilo classification) ซึ่งอ้างอิงข้อมูลจากเวชระเบียน บันทึกการผ่าตัด(operative note) ที่ระบุลักษณะของบาดแผล ได้แก่ ขนาดแผล ความเสียหายของเนื้อเยื่ออ่อน และการปนเปื้อนของบาดแผล นอกจากนี้ยังได้ใช้ผลการตรวจเอกซเรย์ประกอบการประเมินลักษณะการแตกหักของกระดูก

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการรักษาในโรงพยาบาล ได้แก่ วิธีการและชนิดของการรักษา(Choice of definitive management) ระยะเวลาการผ่าตัดล้างแผลในท้องผ่าตัด นับจากเวลาที่ผู้ป่วยมาโรงพยาบาล(Time to systematic debridement) ระยะเวลาการผ่าตัดยึดตรึงกระดูก นับจากวันแรกที่ผู้ป่วยมาโรงพยาบาล(Time to definitive fixation) ระยะเวลาการนอนโรงพยาบาล และ การย้ายผิวหนังมาปิดคลุมแผล(Required STSG)

ส่วนที่ 4 ผลการรักษาและภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัดรักษาที่ศึกษา ได้แก่ การติดเชื้อบริเวณผ่าตัด (นิยามตามหน่วยงานป้องกันโรคติดต่อในสหรัฐอเมริกา CDC คือ การติดเชื้อที่เกิดขึ้นหลังจากการผ่าตัดในบริเวณที่ผ่าตัด), ความรุนแรงของการติดเชื้อ แบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ การติดเชื้อชั้นตื้น (Superficial infection) คือ การติดเชื้อบริเวณผิวหนังและเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง รวมทั้งการติดเชื้อชั้นลึก(Deep infection) คือ การติดเชื้อที่ลุกลามไปถึงชั้นพังผืด กล้ามเนื้อ และกระดูก(พงศภัฏโณภาพ, 2021), ระยะเวลาการวินิจฉัยการติดเชื้อ นับการวันแรกที่ทำการผ่าตัดล้างแผล(Onset of Infection), การติดเชื้อกระดูกหน้าแข้งเรื้อรัง(Chronic osteomyelitis) คือ การอักเสบติดเชื้อของกระดูกหน้าแข้งเรื้อรัง พบอาการกดเจ็บของกระดูกที่มีการติดเชื้อ อาจจะพบหนองทะลุ จากกระดูกออกมาข้างนอกผ่านรูเปิดผิวหนัง พบระดับการเพิ่มสูงขึ้นของเม็ดเลือดขาว ESR CRP และตรวจพบเชื้อจากการส่งเพาะเชื้อ(พงศภัฏโณภาพ, 2021), วิธีการรักษาการติดเชื้อ, กระดูกหน้าแข้งไม่ติด(Nonunion) คือ การไม่พบกระบวนการสร้างกระดูกใน 3 เดือน หรือกระดูกไม่สมานกัน ภายใน 9 เดือน)(Nicolaidis และคณะ, 2021), ระยะเวลาติดของกระดูกหน้าแข้ง(Time to union: นับจากวันที่รับการยึดตรึงกระดูก ถึงพบกระดูกหน้าแข้งสมานกัน โดย

จะต้องไม่พบอาการปวดขณะลงน้ำหนัก ไม่มีการขยับของตำแหน่งกระดูกหัก และในภาพเอกซเรย์เห็นกระดูกเชื่อมต่อกันผ่านตำแหน่งกระดูกหัก), ระยะเวลานอนโรงพยาบาล และระยะเวลาการติดตามผู้ป่วย

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

แบบบันทึกข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูลคุณลักษณะทั่วไปของประชากร ลักษณะและความรุนแรงของการบาดเจ็บ ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของการรักษาที่ได้รับ และภาวะแทรกซ้อนในผู้ป่วยที่ได้รับการบาดเจ็บกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด ได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านออร์โธปิดิกส์และตรวจสอบโดยผู้ที่มีประสบการณ์ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง การประเมินความตรงเชิงเนื้อหา คำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.80–1.00 และมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยรายข้อ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.92 จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบบันทึกข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ก่อนนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการเก็บข้อมูลภายหลังโครงการได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว โดยผู้วิจัยขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลและขอใช้ข้อมูลในแฟ้มประวัติผู้ป่วยจากผู้อำนวยการโรงพยาบาลอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว หลังจากได้รับอนุญาตได้เข้าพบหัวหน้ากลุ่มงานสารสนเทศ โรงพยาบาลอรัญประเทศ เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการดำเนินการเก็บ

ข้อมูลจากแฟ้มประวัติผู้ป่วย จากนั้นจึงดำเนินการเก็บ
ข้อมูลจนได้กลุ่มตัวอย่างครบตามจำนวนที่กำหนด

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปที่เป็นข้อมูลเชิง
กลุ่ม(categorical data) เช่น เพศ โรคประจำตัว และ
ประวัติการสูบบุหรี่ รายงานด้วยจำนวนและร้อยละ
ส่วนข้อมูลเชิงปริมาณ(continuous data) เช่น อายุ
น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย และระยะเวลาที่เกี่ยวข้อง
รายงานด้วยค่ามัธยฐาน(median) และพิสัยควอร์ไทล์
(percentile ที่ 25–75) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์
ระหว่างปัจจัยต่างๆ กับการเกิดการติดเชื้อบริเวณแผลผ่าตัด
ใช้การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติก (logistic regression) โดย
รายงานผลเป็นค่าอัตราส่วนโอกาส(odds ratio; OR)
พร้อมช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (95% confidence
interval; 95% CI) การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบ
ตัวแปรเดียว (univariable logistic regression) ใช้
เพื่อคัดเลือกตัวแปรที่มีค่า $P < 0.10$ เข้าสู่การวิเคราะห์
ถดถอยโลจิสติกแบบพหุตัวแปร (multivariable logistic
regression) การทดสอบทางสถิติทั้งหมดเป็นแบบสองทาง
(two-sided test) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า P
 < 0.05 และใช้โปรแกรม STATA version 18 (College
Station, Texas, USA) ในการวิเคราะห์ข้อมูล
จริยธรรมการวิจัย

การศึกษานี้ได้รับการยกเว้นการขอความ
ยินยอมจากผู้ป่วย เนื่องจากเป็นการศึกษาย้อนหลังจาก
เวชระเบียนและไม่มีความเสี่ยงเพิ่มเติมต่อผู้ป่วย ข้อมูล
ทั้งหมดได้รับการปกปิดข้อมูลระบุตัวบุคคล(de-identify)
โดยใช้รหัสผู้ป่วยแทนชื่อ-นามสกุล จัดเก็บในคอมพิวเตอร์
ที่มีรหัสผ่านเฉพาะผู้วิจัยเท่านั้นที่เข้าถึงได้ และจะ
ทำลายข้อมูลหลังเสร็จสิ้นการศึกษา 1 ปี ตาม
ข้อกำหนดของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยใน

มนุษย์ ซึ่งได้รับการอนุมัติให้ยกเว้นการขอความยินยอม
จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสระแก้ว รหัสโครงการ
S010b/67 Expedited Review เมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม
2567 และได้รับการรับรองต่อเนื่อง เมื่อวันที่ 22
กรกฎาคม 2568

ผลการวิจัย

ผู้เข้าวิจัยทั้งหมด 63 คน อายุเฉลี่ย 37ปี(18-
51ปี) เพศชาย 49 คน(ร้อยละ 77.8) สัญชาติไทย 56
คน(ร้อยละ 88.89) ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 20.6 กิโลกรัม/
เมตร² (18.4-24.7กก/ม²) ผู้ป่วยมีประวัติโรคประจำตัว
11 คน(ร้อยละ 17.5) ได้แก่ เบาหวาน ความดันโลหิต
สูง ไขมันสูง โรคหอบ โรคไต โรคเกาต์ โรคจิตเวช และ
วัณโรคปอด ผู้ป่วยมีประวัติสูบบุหรี่ 4 คน (ร้อยละ 6.3)
ดังแสดงในตารางที่ 1

สาเหตุของกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดเกิด
จากอุบัติเหตุรถมอเตอร์ไซด์ 46 คน(ร้อยละ 73) เลื้อย
ย่นหรือของมีคมบาด 12 คน(ร้อยละ 19.0) ตกจากที่
สูง 3 คน(ร้อยละ 4.8) และถูกอาวุธปืนยิงที่ขา 2 คน
(ร้อยละ 3.2) ตำแหน่งกระดูกหักพบที่กระดูกหน้าแข้ง
ส่วนกลาง 26 คน(ร้อยละ 41.3%) กระดูกหน้าแข้งส่วน
ปลายเหนือข้อเท้า 23 คน(ร้อยละ 36.5) กระดูกหน้า
แข้งส่วนต้น 7 คน(ร้อยละ 11.1) และกระดูกหน้าแข้ง
บริเวณข้อเข่า 7 คน(ร้อยละ 11.1) พบกระดูกขาขึ้น
นอกfibula(Fibula) หักร่วม 40 คน(ร้อยละ 63.5)
ผู้ป่วยได้รับบาดเจ็บรวมของอวัยวะมากกว่า 2 ระบบขึ้น
ไป(Multiple trauma) 4 คน (ร้อยละ 6.3) ได้แก่
Subarachnoid hemorrhage 3 คน และ Cardiac
tamponade ร่วมกับPeroneal nerve palsy 1 คน
พบผู้ป่วยมีกระดูกหักมากกว่าหรือเท่ากับ 2 ตำแหน่ง
(Multiple fracture) 14 คน(ร้อยละ 22.2) ได้แก่
กระดูกหน้าแข้งด้านตรงข้ามหัก(Contralateral tibia)

4 คน, กระดูกเท้าหัก(Metatarsal) 3 คน, กระดูก
ลูกสะบ้าหัก(Patella) 2 คน, กระดูกโขนหัก(Facial
bone) 2 คน, กระดูกต้นขาหัก(Femur) 1 คน กระดูก
นิ้วมือหัก(Phalanges) 1 คน และกระดูกข้อเท้าหัก
(Ankle) 1 คน แบ่งความรุนแรงของการบาดเจ็บตาม

Gustilo และ Anderson พบระดับ 1 จำนวน 15 คน
(ร้อยละ 23.8) ระดับ 2 จำนวน 27 คน(ร้อยละ 42.9)
ระดับ 3A จำนวน 13 คน(ร้อยละ 20.6) ระดับ 3B
จำนวน 7 คน(ร้อยละ 11.1) และระดับ 3C จำนวน 1
คน(ร้อยละ 1.6) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลแสดงลักษณะทั่วไปของประชากร

จำนวนประชากรที่ศึกษา (จำนวน)	63	ตำแหน่งกระดูกหน้าแข้งหัก (จำนวน/ร้อยละ)	
อายุ (ปี) median (IQR)	37.0 (18-51)	ใต้ข้อเข่า (Tibial plateau)	7 (11.1)
เพศ (จำนวน/ร้อยละ)		ส่วนต้น (Proximal shaft)	7 (11.1)
		ส่วนกลาง (Middle shaft)	26 (41.3)
หญิง	14 (22.2%)	ส่วนปลาย (Distal shaft)	23 (36.5)
ชาย	49 (77.8%)		
สัญชาติ (จำนวน/ร้อยละ)		กระดูกฟิบุลล่าหักร่วม (Fibular fx) (จำนวน/ร้อยละ)	
ไทย	56 (88.9)	ไม่หัก	23 (36.5)
ต่างชาติ	7 (11.1%)	หักร่วม	40 (63.5)
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ² , median (IQR)		การบาดเจ็บหลายระบบ (Multiple trauma) (จำนวน/ร้อยละ)	
20.6 (18.4-24.7)		ไม่มี	59 (93.7)
ประวัติโรคประจำตัว (จำนวน/ร้อยละ)		มี	4 (6.3)
ไม่มี	52 (82.5)	กระดูกหักหลายตำแหน่ง (Multiple fracture) (จำนวน/ร้อยละ)	
มี	11 (17.5)	ไม่มี	49 (77.8)
ประวัติสูบบุหรี่ (จำนวน/ร้อยละ)		มี	14 (22.2)
ไม่มี	59 (93.7)	ระดับความรุนแรงตาม Gustilo และ Anderson (จำนวน/ร้อยละ)	
มี	4 (6.3)	ระดับ 1	15 (23.8)
กลไกการบาดเจ็บ (จำนวน/ร้อยละ)		ระดับ 2	27 (42.9)
อุบัติเหตุรถจักรยานยนต์	46 (73.0)	ระดับ 3A	13 (20.6)
ถูกเลื่อยยนต์/ของมีคมบาด	12 (19.0)	ระดับ 3B	7 (11.1)
ตกจากที่สูง	3 (4.8)	ระดับ 3C	1 (1.6)
ถูกอาวุธปืนยิง	2 (3.2)		

ข้อมูลการรักษาในโรงพยาบาล ระยะเวลาการผ่าตัดล้างแผลในท้องผ่าตัด (Time to systematic debridement) น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จำนวน 51 คน (ร้อยละ 81.0) และมากกว่า 48 ชั่วโมง จำนวน 12 คน (ร้อยละ 19.0) ผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดล้างแผลร่วมกับยึดตรึงกระดูกในการผ่าตัดครั้งเดียว(Simultaneous surgery) จำนวน 27 คน(ร้อยละ 42.7) และได้รับการผ่าตัดล้างแผลร่วมกับยึดตรึงกระดูกภายหลัง(Staged surgery) จำนวน 36 คน(ร้อยละ 57.1) ระยะเวลาการผ่าตัดยึดตรึงกระดูก(Time to definitive fixation) น้อยกว่า 7 วัน จำนวน 13 คน(ร้อยละ 37.1) ระหว่าง

7-14วัน จำนวน 14 คน(ร้อยละ 40) และมากกว่า 14 วัน จำนวน 8 คน(ร้อยละ 22.9) ผู้ป่วยรับการผ่าตัดด้วยแผ่นโลหะยึดตรึงกระดูก(Plating) จำนวน 40 คน(ร้อยละ 63.5) ใส่โลหะแกนกลางกระดูก(Nailing) จำนวน 9 คน(ร้อยละ 14.3) และอุปกรณ์ยึดกระดูกภายนอก(External immobilization) จำนวน 13 คน(ร้อยละ 20.6) ในขณะที่มีผู้ป่วย จำนวน 1 คนหลังแผลหายดีกลับไปรับการรักษาต่อตามสิทธิโรงพยาบาลกลับบ้าน รวมทั้งมีผู้ป่วยที่มีแผลเปิดขนาดใหญ่ต้องใช้การย้ายผิวหนังที่อื่นมาปิดแผล จำนวน 6 คน(ร้อยละ 9.5) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อมูลแสดงการรักษาที่ผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดได้รับ

การผ่าตัดรักษา (จำนวน/ร้อยละ)	
ผ่าตัดล้างแผลร่วมกับยึดตรึงกระดูกในครั้งเดียว (Simultaneous surgery)	27 (42.7)
ได้รับการผ่าตัดล้างแผลร่วมกับผ่าตัดยึดตรึงกระดูกภายหลัง (Staged surgery)	36 (57.1)
ระยะเวลาการผ่าตัดล้างแผลในท้องผ่าตัด (Time to systematic debridement) (ชั่วโมง)(ร้อยละ)	
น้อยกว่า 24 ชั่วโมง	51 (81.0)
มากกว่า 24 ชั่วโมง	12 (19.0)
ชนิดอุปกรณ์ยึดตรึงกระดูก (Choice of implant) (จำนวน/ร้อยละ)	
อุปกรณ์ยึดกระดูกภายนอก(External immobilization)	13 (20.6)
โลหะใส่แกนกลางกระดูก(Nailing)	9 (14.3)
แผ่นโลหะยึดตรึงกระดูก(Plating)	40 (63.5)
ระยะเวลาการผ่าตัดยึดตรึงกระดูก (Time to definitive fixation) (จำนวน/ร้อยละ)	
น้อยกว่า 7 วัน	13 (37.1)
ระหว่าง 7-14 วัน	14 (40.0)
มากกว่า 14 วัน	8 (22.9)
การย้ายผิวหนังมาปิดคลุมแผล (Required STSG) (จำนวน/ร้อยละ)	
ไม่มี	57 (90.5%)
มี	6 (9.5%)

การศึกษานี้พบการติดเชื้อบริเวณที่ผ่าตัด
จำนวน 19 คน(ร้อยละ 30.2) ระยะเวลาการวินิจฉัยการ
ติดเชื้อนับจากวันผ่าตัดล้างแผล(Onset of Infection)
น้อยกว่า 1 เดือน จำนวน 13 คน(ร้อยละ 68.4) และ
มากกว่า 1 เดือน จำนวน 6 คน(ร้อยละ 31.6) โดย
แบ่งเป็นการติดเชื้อชั้นตื้น(Superficial infection)
จำนวน 11 คน(ร้อยละ 57.9) และ การติดเชื้อชั้นลึก
(Deep infection) จำนวน 8 คน(ร้อยละ 42.1) ผู้ป่วยที่
พบการติดเชื้อได้รับการรักษาโดยการรับประทานยา
ปฏิชีวนะ(Oral antibiotic) จำนวน 6 คน(ร้อยละ 31.6)
ฉีดยาปฏิชีวนะทางเส้นเลือดดำ(Intravenous antibiotic)
จำนวน 1 คน(ร้อยละ 5.3) ผ่าตัดล้างแผลร่วมกับฉีดยา

ปฏิชีวนะทางเส้นเลือดดำ(Debridement with
Intravenous antibiotic) จำนวน 10 คน(ร้อยละ 52.6)
และผ่าตัดเอาโลหะยึดตรึงกระดูกออก(Implant removal
with Intravenous antibiotic) จำนวน 2 คน(ร้อยละ
10.5) พบกระดูกหน้าแข้งติดเชื้อเรื้อรัง(Chronic
osteomyelitis) จำนวน 3 คน(ร้อยละ 4.8) กระดูกหน้า
แข้งไม่ติด(Nonunion fracture) จำนวน 6 คน(ร้อยละ
9.5) ระยะเวลาติดของกระดูกหน้าแข้ง(Union time)
เฉลี่ย 10 สัปดาห์(8-16สัปดาห์) ระยะเวลาอน
โรงพยาบาล(Hospital stay) เฉลี่ย 11วัน(6-15วัน) และ
ระยะเวลาติดตามอาการผู้ป่วย(Follow up time) เฉลี่ย
24 สัปดาห์(16-40สัปดาห์) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลแสดงผลการรักษาของผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด และภาวะแทรกซ้อนหลังการรักษา

การติดเชื้อบริเวณผ่าตัด (จำนวน/ร้อยละ)	
ไม่มี	44 (69.8)
มี	19 (30.2)
ความรุนแรงของการติดเชื้อ (จำนวน/ร้อยละ)	
ชั้นตื้น (Superficial infection)	11 (57.9%)
ชั้นลึก (Deep infection)	8 (42.1%)
ระยะเวลาการวินิจฉัยการติดเชื้อ(Onset of Infection) (จำนวน/ร้อยละ)	
ภายใน 1 เดือน	13 (68.4%)
มากกว่า 1 เดือน	6 (31.6%)
การรักษาการติดเชื้อ (จำนวน/ร้อยละ)	
รับประทานยาปฏิชีวนะ (Oral antibiotic)	6 (31.5)
ฉีดยาปฏิชีวนะทางเส้นเลือดดำ (Intravenous antibiotic)	1 (5.3)
ผ่าตัดล้างแผล ร่วมกับฉีดยาปฏิชีวนะทางเส้นเลือดดำ (Debridement with IV antibiotic)	10 (52.6)
ผ่าตัดเอาโลหะยึดตรึงกระดูกออก (Implant removal with IV antibiotic)	2 (10.5)
การติดเชื้อของกระดูกหน้าแข้งเรื้อรัง (จำนวน/ร้อยละ)	3 (4.8)
กระดูกหน้าแข้งไม่ติด (จำนวน/ร้อยละ)	6 (9.5)
ระยะเวลาดิตของกระดูกหน้าแข้ง (สัปดาห์), median (IQR)	10 (8-16)
ระยะเวลานอนโรงพยาบาล(วัน) median(IQR))	11.0 (6.0-15.0)
ระยะเวลาดิตตามอาการผู้ป่วย (เดือน), median (IQR)	6 (4-10)

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อบริเวณแผลผ่าตัด โดยการวิเคราะห์แบบ Univariate logistic regression

ปัจจัยที่ศึกษา	ไม่ติดเชื้อ (N=54)	ติดเชื้อ (N=19)	OR (95%CI)	P-value
อายุ (ปี) median (IQR)	40 (18.5-54.5)	33.0 (17-48)	0.98 (0.96-1.01)	0.243
สัญชาติ (จำนวน/ร้อยละ)				
ต่างชาติ	6 (85.7%)	1 (14.3%)	1	0.332
ไทย	38 (67.9%)	18 (32.1%)	2.84 (0.32-25.40)	
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ² , median (IQR))	19.8 (18.1-24.8)	21.0 (20.0-24.0)	0.99 (0.91-1.01)	0.948
ประวัติโรคประจำตัว (จำนวน/ร้อยละ)				
ไม่มี	34 (65.4)	18 (34.6)	1	0.126
มี	10 (90.1)	1 (9.1)	0.19 (0.02-1.60)	
ประวัติสูบบุหรี่ (จำนวน/ร้อยละ)				
ไม่มี	42 (71.2)	17 (28.8)	1	0.38
มี	2 (50)	2 (50)	2.47 (0.32-18.98)	
ตำแหน่งกระดูกหน้าแข้งหัก (จำนวน/ร้อยละ)				
ไตข้อเข้า (Tibial plateau)	5 (71.4)	2 (28.6)	1	
ส่วนต้น (Proximal shaft)	5 (71.4)	2 (28.6)	1 (0.10-10.16)	0.99
ส่วนกลาง (Middle shaft)	16 (61.5)	10 (38.5)	1.56 (0.25-9.65)	0.631
ส่วนปลายเหนือข้อเท้า(Distal shaft)	18 (78.3)	5 (21.7)	0.69 (0.10-4.72)	0.709
กระดูกฟิบุลลาหักร่วม (Fibula fx) (จำนวน/ร้อยละ)				
ไม่หัก	17 (73.9)	6 (26.1)	1	
หักร่วม	27 (67.5)	13 (32.5)	1.36 (0.44-4.27)	0.594
การบาดเจ็บหลายระบบ (Multiple trauma) (จำนวน/ร้อยละ)				
ไม่มี	43 (75)	16 (27.6)	1	0.151
มี	1 (25)	3 (60)	3.94 (0.60-25.79)	
กระดูกหักหลายตำแหน่ง (Multiple fracture) (จำนวน/ร้อยละ)				
ไม่มี	35 (71.4)	14 (28.6)	1	
มี	9 (64.3)	5 (35.7)	1.39 (0.39-4.88)	0.608

* รายงานค่าอัตราส่วนโอกาสแบบไม่ปรับค่า (Crude OR) จากการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบตัวแปรเดียว

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อบริเวณแผลผ่าตัด โดยการวิเคราะห์แบบ Univariate logistic regression (ต่อ)

ปัจจัยที่ศึกษา	ไม่ติดเชื้อ (N=54)	ติดเชื้อ (N=19)	OR (95%CI)	P-value
ระดับความรุนแรงตาม Gustilo และ Anderson (จำนวน/ร้อยละ)				
ระดับ 1-2	41 (93.2)	1 (5.3)	1	<0.001*
ระดับ 3 ขึ้นไป	3 (6.8)	18 (94.7)	246 (23.9-2528)	
การรักษา (จำนวน/ร้อยละ)				
ผ่าตัดล้างแผลร่วมกับยึดตรึงกระดูกในครั้งเดียว (Simultaneous surgery)	23 (85.2)	4 (14.8)	1	0.027*
ผ่าตัดล้างแผลร่วมกับผ่าตัดใส่โลหะยึดตรึงกระดูกภายหลัง (Staged surgery)	21 (58.3)	15 (41.7)	4.11 (1.17-14.36)	
ระยะเวลาการผ่าตัดล้างแผลในท้องผ่าตัด (Time to systematic debridement) (ชั่วโมง)(ร้อยละ)				
น้อยกว่า 24 ชั่วโมง	35 (68.6)	16 (31.4)	1	0.375
มากกว่า 24 ชั่วโมง	9 (75)	3 (25)	0.77 (0.44-1.35)	
ระยะเวลาการผ่าตัดยึดตรึงกระดูก (Time to definitive fixation), median (IQR)(วัน)				
น้อยกว่า 7 วัน	9 (62.2)	4 (30.8)	1	Ref
ระหว่าง 7-14 วัน	10 (71.4)	4 (28.6)	0.9 (0.17-4.70)	0.901
มากกว่า 14 วัน	6 (75)	2 (25)	0.75 (0.10-5.47)	0.777
ชนิดอุปกรณ์ยึดตรึงกระดูก (Choice of implant) (จำนวน/ร้อยละ)				
แผ่นโลหะยึดตรึงกระดูก(Plating)	28 (87.5)	4 (12.5)	1	0.156
โลหะใส่แกนกลางกระดูก(Nailing)	12 (70.6)	5 (29.4)	2.92 (0.66-12.79)	
การย้ายผิวหนังมาปิดคลุมแผล (Required STSG) (จำนวน/ร้อยละ)				
ไม่มี	43 (75.4)	14 (24.6)	1	0.003*
มี	1 (16.7)	5 (83.3)	15.36 (1.65-142.83)	

* รายงานค่าอัตราส่วนโอกาสแบบไม่ปรับค่า (Crude OR) จากการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบตัวแปรเดียว

เมื่อนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดการติดเชื้อบริเวณผ่าตัดในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด มาวิเคราะห์ทีละตัวแปร (Univariate analysis) กำหนดค่า P-value < 0.05 พบว่าระดับความรุนแรงตาม Gustilo และ Anderson: ระดับ 3 ขึ้นไป(OR 246; 95% CI, 23.9-2528, P<0.001) การผ่าตัดล้างแผลร่วมกับยึดตรึงกระดูกภายหลัง (Staged surgery)(OR 4.11; 95% CI, 1.17-14.36, P=0.027) และการย้ายผิวหนังมาปิดคลุมแผล

(Required STSG) (OR 15.36; 95% CI, 1.65-142.83, P=0.003) มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด ดังแสดงในตารางที่ 4 จากนั้นนำตัวแปรที่ P < 0.001 จาก Univariate analysis มาวิเคราะห์ Multivariate analysis พบว่าระดับความรุนแรงตาม Gustilo และ Anderson ระดับ 3 ขึ้นไปเท่านั้น(P<0.001) ที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อบริเวณผ่าตัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อบริเวณแผลผ่าตัด จากการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกแบบพหุตัวแปร

	Adjusted OR (95%CI)	P-value
ระดับความรุนแรงตาม Gustilo และ Anderson ระดับ 3 ขึ้นไป	309 (20.6-4622)	<0.001*
ผ่าตัดล้างแผลร่วมกับผ่าตัดใส่โลหะยึดตรึงกระดูกภายหลัง (Staged surgery)	6.67 (0.51-87.03)	0.147
การย้ายผิวหนังมาปิดคลุมแผล (Required STSG)	3.39 (0.04-304.1)	0.594

อภิปรายผล

กระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดส่วนใหญ่พบในผู้ป่วยอายุน้อย และสาเหตุหลักเกิดจากอุบัติเหตุที่มี High energy mechanism เช่น อุบัติเหตุรถมอเตอร์ไซด์(Garabano และคณะ, 2022; Mwafuulirwa และคณะ, 2022) ความรุนแรงของการบาดเจ็บตาม Gustilo และ Anderson แบ่งได้ 3 ระดับ ดังนี้ ระดับที่ 1: มีกระดูกหักและมีแผลขนาดแผลเล็กกว่า 1 ซม. และเนื้อเยื่อมีการถูกทำลายน้อย ระดับที่ 2: มีกระดูกหักและมีแผลขนาดกว้างกว่า 1 ซม. และมีเนื้อเยื่อถูกทำลายมากปานกลาง ระดับที่ 3 (3A,3B,3C): มีกระดูกหักและมีเนื้อเยื่อถูกทำลายมาก ทั้งผิวหนัง กล้ามเนื้อ เส้นประสาท และเส้นเลือด(2558) การศึกษานี้ประเมินความรุนแรงของการบาดเจ็บตาม Gustilo และ Anderson โดยอ้างอิงข้อมูลจากเวชระเบียน บันทึกการผ่าตัด(operative note) ซึ่งระบุลักษณะของบาดแผล ได้แก่ ขนาดแผล ความเสียหายของเนื้อเยื่ออ่อน และการปนเปื้อนของบาดแผล นอกจากนี้ยังได้ใช้ผลการตรวจเอกซเรย์

ประกอบการประเมินลักษณะการแตกหักของกระดูก เพื่อให้การจำแนกประเภทเป็นไปอย่างถูกต้องและแม่นยำ การศึกษานี้พบผู้ป่วยมีการบาดเจ็บ Gustilo และ Anderson ระดับ 2 มากที่สุด จำนวน 27 คน (42.9%) และตำแหน่งหน้าแข้งส่วนกลางหักมากที่สุด จำนวน 26 คน(41.3%) ซึ่งคล้ายกับการศึกษาก่อนหน้าที่พบความรุนแรงของการบาดเจ็บตาม Gustilo และ Anderson ระดับ 2 และพบบริเวณกระดูกหน้าแข้งส่วนกลางมากที่สุด (Tahir และคณะ, 2021) งานวิจัยนี้ไม่รวมข้อมูลกระดูกหน้าแข้งส่วนข้อเท้าหักเนื่องจากกระดูกข้อเท้าหักอาจมีกลไกการบาดเจ็บที่ไม่รุนแรง(Low-energy fracture) แตกต่างจากกระดูกหน้าแข้งส่วนอื่น ซึ่งอาจทำให้ผลคลาดเคลื่อนได้

การติดเชื้อบริเวณผ่าตัด นิยามตามหน่วยงานป้องกันโรคติดต่อในสหรัฐอเมริกา(CDC) คือ การติดเชื้อที่เกิดขึ้นหลังจากการผ่าตัดในบริเวณที่ผ่าตัด ความรุนแรงของการติดเชื้อสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่ การติดเชื้อขั้นต้น คือ การติดเชื้อบริเวณผิวหนังและเนื้อเยื่อ

ใต้ผิวหนัง และการติดเชื้อชั้นลึก คือ การติดเชื้อที่ลุกลามไปถึงชั้นพังผืด กล้ามเนื้อ และกระดูก หากปล่อยไว้นานอาจเกิดการติดเชื้อเรื้อรังของตัวกระดูก (Chronic osteomyelitis)(พงศัญญาณภาพ, 2021) อัตราการติดเชื้อบริเวณผ่าตัดในกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดมีหลากหลาย เช่น Chetan Khatri และคณะ ทำการศึกษาหาอัตราการติดเชื้อในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดโดยวิธี Systematic review and Meta-analysis พบว่ามีอัตราการติดเชื้อ 12.12 เปอร์เซ็นต์ (Chebli และคณะ, 2024) Mwafulirwa และคณะ ทำการศึกษาโดยการเก็บข้อมูลย้อนหลัง พบว่ามีอัตราการติดเชื้อในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด 26.7 เปอร์เซ็นต์ (Mwafulirwa และคณะ, 2022) Matija Krkovic และคณะ ทำการศึกษาโดยวิธีเก็บข้อมูลย้อนหลัง พบอัตราการติดเชื้อ 36.3% แบ่งเป็นติดเชื้อชั้นตื้น (Superficial infection) จำนวน 42 คน (17.9%) และการติดเชื้อชั้นลึก (Deep infection) จำนวน 39 คน (16.6%)(Zhang และคณะ, 2023) พบว่ารายงานอัตราการติดเชื้อในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด มีความหลากหลาย อยู่ในช่วงประมาณ 2-35 เปอร์เซ็นต์ (Craxford และคณะ, 2024) งานวิจัยนี้พบอัตราการติดเชื้อในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด จำนวน 19 คน (30.2%) แบ่งเป็นการติดเชื้อชั้นตื้น จำนวน 11 คน (57.9%) และชั้นลึก จำนวน 8 คน (42.1%) สอดคล้องกับงานวิจัยข้างต้น

ปัจจัยเสี่ยงด้านลักษณะทั่วไปของประชากรจากการศึกษาก่อนหน้า Zhang และคณะ พบว่าผู้ป่วยที่มีดัชนีมวลกาย (BMI) มากกว่า 30 แผล มีสิ่งเจือปนมาก (Wound contamination) ระยะเวลาการปิดผิวหนังนาน (Longer time to soft tissue coverage) มีความเสี่ยงในการเพิ่มโอกาสการติดเชื้อ (Zhang และ

คณะ, 2023) Saiz AM และคณะ ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ของโรคประจำตัวกับโอกาสเกิดการติดเชื้อฉับพลัน (Acute infection) ในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด โดยใช้ข้อมูลจาก National Trauma Data Bank (NTDB) USA ทั้งหมด 147,535 คน พบว่าการดื่มแอลกอฮอล์ โรคความผิดปกติของการแข็งตัวของเลือด โรคหัวใจล้มเหลว โรคเบาหวาน โรคทางจิตเวช โรคความดันโลหิตสูง โรคอ้วน และโรคถุงลมโป่งพอง เป็นความเสี่ยงติดเชื้อในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด แต่การสูบบุหรี่ไม่พบว่าเพิ่มความเสี่ยงติดเชื้อในผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด (Saiz และคณะ, 2022) จากการศึกษาพบว่า อายุ ดัชนีมวลกาย การสูบบุหรี่ โรคประจำตัว ไม่เพิ่มอัตราการติดเชื้อในกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด

ความเสี่ยงด้านกลไกการบาดเจ็บ Zhang และคณะ พบว่ากระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด ที่มีการบาดเจ็บที่รุนแรง Gustilo และ Anderson ระดับ 3 ขึ้นไป เพิ่มความเสี่ยงของการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด (Zhang และคณะ, 2023) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ สาเหตุที่ความรุนแรงตาม Gustilo และ Anderson ระดับ 3 ขึ้นไป เพิ่มความเสี่ยงของการติดเชื้อ อาจเกิดจาก Gustilo และ Anderson ระดับ 3 ขึ้นไป เป็นการบาดเจ็บที่รุนแรง มีแผลเปิดขนาดใหญ่ มีเนื้อเยื่อบาดเจ็บมาก และมีแผลสกปรก ทำให้มีความเสี่ยงการติดเชื้อสูง ส่วนการบาดเจ็บหลายระบบและกระดูกหักหลายตำแหน่ง งานวิจัยนี้ไม่พบว่าเพิ่มความเสี่ยงของการติดเชื้อ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า

ความเสี่ยงด้านการรักษา ช่วงเวลาที่เหมาะสม ของการรื้อการล้างแผลปัจจุบันยังคงเป็นที่ถกเถียง Joseph CM และคณะ ได้ศึกษาผลของระยะเวลาการผ่าตัดล้างแผลกับการเกิดการติดเชื้อ

พบว่าผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดล้างแผลตัดเนื้อตายหลัง 12 ชั่วโมง มีโอกาสติดเชื้อสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการผ่าตัดภายใน 12 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Joseph และคณะ, 2020) Hadizie D และคณะ ใช้การศึกษาแบบย้อนหลัง โดยแบ่งผู้ป่วยเป็น 4 กลุ่ม ตามระยะเวลาการผ่าตัดล้างแผล กลุ่ม 1: น้อยกว่า 6 ชั่วโมง กลุ่ม 2: ระหว่าง 6 ถึง 12 ชั่วโมง กลุ่ม 3: ระหว่าง 12 ถึง 24 ชั่วโมง และกลุ่ม 4 มากกว่า 24 ชั่วโมง ซึ่งพบว่าทั้ง 4 กลุ่ม ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Hadizie และคณะ, 2022) ในขณะที่ระยะเวลาการผ่าตัดล้างแผลในห้องผ่าตัดที่มากกว่า 24 ชั่วโมง ระยะเวลาการผ่าตัดยัดตรึงกระดูกนาน ไม่เพิ่มความเสี่ยงของการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด ส่วนการผ่าตัดล้างแผลร่วมกับใส่โลหะยึดตรึงภายหลัง (Staged surgery) และการย้ายผิวหนังมาปิดคลุมแผล (Required STSG) เพิ่มความเสี่ยงการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด เฉพาะใน Univariate analysis แต่เมื่อวิเคราะห์ใน Multivariate analysis ไม่พบว่าเพิ่มความเสี่ยงของการติดเชื้อ อาจเกิดจากผู้ป่วยกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มีการบาดเจ็บตาม Gustilo และ Anderson ระดับ 3 ขึ้นไป ทำให้มีความเสี่ยงของการติดเชื้อตามความรุนแรงของการบาดเจ็บ

อุปกรณ์ยึดตรึงกระดูกหน้าแข้งมีหลากหลาย เช่น แผ่นโลหะยึดตรึงกระดูก (Plating) โลหะใส่แกนกลางกระดูก (Nailing) โลหะยึดกระดูกภายนอก (External fixator) และเฟือก (Casting) ในอดีตมีการศึกษาเทียบการติดเชื้อในผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดยัดตรึงกระดูกหน้าแข้งด้วยโลหะภายนอก (External fixator) กับโลหะใส่ในแกนกลางกระดูก (Intramedullary nailing) พบว่าไม่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Chebli และคณะ, 2024) ในปัจจุบันมีการพัฒนาอุปกรณ์ และเทคนิคการยึดตรึงกระดูกมากขึ้น เพื่อให้

ผู้ป่วยสามารถกลับมาใช้ชีวิตปกติได้โดยเร็ว (Li และคณะ, 2019) รวมทั้ง พบว่าการผ่าตัดใส่แผ่นโลหะยึดตรึงกระดูก (Plating) เทียบกับโลหะใส่แกนกลางกระดูก (Nailing) ไม่ได้เพิ่มความเสี่ยงการติดเชื้อความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษานี้เป็นการเก็บข้อมูลย้อนหลังผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด ที่มารักษาแบบผู้ป่วยในในโรงพยาบาลรัฐประเทศ เบื้องต้นผู้วิจัยคำนวณขนาดตัวอย่างขั้นต่ำได้ $n = 43$ เพื่อให้มีอำนาจทางสถิติ (statistical power) เพียงพอ อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติพบว่าผู้ป่วยที่เข้าเกณฑ์การศึกษาและมีข้อมูลครบถ้วนจำนวน 63 ราย ผู้วิจัยจึงได้ใช้ข้อมูลทั้งหมดโดยไม่ได้ตัดออก เพื่อเพิ่มความแม่นยำของการประมาณค่าและลดความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์

สรุป

กระดูกหน้าแข้งเป็นกระดูกที่เกิดการหักแบบเปิดบ่อยที่สุดในร่างกาย และพบอัตราการติดเชื้อบริเวณแผลผ่าตัดสูง การดูแลรักษาต้องมีการเตรียมพร้อมในทุกๆ ด้าน และควรระวังปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดภาวะติดเชื้อบริเวณผ่าตัด การศึกษานี้พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อ คือ ความรุนแรงของการบาดเจ็บตาม Gustilo และ Anderson ระดับ 3 ขึ้นไปเท่านั้น ระยะเวลาการผ่าตัดล้างแผลในห้องผ่าตัด (Time to systematic debridement) มากกว่า 24 ชั่วโมง ไม่พบว่าเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้อ อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญคือ ให้การรักษาผู้ป่วยอย่างเหมาะสมและรวดเร็ว ตามความพร้อมของผู้ป่วย และทีมผู้ให้การรักษา เพื่อให้ได้ผลการรักษาที่ดี และลดภาวะการติดเชื้อบริเวณผ่าตัด

ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษานี้มีข้อจำกัดบางประการ ประการแรกจำนวนผู้ป่วยที่เกิดการติดเชื้อบริเวณแผลผ่าตัดมีค่อนข้าง

น้อย ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำของค่าประมาณและทำให้ช่วงความเชื่อมั่นของค่าอัตราส่วนโอกาสกว้างขึ้น ประการที่สอง การวิจัยเป็นการศึกษาเชิงสังเกตจากสถานพยาบาลแห่งเดียว จึงไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลได้โดยตรง และอาจจำกัดการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในบริบทของสถานพยาบาลอื่น นอกจากนี้ การศึกษาอาจไม่สามารถควบคุมตัวแปรกวนบางประการที่ไม่ได้มีการเก็บข้อมูลไว้ได้ทั้งหมด

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

ผลการศึกษานำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการพัฒนารูปแบบการดูแลรักษาผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด รวมถึงการกำหนดแนวทางป้องกันการติดเชื้อบริเวณแผลผ่าตัดในหน่วยบริการ นอกจากนี้ ควรส่งเสริมการให้ความรู้แก่บุคลากรทางสาธารณสุขเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงและแนวทางการป้องกันการติดเชื้อ

เอกสารอ้างอิง

- เกษตรสิงห์, บ. (2023). อัตราอุบัติการณ์และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภาวะแทรกซ้อนทางออร์โธปิดิกส์ในผู้ป่วยกระดูกหักแบบเปิดที่ได้รับการผ่าตัดแบบยึดตรึงกระดูกภายใน. วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อมและสุขภาพชุมชน, 8(3), 1084–1092.
- พงศ์ปัญญาภาพ, ว. (2021). การศึกษาย้อนหลังเชิงติดตามผลการผ่าตัดที่ล่าช้าในผู้ป่วยกระดูกหักแบบบาดแผลเปิดในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 และอัตราการติดเชื้อแทรกซ้อนทางออร์โธปิดิกส์. วารสารแพทย์เขต 4–5, 40(4), 515–528.
- Bunsrisaard, S., Phutthikhamin, N., & Tharakulphan, S. (2021). Factors related to bone healing in patients with shaft tibia fracture underwent open reduction internal fixation. *Journal of Nursing Science and Health*, 44(2), 98–108.
- Chebli, D., Dhaif, F., Ridha, A., Schade, A., & Khatri, C. (2024). A meta-analysis of the incidence of infections following open tibia fractures and the microorganisms that cause them in high-, middle-, and low-income countries. *Tropical Doctor*.
<https://doi.org/10.1177/00494755241232171>
- Coombs, J., Billow, D., Cereijo, C., Patterson, B., & Pinney, S. (2022). Current concept review: Risk factors for infection following open fractures. *Orthopedic Research and Reviews*, 14, 383–391. <https://doi.org/10.2147/ORR.S384845>

อย่างเหมาะสม ควบคู่กับการรณรงค์ให้ประชาชนใช้รถจักรยานยนต์อย่างระมัดระวัง เนื่องจากเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิด

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาที่เพิ่มขนาดตัวอย่างและขยายขอบเขตการศึกษาไปยังหลายสถานพยาบาล เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่มีความแม่นยำและสามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการติดเชื้อบริเวณแผลผ่าตัดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งนอกเหนือจากการติดเชื้อบริเวณแผลผ่าตัดแล้ว ผู้ป่วยกระดูกหน้าแข้งหักแบบเปิดยังอาจเกิดภาวะแทรกซ้อนอื่น เช่น ภาวะกระดูกไม่ติดหรือการติดเชื้อในกระดูก จึงควรมีการศึกษาปัจจัยเสี่ยงของภาวะแทรกซ้อนดังกล่าวเพิ่มเติมในอนาคต ที่อาจพบได้อีก เช่น กระดูกไม่ติด และการติดเชื้อในตัวกระดูก

- Craxford, S., Vris, A., Ahluwalia, R., Saini, A., Harrison, W. D., Graham, S., & Sharma, H. (2024). Fracture-related infection in open tibial fractures. *Journal of Orthopaedics*, 51, 98–102. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2024.01.010>
- Garabano, G., Mackechnie, M., Pereira, S., Brown, K., Flores, M., Pesciallo, C., Miclau, T., & Bidolegui, F. (2022). Open tibial fracture treatment in Argentina: Reoperation rates following surgical management. *JBJS Open Access*, 7. <https://doi.org/10.2106/JBJS.OA.21.00153>
- Hadizie, D., Kor, Y. S., Ghani, S. A., & Mohamed-Saat, M. A. (2022). The incidence of fracture-related infection in open tibia fracture with different time interval of initial debridement. *Malaysian Orthopaedic Journal*, 16(3), 24–29. <https://doi.org/10.5704/MOJ.2211.005>
- Joseph, C. M., Jepegnanam, T. S., Ramasamy, B., Cherian, V. M., Nithyananth, M., Sudarsanam, T. D., & Premkumar, P. S. (2020). Time to debridement in open high-grade lower limb fractures and its effect on union and infections: A prospective study in a tropical setting. *Journal of Orthopaedic Surgery (Hong Kong)*, 28(1), 2309499020907558. <https://doi.org/10.1177/2309499020907558>
- Li, H., Yu, D., Wu, S., Zhang, Y., & Ma, L. (2019). Multiple comparisons of the efficacy and safety for seven treatments in tibia shaft fracture patients. *Frontiers in Pharmacology*, 10, 197. <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.00197>
- Mwafulinwa, K., Munthali, R., Ghosten, I., & Schade, A. (2022). Epidemiology of open tibia fractures presenting to a tertiary referral centre in Southern Malawi: A retrospective study. *Malawi Medical Journal*, 34(2), 118–122. <https://doi.org/10.4314/mmj.v34i2.7>
- Nicolaidis, M., Pafitanis, G., & Vris, A. (2021). Open tibial fractures: An overview. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 20, 101483. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2021.101483>
- Saiz, A. M. J., Stwalley, D., Wolinsky, P., & Miller, A. N. (2022). Patient comorbidities associated with acute infection after open tibial fractures. *JAAOS Global Research & Reviews*, 6(9). <https://doi.org/10.5435/JAAOSGlobal-D-22-00196>
- Tahir, M., Ahmed, N., Shaikh, S. A., Jamali, A. R., Choudry, U. K., & Khan, S. (2021). Delay in initial debridement for open tibial fractures and its possible impact on patient outcomes: A single-center prospective cohort study. *JBJS Open Access*, 6(1). <https://doi.org/10.2106/JBJS.OA.20.00027>
- Zhang, J., Lu, V., Zhou, A. K., Stevenson, A., Thahir, A., & Krkovic, M. (2023). Predictors for infection severity for open tibial fractures: Major trauma centre perspective. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 143(11), 6579–6587. <https://doi.org/10.1007/s00402-023-04956-1>