

## เปรียบเทียบอัตราและลักษณะการติดเชื้อในผู้ป่วยกระดูกยาวหักแบบเปิด จำแนกตามระยะเวลาการผ่าตัดหลังรับไว้รักษาในโรงพยาบาล Comparative Study of Infection Rates and Characteristics in Open Long Bone Fractures According to Surgical Waiting Time After Hospital Admissions

เทพฤทธิ์ วงษารัตน์ พ.บ.,  
ว. ออร์โธปิดิกส์  
กลุ่มงานศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์  
โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชองค์ที่ 17  
จังหวัดสุพรรณบุรี

Teparit Wongsarat M.D.,  
Dip., Thai Board of Orthopaedics  
Division of Orthopaedics  
Somdejprasangkharach XVII Hospital  
Suphan Buri

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อเปรียบเทียบอัตราการติดเชื้อในผู้ป่วยกระดูกหักแบบเปิดของกระดูกยาวตามระยะเวลาการผ่าตัดหลังรับไว้รักษาในโรงพยาบาล เปรียบเทียบความรุนแรงของการติดเชื้อกับระยะเวลาการผ่าตัด วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลารอผ่าตัดกับช่วงเวลาการเริ่มต้นของการติดเชื้อ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการจำแนกตาม Gustilo-Anderson classification กับเกิดการติดเชื้อ

**วิธีการศึกษา:** การวิจัยเชิงเปรียบเทียบแบบย้อนหลัง (retrospective comparative study) กลุ่มตัวอย่าง 158 ราย ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ถึงธันวาคม พ.ศ. 2567 เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบบันทึกข้อมูลผู้ป่วยกระดูกหักแบบเปิด 6 ส่วน ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน (ค่า IOC  $\geq 0.50$ ) และเกณฑ์การประเมินการติดเชื้อตาม CDC Guidelines for Prevention of Surgical Site Infection (2017) ร่วมกับเกณฑ์ของ Fracture-Related Infection Consensus Group (2018) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ chi-square test, Fisher's exact test

**ผลการศึกษา:** พบอัตราการติดเชื้อโดยรวม ร้อยละ 18.4 โดยกลุ่มที่ผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง มีอัตราการติดเชื้อ ร้อยละ 19.7 กลุ่ม 6-24 ชั่วโมง ร้อยละ 12.7 และกลุ่มหลัง 24 ชั่วโมง ร้อยละ 29.2 ความรุนแรงของการติดเชื้อมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระยะเวลารอผ่าตัด ( $p < .05$ ) แต่การเปรียบเทียบรายคู่ไม่พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่ผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง พบการติดเชื้อแผลผ่าตัดส่วนลึก (deep SSI) ร้อยละ 71.4 ขณะที่กลุ่มผ่าตัดหลัง 24 ชั่วโมง พบการติดเชื้อแผลผ่าตัดผิวเผิน (superficial SSI) ร้อยละ 71.4 ระดับความรุนแรงตาม Gustilo-Anderson classification มีความสัมพันธ์กับอัตราการติดเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .001$ ) โดยอัตราการติดเชื้อเพิ่มขึ้นตามระดับความรุนแรง

**สรุป:** โรงพยาบาลควรจัดลำดับความเร่งด่วนในการผ่าตัดโดยพิจารณาจากระดับความรุนแรงตาม Gustilo-Anderson classification เป็นหลัก สามารถวางแผนผ่าตัดภายใน 24 ชั่วโมง โดยไม่จำเป็นต้องยึดถือ “กฎ 6 ชั่วโมง” อย่างเคร่งครัด ควรจัดอบรมบุคลากรทางการแพทย์ในการประเมินระดับความรุนแรงตาม Gustilo-Anderson classification อย่างถูกต้อง และเน้นการจัดการบาดแผลเบื้องต้นที่มีคุณภาพ

**คำสำคัญ:** กระดูกหักแบบเปิด, การติดเชื้อ, ระยะเวลาการผ่าตัด, Gustilo-Anderson classification, การเฝ้าระวังภาวะติดเชื้อ

วารสารแพทย์เขต 4-5 2569 ; 45(3) : 463–476.

## Abstract

**Objective:** The study’s purpose was to compare infection rates in patients with open long bone fractures according to debridement waiting time after hospital admission, compare infection severity with surgical waiting time, analyze the relationship between surgical waiting time and infection onset timing, and analyze the relationship between Gustilo-Anderson classification grade and infection occurrence.

**Methods:** This retrospective comparative study included 158 patients from January 2018 to December 2024. A six-part open fracture data recording form was validated by three experts (IOC  $\geq$  0.50). Infection criteria followed CDC Guidelines for Prevention of Surgical Site Infection (2017) and Fracture-Related Infection Consensus Group criteria (2018). Data were analyzed using descriptive and inferential statistics including chi-square test and Fisher’s exact test.

**Results:** Overall infection rate was 18.4%. The group operated within 6 hours had an infection rate of 19.7%, the 6–24 hours group had 12.7%, and the group beyond 24 hours had 29.2%. Infection severity differed significantly according to surgical waiting time ( $p < .05$ ), though no pairwise comparison reached significance, with the group operated within 6 hours showing the highest proportion of deep SSI (71.4%), while the group operated after 24 hours showed the highest proportion of superficial SSI (71.4%). Gustilo-Anderson classification was significantly associated with infection rates ( $p < .001$ ), with infection rates increasing progressively by injury severity.

**Conclusion:** Surgical urgency should be prioritized based on Gustilo-Anderson classification severity. Surgical planning can be conducted within 24 hours without strict adherence to the “6-hour rule.” Medical staff should be trained to accurately assess Gustilo-Anderson severity grading, and quality initial wound management should be emphasized.

**Keywords:** open fracture, infection, surgical waiting time, Gustilo-Anderson classification, infection surveillance

Received: Apr 22, 2026; Revised: Apr 23, 2026; Accepted: Sep 7, 2026

Reg 4-5 Med J 2026 ; 45(3) : 463–476.

## บทนำ

กระดูกหักแบบเปิด (open fracture) เป็นภาวะฉุกเฉินทางออร์โธปิดิกส์ที่พบได้บ่อย และมีความซับซ้อนสูง เกิดจากการทะลุของกระดูกผ่านผิวหนังและเนื้อเยื่ออ่อน ทำให้บริเวณกระดูกที่หักสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ข้อมูลระดับโลกพบอุบัติการณ์ 11.5 ต่อประชากร 100,000 คนต่อปี โดยพบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง<sup>1</sup> ใน พ.ศ. 2562 มีกระดูกหักใหม่ทั่วโลก 178 ล้านราย เพิ่มขึ้นร้อยละ 33.4 จาก พ.ศ. 2533 ส่งผลต่อปีที่สูญเสียไปเนื่องจากความพิการ (YLDs) เพิ่มขึ้นร้อยละ 65.3<sup>2</sup> สำหรับประเทศไทย การศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง 60,569 คน พบอุบัติการณ์ของกระดูกหักโดยรวม 187 ต่อ 10,000 คนต่อปี<sup>3</sup>

การติดเชื้อเป็นภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญและพบบ่อยที่สุดในผู้ป่วยกระดูกหักแบบเปิด โดยมีอัตราการเกิดตั้งแต่ ร้อยละ 4–63 ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการบาดเจ็บ<sup>4</sup> กระดูกหักแบบเปิดของกระดูกหน้าแข้ง มีอัตราการเกิด post-traumatic osteomyelitis ร้อยละ 4.5–20<sup>5</sup> โดย Grade IIIB มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อสูงถึง ร้อยละ 15–40<sup>6</sup> การติดเชื้อส่งผลกระทบรุนแรงต่อผู้ป่วย ได้แก่ ภาวะ nonunion, chronic osteomyelitis ซึ่งมีอัตราการติดเชื้อซ้ำ ร้อยละ 20–30<sup>7</sup> และอาจนำไปสู่การตัดอวัยวะทิ้งในกรณีที่มีการติดเชื้อที่รุนแรง<sup>8</sup> นอกจากนี้ผู้ป่วยต้องนอนโรงพยาบาลนานขึ้น ได้รับการผ่าตัดซ้ำหลายครั้ง และมีค่าใช้จ่ายในการรักษาสูง ซึ่งเป็นภาระทางเศรษฐกิจต่อทั้งผู้ป่วยและระบบสุขภาพ<sup>9</sup>

แนวทางการรักษามาตรฐานในปัจจุบันแนะนำให้ทำการผ่าตัดทำความสะอาดแผลภายใน 6 ชั่วโมงหลังการบาดเจ็บ หรือที่เรียกว่า “golden period” ซึ่งมีที่มาจากการศึกษาของ Friedrich<sup>10</sup> ใน ค.ศ. 1898 ก่อนยุคของยาปฏิชีวนะสมัยใหม่ อย่างไรก็ตาม จากงานวิจัยในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา การศึกษาเชิงระบบและการวิเคราะห์ห่อหุ้ม (meta-analysis) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการผ่าตัดภายในและหลัง 6 ชั่วโมงหลังการบาดเจ็บ ในผู้ป่วยที่มีกระดูกหัก

แบบเปิดของกระดูกหน้าแข้ง<sup>11</sup> หลายงานวิจัยชี้ว่าปัจจัยอื่น เช่น ความรุนแรงของแผลตาม Gustilo-Anderson classification และการจัดการบาดแผลเบื้องต้น มีผลต่อการติดเชื้อมากกว่าระยะเวลาการผ่าตัด อีกทั้งโรงพยาบาลหลายแห่งมีข้อจำกัดในการผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง เช่น ผู้ป่วยมีการบาดเจ็บหลายระบบ การส่งต่อจากโรงพยาบาลอื่น และข้อจำกัดด้านทรัพยากรบุคคล

โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราชของค์ที่ 17 เป็นโรงพยาบาลทั่วไปในจังหวัดสุพรรณบุรี ที่รับผิวดชอบการดูแลผู้ป่วยกระดูกหักแบบเปิดจำนวนมาก โดยมีข้อจำกัดในทางปฏิบัติคล้ายคลึงกับโรงพยาบาลทั่วไปในประเทศไทย จากการศึกษาเบื้องต้นใน พ.ศ. 2567 พบอัตราการติดเชื้อโดยรวม ร้อยละ 18.6 โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของอัตราการติดเชื้อระหว่างกลุ่มระยะเวลาการผ่าตัด ( $p = .210$ ) ดังนั้นเพื่อให้มีข้อมูลเชิงประจักษ์เพียงพอสำหรับการปรับแนวทางการปฏิบัติ งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาเปรียบเทียบอัตราและลักษณะของการติดเชื้อในกระดูกหักแบบเปิดของกระดูกยาวตามระยะเวลาการผ่าตัดหลังรับไว้รักษาในโรงพยาบาล โดยวิเคราะห์ทั้งอัตราการติดเชื้อ ความรุนแรง ช่วงเวลาการเริ่มต้นของการติดเชื้อ และความสัมพันธ์กับ Gustilo-Anderson classification เพื่อเป็นแนวทางในการจัดลำดับความเร่งด่วนในการผ่าตัดและการบริหารทรัพยากรในโรงพยาบาลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

## วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์หลัก: เพื่อเปรียบเทียบอัตราการติดเชื้อในผู้ป่วยกระดูกหักแบบเปิดของกระดูกยาว ตามระยะเวลาการผ่าตัด หลังรับไว้รักษาในโรงพยาบาล

วัตถุประสงค์รอง:

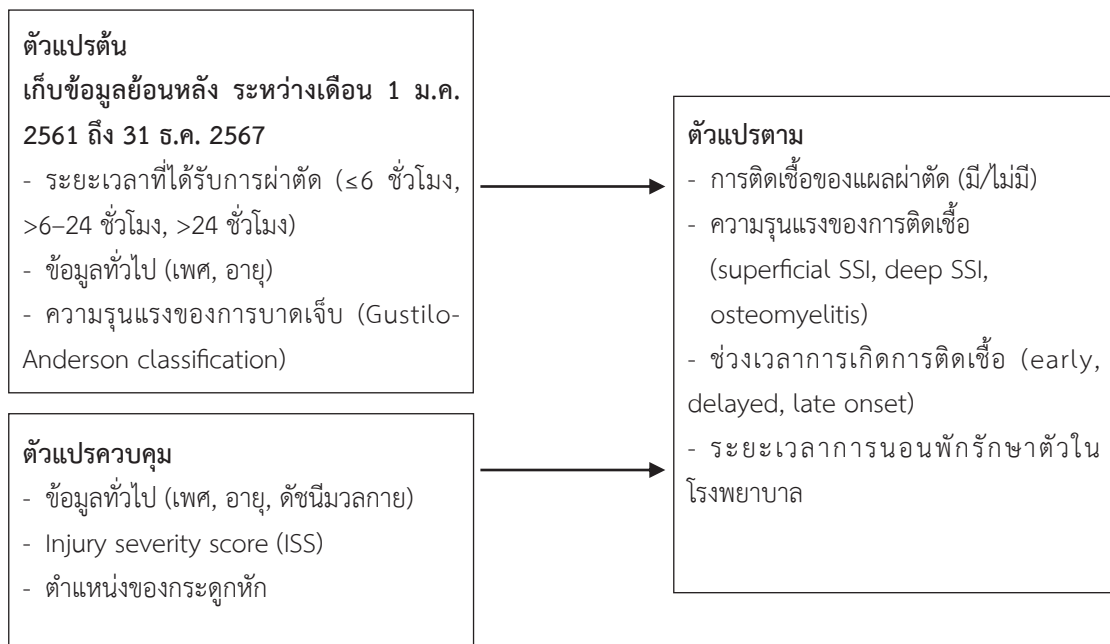
1. เพื่อเปรียบเทียบความรุนแรงของการติดเชื้อกับระยะเวลาการผ่าตัด
2. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการผ่าตัดกับช่วงเวลาการเริ่มต้นของการติดเชื้อ (onset: early, delayed, late)

3. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง  
ความรุนแรงของการบาดเจ็บ (Gustilo-Anderson  
classification) กับการเกิดการติดเชื้อ

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษานี้อาศัยหลักการของ Host-Agent-  
Environment model (epidemiological triad)<sup>12</sup>  
ร่วมกับ pathophysiology of surgical site infection  
ตาม CDC guidelines ของ Mangram และคณะ

(CDC SSI 2017)<sup>13</sup> และแนวคิด fracture-related  
infection ของ Metsemakers และคณะ<sup>5</sup> โดย host  
factors หมายถึง ลักษณะของผู้ป่วย agent factors  
คือ ความรุนแรงของการบาดเจ็บและการปนเปื้อน และ  
environment factors ประกอบด้วยระยะเวลาการ  
ผ่าตัดและสภาพแวดล้อมการรักษา ซึ่งปัจจัยทั้งสามนี้  
มีปฏิสัมพันธ์กันและส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิด  
การติดเชื้อในผู้ป่วยกระดูกหักแบบเปิดของกระดูกยาว



### วิธีการศึกษา

รูปแบบ: การวิจัยเชิงเปรียบเทียบแบบ  
ย้อนหลัง เก็บข้อมูล 1 มกราคม พ.ศ. 2561-31  
ธันวาคม พ.ศ. 2567 ณ โรงพยาบาลสมเด็จพระสังฆราช  
องค์ที่ 17 จังหวัดสุพรรณบุรี

กลุ่มตัวอย่าง: ผู้ป่วย 158 ราย ซึ่งได้รับการ  
คัดเลือกตามเกณฑ์คัดเข้า ได้แก่ อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป  
ได้รับการวินิจฉัยเป็นกระดูกหักแบบเปิดของกระดูกยาว  
(open long bone fracture) ตามการจำแนกของ  
Gustilo-Anderson Grade I ถึง IIIB ได้รับการผ่าตัด

ทำความสะอาดแผล (debridement) มีข้อมูลระยะเวลา  
รอผ่าตัดที่ชัดเจน และได้รับการติดตามผลการรักษา  
อย่างน้อย 6 เดือน ส่วนเกณฑ์คัดออก ได้แก่ ผู้ป่วยที่มี  
การติดเชื้อมาก่อนเข้ารับการรักษา และผู้ป่วยที่เคยได้  
รับการผ่าตัดจากสถานพยาบาลอื่นมาก่อน ทั้งนี้ผู้ป่วย  
ที่เข้าเกณฑ์ทั้งหมดถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระยะ  
เวลาการผ่าตัดหลังรับไว้รักษาในโรงพยาบาล ได้แก่  
กลุ่มที่ได้รับการผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง กลุ่มที่ได้รับ  
การผ่าตัดในช่วง 6-24 ชั่วโมง และกลุ่มที่ได้รับการผ่าตัด  
หลัง 24 ชั่วโมง

เครื่องมือและเกณฑ์วินิจฉัย: แบบบันทึกข้อมูล 6 ส่วน 1. แบบบันทึกข้อมูลผู้ป่วยกระดูกหักแบบเปิดเพื่อเก็บข้อมูลย้อนหลังจากเวชระเบียนผู้ป่วย; 2. ข้อมูลการบาดเจ็บและการมาถึงโรงพยาบาล; 3. ข้อมูลลักษณะของกระดูกหักแบบเปิด; 4. ข้อมูลการรักษาและการผ่าตัด; 5. ข้อมูลการติดตามผลการรักษา; และ 6. ข้อมูลการติดเชื้อ และเกณฑ์การประเมินการติดเชื้อแผลผ่าตัด ใช้เกณฑ์ CDC SSI 2017 ร่วมกับ Fracture-Related Infection Consensus Group 2018 จำแนกการติดเชื้อเป็นการติดเชื้อผิวหนัง การติดเชื้อส่วนลึก และการติดเชื้อกระดูก (superficial SSI, deep SSI, and

osteomyelitis) ตรวจคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ค่า IOC  $\geq 0.50$

การวิเคราะห์ข้อมูล: สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยควอร์ไทล์ (IQR) สถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ chi-square test และ Fisher's exact test ร่วมกับ Cramér's V (effect size) และ post hoc pairwise comparison ด้วย Holm-Bonferroni correction เมื่อผลโดยรวมมีนัยสำคัญ

จริยธรรมวิจัย: REC No. 71/2568 สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุพรรณบุรี วันที่ 22 สิงหาคม 2568

## ผลการศึกษา

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย (n = 158)

| ข้อมูล                                                    | จำนวน (ร้อยละ) |
|-----------------------------------------------------------|----------------|
| <b>เพศ</b>                                                |                |
| ชาย                                                       | 114 (72.2)     |
| หญิง                                                      | 44 (27.8)      |
| <b>ช่วงอายุ (ปี)</b>                                      |                |
| <20                                                       | 55 (34.8)      |
| 31-40                                                     | 28 (17.7)      |
| 41-50                                                     | 24 (15.2)      |
| 51-60                                                     | 28 (17.7)      |
| >60                                                       | 23 (14.6)      |
| <b>ตำแหน่งกระดูกหัก</b>                                   |                |
| กระดูกต้นแขน (Humerus)                                    | 4 (2.5)        |
| กระดูกแขนส่วนล่าง (Radius, Ulna)                          | 41 (26.0)      |
| กระดูกต้นขา (Femur)                                       | 23 (14.6)      |
| กระดูกขาส่วนล่าง (Tibia, Fibula)                          | 90 (56.9)      |
| <b>ระดับความรุนแรงตาม Gustilo-Anderson classification</b> |                |
| Grade I                                                   | 41 (26.0)      |
| Grade II                                                  | 72 (45.5)      |

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย (n = 158) (ต่อ)

| ข้อมูล                                             | จำนวน (ร้อยละ) |
|----------------------------------------------------|----------------|
| ระดับความรุนแรงตาม Gustilo-Anderson classification |                |
| Grade IIIA                                         | 41 (26.0)      |
| Grade IIIB                                         | 4 (2.5)        |
| ระยะเวลาที่ได้รับการผ่าตัดทำความสะอาดแผล           |                |
| ≤6 ชั่วโมง                                         | 71 (44.9)      |
| >6–24 ชั่วโมง                                      | 63 (39.9)      |
| >24 ชั่วโมง                                        | 24 (15.2)      |
| การติดเชื้อภายหลังการผ่าตัด                        |                |
| ไม่ติดเชื้อ                                        | 129 (81.6)     |
| ติดเชื้อ                                           | 29 (18.4)      |

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบอัตราการติดเชื้อตามระยะเวลารอผ่าตัดหลังรับไว้รักษาในโรงพยาบาล

| ระยะเวลารอผ่าตัด<br>(ชั่วโมง) | จำนวนผู้ป่วย<br>(ราย) | ติดเชื้อ<br>(ราย) | ไม่ติดเชื้อ<br>(ราย) | อัตราการติดเชื้อ<br>(ร้อยละ) | p-value |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|------------------------------|---------|
| ≤6 ชั่วโมง                    | 71                    | 14                | 57                   | 19.7                         | .192    |
| >6–24 ชั่วโมง                 | 63                    | 8                 | 55                   | 12.7                         |         |
| >24 ชั่วโมง                   | 24                    | 7                 | 17                   | 29.2                         |         |
| รวม                           | 158                   | 29                | 129                  | 18.4                         |         |

Chi-square test Sig \* p < .05, \*\* p < .01

ตารางที่ 3 ระยะเวลารอการผ่าตัดและระยะเวลานอนโรงพยาบาล

| ลักษณะ                                  | Mean ± SD     | Median (Min-Max)   |
|-----------------------------------------|---------------|--------------------|
| Duration admit to debridement (ชั่วโมง) | 16.59 ± 27.21 | 7.42 (0.50–183.00) |
| Length of stay (วัน)                    | 16.85 ± 17.90 | 12.50 (1–128)      |

ตารางที่ 4 ความรุนแรงของการติดเชื้อตามระยะเวลารอผ่าตัด (n = 29)

| ระยะเวลารอผ่าตัด | Superficial SSI<br>n (ร้อยละ) | Deep SSI<br>n (ร้อยละ) | Osteomyelitis<br>n (ร้อยละ) | Total<br>n (ร้อยละ) | p-value |
|------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|---------|
| ≤6 ชั่วโมง       | 3 (21.4)                      | 10 (71.4)              | 1 (7.1)                     | 14 (100)            | .042*   |
| >6–24 ชั่วโมง    | 2 (25.0)                      | 3 (37.5)               | 3 (37.5)                    | 8 (100)             |         |

Fisher's exact test Sig \* p < .05, \*\* p < .01; Cramér's V = 0.41 (effect size)

**ตารางที่ 4** ความรุนแรงของการติดเชื้อตามระยะเวลารอผ่าตัด (n = 29) (ต่อ)

| ระยะเวลารอผ่าตัด | Superficial SSI<br>n (ร้อยละ) | Deep SSI<br>n (ร้อยละ) | Osteomyelitis<br>n (ร้อยละ) | Total<br>n (ร้อยละ) | p-value |
|------------------|-------------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|---------|
| >24 ชั่วโมง      | 5 (71.4)                      | 1 (14.3)               | 1 (14.3)                    | 7 (100)             |         |
| รวม              | 10 (34.5)                     | 14 (48.3)              | 5 (17.2)                    | 29 (100)            |         |

Fisher's exact test Sig \* p < .05, \*\* p < .01; Cramér's V = 0.41 (effect size)

**ตารางที่ 5** ช่วงเวลาการเริ่มต้นของการติดเชื้อตามระยะเวลารอผ่าตัด (n = 29)

| ระยะเวลารอผ่าตัด | Early onset<br>(<2 สัปดาห์)<br>n (ร้อยละ) | Delayed onset<br>(2–10 สัปดาห์)<br>n (ร้อยละ) | Late onset<br>(>10 สัปดาห์)<br>n (ร้อยละ) | Total<br>n (ร้อยละ) |
|------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------|
| ≤6 ชั่วโมง       | 1 (7.1)                                   | 11 (78.6)                                     | 2 (14.3)                                  | 14 (100)            |
| >6–24 ชั่วโมง    | 1 (12.5)                                  | 7 (87.5)                                      | 0 (0.0)                                   | 8 (100)             |
| >24 ชั่วโมง      | 2 (28.6)                                  | 5 (71.4)                                      | 0 (0.0)                                   | 7 (100)             |
| รวม              | 4 (13.8)                                  | 23 (79.3)                                     | 2 (6.9)                                   | 29 (100)            |

หมายเหตุ: ใช้ length of stay เป็นตัวประมาณ onset time

### ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยผู้ป่วยกระดูกหักแบบเปิด จำนวน 158 ราย พบว่าผู้ป่วยเป็นเพศชาย ร้อยละ 72.2 เพศหญิง ร้อยละ 27.8 เมื่อพิจารณาการกระจายตัวตามช่วงอายุพบว่ากลุ่มอายุน้อยกว่า 20 ปี มีสัดส่วนสูงสุด ร้อยละ 34.8 ในด้านตำแหน่งของกระดูกที่หัก พบว่ากระดูกขาส่วนล่าง เป็นตำแหน่งที่พบมากที่สุด ร้อยละ 56.9 ของผู้ป่วยทั้งหมด เมื่อพิจารณาความรุนแรงของการบาดเจ็บตาม Gustilo-Anderson classification พบว่าผู้ป่วยอยู่ใน Grade II มากที่สุดคิด ร้อยละ 45.5 สำหรับระยะเวลารอการผ่าตัด พบว่าผู้ป่วยได้รับการผ่าตัดภายในเวลา 6 ชั่วโมงหลังจากรับไว้รักษาในโรงพยาบาลมากที่สุด ร้อยละ 44.9 และเมื่อพิจารณาอัตราการติดเชื้อโดยรวมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด อยู่ที่ร้อยละ 18.4 (ดังแสดงในตารางที่ 1)

### เปรียบเทียบอัตราการติดเชื้อตามระยะเวลารอผ่าตัดหลังรับไว้รักษาในโรงพยาบาล

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการติดเชื้อของผู้ป่วยในแต่ละกลุ่มตามระยะเวลารอการผ่าตัดหลังรับไว้รักษาในโรงพยาบาล พบว่ากลุ่มที่ได้รับการผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง มีอัตราการติดเชื้อ ร้อยละ 19.7 กลุ่มที่ผ่าตัดในช่วง 6–24 ชั่วโมง มีอัตราการติดเชื้อต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 12.7 และกลุ่มที่ผ่าตัดหลัง 24 ชั่วโมง มีอัตราการติดเชื้อสูงที่สุด คือ ร้อยละ 29.2 เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติด้วย chi-square test พบว่าความแตกต่างของอัตราการติดเชื้อระหว่างกลุ่มดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p = .192) (ดังแสดงในตารางที่ 2)

### ระยะเวลารอการผ่าตัดและระยะเวลานอนโรงพยาบาล

ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่รับไว้รักษาในโรงพยาบาลจนถึงการได้รับการผ่าตัดอยู่ที่ 16.59 ชั่วโมง โดยมีค่ามัธยฐานของระยะเวลารอผ่าตัดหลังรับไว้รักษา

ในโรงพยาบาล อยู่ที่ 7.42 ชั่วโมง ซึ่งค่ามัธยฐานที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ร่วมกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่สูงถึง 27.21 ชั่วโมง และค่าพิสัยที่กว้างตั้งแต่ 0.50 ถึง 183.00 ชั่วโมง กล่าวคือผู้ป่วยส่วนใหญ่ได้รับการผ่าตัดภายในระยะเวลาไม่นานหลังรับไว้รักษาในโรงพยาบาล แต่มีผู้ป่วยส่วนน้อยที่ต้องรอผ่าตัดนานผิดปกติ ซึ่งตั้งค่าเฉลี่ยให้สูงขึ้นกว่าค่ามัธยฐาน สำหรับระยะเวลาการนอนโรงพยาบาลเฉลี่ยอยู่ที่ 16.85 วัน (ดังแสดงในตารางที่ 3)

#### ความรุนแรงของการติดเชื้อตามระยะเวลารอผ่าตัด

ผู้ป่วยที่เกิดการติดเชื้อทั้งหมด 29 ราย โดยจำแนกระดับความรุนแรงของการติดเชื้อออกเป็น การติดเชื้อแผลผ่าตัดผิวเผิน (superficial SSI), การติดเชื้อแผลผ่าตัดส่วนลึก (deep SSI), และการติดเชื้อกระดูก (osteomyelitis) เมื่อเปรียบเทียบตามช่วงระยะเวลารอผ่าตัด ผลการวิเคราะห์พบว่าความรุนแรงของการติดเชื้อมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระยะเวลารอผ่าตัด ( $p = .042$ ) โดยกลุ่มที่ผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง พบการติดเชื้อส่วนลึก (deep SSI) สูงสุด ร้อยละ 71.4 ขณะที่กลุ่มที่ผ่าตัดหลัง 24 ชั่วโมง พบการติดเชื้อผิวเผิน (superficial SSI) สูงสุดร้อยละ 71.4 โดยมีขนาดอิทธิพล (effect size) ในระดับสูง (Cramér's  $V = 0.41$ ) เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างทีละคู่ (post hoc pairwise

comparison) ด้วย Fisher's exact test ร่วมกับการปรับค่า p-value แบบ Holm-Bonferroni correction พบว่าไม่มีคู่เปรียบเทียบใดที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ กลุ่มภายใน 6 ชั่วโมง เทียบกับกลุ่ม 6–24 ชั่วโมง ( $p \text{ adjusted} = .402$ ) กลุ่มผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง เทียบกับกลุ่มผ่าตัดหลัง 24 ชั่วโมง ( $p \text{ adjusted} = .115$ ) และกลุ่ม 6–24 ชั่วโมง เทียบกับกลุ่มผ่าตัดหลัง 24 ชั่วโมง ( $p \text{ adjusted} = .402$ ) แสดงว่าความแตกต่างที่พบในการทดสอบโดยรวมอาจไม่ได้มาจากคู่ใดคู่หนึ่งอย่างชัดเจน แม้ขนาดอิทธิพลโดยรวมจะอยู่ในระดับสูง (ดังแสดงในตารางที่ 4)

#### ช่วงเวลาการเริ่มต้นของการติดเชื้อตามระยะเวลารอผ่าตัด

ช่วงเวลาการเริ่มต้นของการติดเชื้อใน 3 รูปแบบ ได้แก่ early onset (น้อยกว่า 2 สัปดาห์), delayed onset (2–10 สัปดาห์), และ late onset (มากกว่า 10 สัปดาห์) โดยใช้ระยะเวลานอนโรงพยาบาล (length of stay) เป็นตัวประมาณช่วงเวลาการเริ่มต้นของการติดเชื้อ ผลการวิเคราะห์พบว่าการติดเชื้อส่วนใหญ่เป็นแบบ delayed onset ร้อยละ 79.3 ของผู้ป่วยที่ติดเชื้อทั้งหมด โดยกลุ่มที่ผ่าตัดหลัง 24 ชั่วโมง มีแนวโน้มเกิด early onset สูงกว่ากลุ่มอื่น ร้อยละ 28.6 (ดังแสดงในตารางที่ 5)

#### ตารางที่ 6 อัตราการติดเชื้อตาม Gustilo-Anderson classification

| Gustilo Grade | จำนวนผู้ป่วย | ติดเชื้อ | ไม่ติดเชื้อ | อัตราการติดเชื้อ (ร้อยละ) | p-value |
|---------------|--------------|----------|-------------|---------------------------|---------|
| Grade I       | 41           | 2        | 39          | 4.9                       | <.001** |
| Grade II      | 72           | 6        | 66          | 8.3                       |         |
| Grade IIIA    | 41           | 17       | 24          | 41.5                      |         |
| Grade IIIB    | 4            | 4        | 0           | 100.0                     |         |
| รวม           | 158          | 29       | 129         | 18.4                      |         |

Fisher's exact test Sig \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ ; Cramér's  $V = 0.52$  (effect size)

**ตารางที่ 7** อัตราการติดเชื้อจำแนกตาม Gustilo-Anderson classification และระยะเวลาการผ่าตัดหลังรับไว้รักษา  
ในโรงพยาบาล

| Gustilo<br>Grade | จำนวน<br>ผู้ป่วย | ≤6 ชั่วโมง |             |                                  | >6-24 ชั่วโมง |             |                                  | >24 ชั่วโมง |             |                                  |
|------------------|------------------|------------|-------------|----------------------------------|---------------|-------------|----------------------------------|-------------|-------------|----------------------------------|
|                  |                  | ติดเชื้อ   | ไม่ติดเชื้อ | อัตราการ<br>ติดเชื้อ<br>(ร้อยละ) | ติดเชื้อ      | ไม่ติดเชื้อ | อัตราการ<br>ติดเชื้อ<br>(ร้อยละ) | ติดเชื้อ    | ไม่ติดเชื้อ | อัตราการ<br>ติดเชื้อ<br>(ร้อยละ) |
| Grade I          | 41               | 1          | 15          | 6.2                              | 1             | 19          | 5.0                              | 0           | 5           | 0                                |
| Grade II         | 72               | 2          | 33          | 5.7                              | 2             | 24          | 7.7                              | 2           | 9           | 18.2                             |
| Grade IIIA       | 41               | 7          | 9           | 43.8                             | 5             | 12          | 29.4                             | 5           | 3           | 62.5                             |
| Grade IIIB       | 4                | 4          | 0           | 100                              | 0             | 0           | 0                                | 0           | 0           | 0                                |
| รวม              | 158              | 14         | 57          | 19.7                             | 8             | 55          | 12.7                             | 7           | 17          | 29.2                             |

**ตารางที่ 8** อัตราการติดเชื้อตามตำแหน่งกระดูกหัก (site)

| Site             | จำนวนผู้ป่วย | ติดเชื้อ | ไม่ติดเชื้อ | อัตราการติดเชื้อ (ร้อยละ) | p-value |
|------------------|--------------|----------|-------------|---------------------------|---------|
| 1. Humerus       | 4            | 1        | 3           | 25.0                      | .210    |
| 2. Radius, Ulna  | 41           | 4        | 37          | 9.8                       |         |
| 3. Femur         | 23           | 3        | 20          | 13.0                      |         |
| 4. Tibia, Fibula | 90           | 21       | 69          | 23.3                      |         |
| รวม              | 158          | 29       | 129         | 18.4                      |         |

Fisher's exact test Sig \* p < .05, \*\* p < .01

### อัตราการติดเชื้อตาม Gustilo-Anderson classification

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรุนแรงของกระดูกหักแบบเปิดตาม Gustilo-Anderson classification กับอัตราการติดเชื้อ พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .001$ ) และอัตราการติดเชื้อเพิ่มขึ้นตามระดับความรุนแรง โดย Grade I มีอัตราการติดเชื้อ ร้อยละ 4.9, Grade II ร้อยละ 8.3, Grade IIIA ร้อยละ 41.5, และ Grade IIIB ร้อยละ 100 โดยมีขนาดอิทธิพล (effect size) ในระดับสูง (Cramér's  $V = 0.52$ ) เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างทีละคู่ (post hoc pairwise comparison) ด้วย

Fisher's exact test ร่วมกับการปรับค่า p-value แบบ Holm-Bonferroni correction ในทั้ง 6 คู่เปรียบเทียบ พบว่าคู่เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มความรุนแรงต่ำกับกลุ่มความรุนแรงสูงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งหมด ได้แก่ Grade I เทียบกับ Grade IIIA ( $p \text{ adjusted} < .001$ ); Grade I เทียบกับ Grade IIIB ( $p \text{ adjusted} < .001$ ); Grade II เทียบกับ Grade IIIA ( $p \text{ adjusted} < .001$ ); และ Grade II เทียบกับ Grade IIIB ( $p \text{ adjusted} < .001$ ) ในขณะที่ Grade I เทียบกับ Grade II ( $p \text{ adjusted} = .709$ ) และ Grade IIIA เทียบกับ Grade IIIB ( $p \text{ adjusted} = .080$ ) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัย

สำคัญทางสถิติ แสดงว่าความแตกต่างของอัตราการติดเชื้อที่พบจากการทดสอบโดยรวมเกิดจากความแตกต่างระหว่างกลุ่มความรุนแรงต่ำ (Grade I-II) กับกลุ่มความรุนแรงสูง (Grade IIIA-III B) มากกว่าความแตกต่างภายในกลุ่มระดับความรุนแรงใกล้เคียงกัน (ดังแสดงในตารางที่ 6)

### อัตราการติดเชื้อจำแนกตาม Gustilo-Anderson classification และระยะเวลารอผ่าตัดหลังรับไว้รักษาในโรงพยาบาล

อัตราการติดเชื้อโดยจำแนกทั้งสองปัจจัยพร้อมกัน คือ Gustilo-Anderson classification และระยะเวลารอผ่าตัด พบว่า Grade I และ II มีอัตราการติดเชื้อต่ำอยู่ในช่วง ร้อยละ 0–18.2 Grade IIIA มีอัตราการติดเชื้อสูง โดยเฉพาะกลุ่มที่ผ่าตัดหลัง 24 ชั่วโมง มีอัตราการติดเชื้อ ร้อยละ 62.5 และ Grade III B ที่ผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง มีอัตราการติดเชื้อ ร้อยละ 100 (ดังแสดงในตารางที่ 7)

### อัตราการติดเชื้อตามตำแหน่งกระดูกหัก (Site)

เปรียบเทียบอัตราการติดเชื้อตามตำแหน่งของกระดูกหัก ได้แก่ กระดูกต้นแขน (Humerus), กระดูกแขนส่วนล่าง (Radius, Ulna), กระดูกต้นขา (Femur), และกระดูกขาส่วนล่าง (Tibia, Fibula) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างตำแหน่งกระดูกหัก ( $p = .210$ ) เมื่อพิจารณาแนวโน้มพบว่ากระดูกต้นแขน (Humerus) มีอัตราการติดเชื้อสูงสุด ร้อยละ 25.0 ขณะที่กระดูกแขนส่วนล่าง (Radius, Ulna) มีอัตราการติดเชื้อต่ำสุด ร้อยละ 9.8 (ดังแสดงในตารางที่ 8)

## วิจารณ์

1. อัตราการติดเชื้อตามระยะเวลารอผ่าตัดหลังรับไว้รักษาในโรงพยาบาล ผลการศึกษาพบอัตราการติดเชื้อโดยรวม ร้อยละ 18.4 โดยกลุ่มผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง มีอัตราร้อยละ 19.7 กลุ่ม 6–24 ชั่วโมง

ร้อยละ 12.7 และกลุ่มหลัง 24 ชั่วโมง ร้อยละ 29.2 โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = .192$ ) ผลนี้สอดคล้องกับ Prodromidis และ Charalambous<sup>11</sup> ที่ทำการทบทวนเชิงระบบ (systematic review) และวิเคราะห์ห่อภิมาณ (meta-analysis) พบว่าการผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง ไม่แตกต่างจากการผ่าตัดหลัง 6 ชั่วโมง และสอดคล้องกับ Singh และคณะ<sup>14</sup> ที่พบว่าระยะเวลารอผ่าตัดภายใน 24 ชั่วโมง ไม่ส่งผลต่ออัตราการติดเชื้ออย่างมีนัยสำคัญ เหตุผลที่อัตราการติดเชื้อไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง และกลุ่ม 6–24 ชั่วโมง อธิบายได้จากการที่โรงพยาบาลมีระบบจัดการบาดแผลเบื้องต้นที่ดี ได้แก่ การให้ยาปฏิชีวนะภายใน 3 ชั่วโมงหลังบาดเจ็บ การปิดแผลด้วยวัสดุปราศจากเชื้อ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Penn-Barwell และคณะ<sup>15</sup> ที่พบว่าการให้ยาปฏิชีวนะและการผ่าตัด ต่างมีผลลดการติดเชื้อโดยอิสระต่อกัน นอกจากนี้การจัดลำดับการผ่าตัดโดยทีมที่มีประสบการณ์ในช่วงเวลาที่เหมาะสม มีผลดีกว่าการเร่งรีบผ่าตัดในช่วงกลางคืน สอดคล้องกับ You และ Schneider<sup>16</sup> และ American College of Surgeons TQIP<sup>17</sup> ที่แนะนำให้ผ่าตัดภายใน 24 ชั่วโมง แทนการยึดติดกับ “กฎ 6 ชั่วโมง” อย่างไรก็ตาม กลุ่มที่ผ่าตัดหลัง 24 ชั่วโมง มีแนวโน้มอัตราการติดเชื้อสูงกว่า สอดคล้องกับ Hull และคณะ<sup>18</sup> ที่พบว่าการผ่าตัดล่าช้าเกิน 24 ชั่วโมง เพิ่มความเสี่ยงต่อการติดเชื้อส่วนลึก (deep SSI) ดังนั้นการพยายามผ่าตัดภายใน 24 ชั่วโมง ยังคงเป็นเป้าหมายที่เหมาะสม

2. ความรุนแรงของการติดเชื้อกับระยะเวลารอผ่าตัด ผลการศึกษาพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในความรุนแรงของการติดเชื้อตามระยะเวลารอผ่าตัด ( $p = .042$ ) โดยมีขนาดอิทธิพลระดับสูง (Cramér's  $V = 0.41$ ) อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบทีละคู่ด้วย Fisher's exact test ร่วมกับการปรับค่า p-value แบบ Holm-Bonferroni correction กลับไม่พบ

ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกคู่เปรียบเทียบ ( $p$  adjusted = .402, .115, และ .402 ตามลำดับสำหรับคู่กลุ่มภายใน 6 ชั่วโมง เทียบกลุ่ม 6–24 ชั่วโมง, กลุ่มภายใน 6 ชั่วโมง เทียบกลุ่มหลัง 24 ชั่วโมง, และกลุ่ม 6–24 ชั่วโมง เทียบกลุ่มหลัง 24 ชั่วโมง) จึงยังไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าความแตกต่างที่พบจากการทดสอบโดยรวมมาจากคู่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็นการเฉพาะ และควรตีความคำอธิบายต่อไปนี้ด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อยมีจำนวนน้อย โดยกลุ่มผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมงพบการติดเชื้อส่วนลึก (deep SSI) สูงสุดร้อยละ 71.4 ขณะที่กลุ่มผ่าตัดหลัง 24 ชั่วโมง พบการติดเชื้อผิวเผิน (superficial SSI) สูงสุดร้อยละ 71.4 รูปแบบนี้แตกต่างจากสมมติฐานเดิมที่คาดว่า การผ่าตัดล่าช้าจะเพิ่มความเสี่ยงของการติดเชื้อ การที่กลุ่มผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง มีการติดเชื้อส่วนลึก (deep SSI) สูงอธิบายได้จากการที่ผู้ป่วยกลุ่มนี้มักเป็น Grade IIIB ที่มีความรุนแรงสูงและต้องผ่าตัดเร่งด่วน สอดคล้องกับ Papakostidis และคณะ<sup>6</sup> ที่รายงานว่า Grade IIIB มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อส่วนลึกสูงถึง ร้อยละ 15–40 ส่วนกลุ่มที่ผ่าตัดล่าช้ามักเป็นกรณีที่มีความรุนแรงต่ำกว่าจึงพบติดเชื้อผิวเผิน (superficial SSI) มากกว่า ข้อค้นพบนี้แสดงให้เห็นว่าความรุนแรงของการบาดเจ็บเป็นปัจจัยกำหนดทั้งระยะเวลาในการผ่าตัด และความเสี่ยงของการติดเชื้อมากกว่าระยะเวลารอผ่าตัดเพียงอย่างเดียว เมื่อพิจารณาข้อมูลพื้นฐานของแต่ละกลุ่มระยะเวลารอผ่าตัด (จากตารางที่ 7) พบว่ากลุ่มผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง มีสัดส่วนผู้ป่วย Gustilo-Anderson Grade IIIB สูงกว่ากลุ่มอื่น (ร้อยละ 5.6 เทียบกับ ร้อยละ 0 ในกลุ่ม 6–24 และกลุ่มหลัง 24 ชั่วโมง) ซึ่งสนับสนุนคำอธิบายที่ว่ากลุ่มผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมง มีสัดส่วนผู้ป่วยความรุนแรงสูง (Grade IIIB) มากกว่ากลุ่มอื่นได้บางส่วน แต่เนื่องจากผู้ป่วย Grade IIIB ทั้งหมดในการศึกษานี้มีเพียง 4 ราย ซึ่งอยู่ในกลุ่ม

6 ชั่วโมงทั้งหมด จึงเป็นจำนวนที่น้อยเกินกว่าจะอธิบายอัตราการติดเชื้อส่วนลึก (deep SSI) ที่สูงถึงร้อยละ 71.4 ในกลุ่มนี้ได้อย่างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตาม กลุ่มผ่าตัดหลัง 24 ชั่วโมง กลับมีสัดส่วนผู้ป่วย Grade IIIA สูงสุด (ร้อยละ 33.3 เทียบกับร้อยละ 22.5 และ 27.0 ในกลุ่มภายใน 6 ชั่วโมง และกลุ่ม 6–24 ชั่วโมง ตามลำดับ) แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลารอผ่าตัดกับความรุนแรงของการบาดเจ็บ อาจมีปัจจัยร่วมอื่นที่ยังไม่ได้วิเคราะห์ นอกจากนี้การศึกษานี้ไม่มีข้อมูลระยะเวลาการให้ยาปฏิชีวนะก่อนผ่าตัดแยกตามกลุ่ม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่อาจส่งผลต่อความรุนแรงของการติดเชื้อ โดยความสัมพันธ์ระหว่างระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บกับรูปแบบการติดเชื้อควรถือเป็นสมมติฐานที่ยังต้องตรวจสอบเพิ่มเติม มากกว่าข้อสรุปที่ยืนยันได้จากการศึกษานี้ เนื่องจากผลการทดสอบ post hoc ไม่พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญในทุกคู่เปรียบเทียบ จำนวนผู้ป่วยในแต่ละกลุ่มย่อยมีน้อย พบข้อมูลที่ขัดแย้งกันเองในสัดส่วน Grade IIIA ของกลุ่มผ่าตัดหลัง 24 ชั่วโมง และยังขาดข้อมูลสำคัญอย่างระยะเวลาการให้ยาปฏิชีวนะ จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมที่มีขนาดตัวอย่างใหญ่ขึ้นเพื่อยืนยันความสัมพันธ์ต่อไป

3. ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลารอผ่าตัดกับช่วงเวลาการเริ่มต้นของการติดเชื้อ การติดเชื้อส่วนใหญ่เป็นแบบ delayed onset (2–10 สัปดาห์) สูงถึงร้อยละ 79.3 กลุ่มผ่าตัดหลัง 24 ชั่วโมง มี early onset สูงกว่ากลุ่มอื่น ร้อยละ 28.6 ขณะที่ late onset พบเฉพาะในกลุ่มผ่าตัดภายใน 6 ชั่วโมงเท่านั้น รูปแบบนี้สอดคล้องกับ Metsemakers และคณะ<sup>5</sup> ที่จำแนก fracture-related infection ตามช่วงเวลาการพบ delayed onset มากที่สุดอธิบายได้จากกลไกที่ระบบภูมิคุ้มกันสามารถควบคุมเชื้อได้ในระยะแรก แต่เมื่อมีปัจจัยเสริม เช่น ไบโอฟิล์มบนอุปกรณ์ยึดกระดูกหรือการหมุนเวียนเลือดไม่เพียงพอ จึงทำให้เกิดการติดเชื้อในภายหลัง กลุ่มผ่าตัดหลัง 24 ชั่วโมง ที่มี early onset

สูงกว่าเนื่องจากการปนเปื้อนที่เพิ่มขึ้นจากบาดแผลเปิดเป็นเวลานาน สอดคล้องกับ Penn-Barwell และคณะ<sup>15</sup> ส่วน late onset ที่พบเฉพาะกลุ่มภายใน 6 ชั่วโมง เกิดจากผู้ป่วยกลุ่มนี้มี Grade IIIA-IIIB ที่ต้องใช้อุปกรณ์ยึดกระดูกข้อและมียะเวลารักษานานเพิ่มความเสี่ยงต่อ osteomyelitis ซึ่งสอดคล้องกับ Walter และคณะ<sup>7</sup> ที่รายงานอัตราการกลับเป็นซ้ำของ post-traumatic osteomyelitis สูงถึงร้อยละ 20-30

4. ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่าง Gustilo-Anderson classification กับการเกิดการติดเชื้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < .001$ ) โดยอัตราเพิ่มขึ้นตามลำดับความรุนแรง Grade I ร้อยละ 4.9, Grade II ร้อยละ 8.3, Grade IIIA ร้อยละ 41.5, และ Grade IIIB ร้อยละ 100 โดยมีขนาดอิทธิพลระดับสูง (Cramér's  $V = 0.52$ ) ผลนี้สอดคล้องกับ Gustilo และ Anderson<sup>19</sup> ที่รายงาน Type III มีอัตราการติดเชื้อสูงถึงร้อยละ 44 และ Papakostidis และคณะ<sup>6</sup> ที่พบ Grade IIIB มีความเสี่ยงสูงอย่างมีนัยสำคัญ เหตุผลที่ Gustilo-Anderson classification สัมพันธ์กับอัตราการติดเชื้ออย่างแข็งแกร่ง เนื่องจาก Grade I-II มีการบาดเจ็บเนื้อเยื่ออ่อนน้อยและสามารถเย็บปิดคลุมกระดูกด้วยเนื้อเยื่ออ่อนและผิวหนังได้อย่างสมบูรณ์ ขณะที่ Grade IIIA-IIIB มีการบาดเจ็บรุนแรง การปนเปื้อนสูง และการหมุนเวียนเลือดไปหล่อเลี้ยงเนื้อเยื่อตลอดจนกระดูกที่หักไม่เพียงพอ สอดคล้องกับ Suzuki และคณะ<sup>20</sup> เมื่อพิจารณาร่วมกับระยะเวลาการผ่าตัด พบว่า Grade I-II มีอัตราการติดเชื้อต่ำในทุกช่วงเวลา ขณะที่ Grade IIIA-IIIB มีอัตราสูงในทุกช่วงเวลา ผลนี้แสดงว่าความรุนแรงของการบาดเจ็บเป็นปัจจัยกำหนดหลักมากกว่าระยะเวลาการผ่าตัด ดังนั้นการจัดลำดับความสำคัญควรพิจารณาจาก Gustilo-Anderson classification เป็นหลัก โดย Grade IIIA-IIIB ควรผ่าตัดโดยเร่งด่วนภายใน 24 ชั่วโมง ส่วน Grade I-II สามารถวางแผนได้ยืดหยุ่นมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Powell-Bowns และ Keating<sup>21</sup> ผลการทดสอบเปรียบเทียบทีละคู่ (post hoc pairwise comparison)

ด้วย Fisher's exact test ร่วมกับการปรับค่า p-value แบบ Holm-Bonferroni correction สนับสนุนข้อสรุปดังกล่าว โดยพบว่าคู่เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มความรุนแรงต่ำกับกลุ่มความรุนแรงสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งหมด ได้แก่ Grade I เทียบกับ Grade IIIA ( $p$  adjusted  $< .001$ ); Grade I เทียบกับ Grade IIIB ( $p$  adjusted  $< .001$ ); Grade II เทียบกับ Grade IIIA ( $p$  adjusted  $< .001$ ); และ Grade II เทียบกับ Grade IIIB ( $p$  adjusted  $< .001$ ) ในขณะที่คู่เปรียบเทียบภายในกลุ่มความรุนแรงใกล้เคียงกัน ได้แก่ Grade I เทียบกับ Grade II ( $p$  adjusted  $= .709$ ) และ Grade IIIA เทียบกับ Grade IIIB ( $p$  adjusted  $= .080$ ) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลนี้ยืนยันว่าจุดตัด (cut-point) ทางคลินิกที่สำคัญที่สุดอยู่ระหว่าง Grade II กับ Grade IIIA ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดดั้งเดิมของ Gustilo และ Anderson<sup>19</sup> ที่แบ่งกลุ่ม Type I-II ออกจากกลุ่ม Type III อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ผลการเปรียบเทียบที่เกี่ยวข้องกับ Grade IIIB ควรตีความด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากมีขนาดตัวอย่างน้อยมากเพียง 4 ราย ซึ่งจำกัดอำนาจการทดสอบทางสถิติ แม้ผู้ป่วยกลุ่มนี้จะติดเชื้อทุกรายก็ตาม (ร้อยละ 100)

## สรุป

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า อัตราการติดเชื้อระหว่าง 3 กลุ่มระยะเวลาการผ่าตัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p = .192$ ) ส่วนความรุนแรงของการติดเชื้อมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการทดสอบโดยรวม ( $p = .042$ ) แต่ไม่พบความแตกต่างที่ชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบรายคู่ ความรุนแรงของการบาดเจ็บตาม Gustilo-Anderson classification มีความสัมพันธ์กับการติดเชื้ออย่างชัดเจน ( $p < .001$ ) โดยการทดสอบเปรียบเทียบทีละคู่ยืนยันว่าจุดตัดสำคัญอยู่ระหว่างกลุ่ม Grade I-II กับกลุ่ม Grade IIIA-IIIB โรงพยาบาลควรให้ความสำคัญกับการประเมินความรุนแรงของการบาดเจ็บเป็นเกณฑ์หลักในการ

จัดลำดับการผ่าตัด มากกว่าการยึดถือกรอบเวลา 6 ชั่วโมงอย่างตายตัว โดยสามารถวางแผนผ่าตัดได้อย่างยืดหยุ่นภายใน 24 ชั่วโมง

#### ข้อเสนอแนะ

1. ควรจัดลำดับความเร่งด่วนในการผ่าตัด โดยพิจารณาจากความรุนแรงตาม Gustilo-Anderson classification เป็นหลัก โดยเฉพาะ Grade IIIA-IIIB ที่มีความเสี่ยงสูง

2. ควรเน้นการจัดการบาดแผลเบื้องต้น ที่มีคุณภาพ ได้แก่ การให้ยาปฏิชีวนะทันที การปิดแผลปราศจากเชื้อ<sup>19,22</sup>

3. สามารถวางแผนผ่าตัดในช่วงเวลาที่มีความพร้อมภายใน 24 ชั่วโมง โดยไม่จำเป็นต้องยึดถือ “กฎ 6 ชั่วโมง” อย่างเคร่งครัด

4. ควรศึกษาปัจจัยอื่นที่อาจมีผลต่อการติดเชื้อ เช่น ชนิดเชื้อก่อโรค รูปแบบยาปฏิชีวนะ และปัจจัยด้านผู้ป่วย เช่น โรคเบาหวาน การสูบบุหรี่ ในการวิจัยครั้งต่อไป

5. ควรทำการศึกษาแบบไปข้างหน้า (prospective study) ที่มีขนาดกลุ่มตัวอย่างมากขึ้น เพื่อติดตามผลลัพธ์ระยะยาวและคุณภาพชีวิตของผู้ป่วย

#### เอกสารอ้างอิง

1. Court-Brown CM, Bugler KE, Clement ND, Duckworth AD, McQueen MM. The epidemiology of open fractures in adults. A 15-year review. *Injury*. 2012;43(6):891–7. doi: 10.1016/j.injury.2011.12.007.
2. GBD 2019 Fracture Collaborators. Global, regional, and national burden of bone fractures in 204 countries and territories, 1990–2019: A systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Healthy Longev*. 2021;2(9):e580–92. doi: 10.1016/S2666-7568(21)00172-0.
3. Berecki-Gisolf J, McClure R, Seubsman SA, Sleigh A. Reporting of lifetime fractures: Methodological considerations and results from the Thai Cohort Study. *BMJ Open*. 2012;2(4):e001000. doi: 10.1136/bmjopen-2012-001000
4. Patzakis MJ, Wilkins J. Factors influencing infection rate in open fracture wounds. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;(243):36–40. doi: 10.1097/00003086-198906000-00006
5. Metsemakers WJ, Morgenstern M, McNally MA, Moriarty TF, McFadyen I, Scarborough M, et al. Fracture-related infection: A consensus on definition from an international expert group. *Injury*. 2018;49(3):505–10. doi: 10.1016/j.injury.2017.08.040.
6. Papakostidis C, Kanakaris NK, Pretel J, Faour O, Morell DJ, Giannoudis PV. Prevalence of complications of open tibial shaft fractures stratified as per the Gustilo-Anderson classification. *Injury*. 2011;42(12):1408–15. doi: 10.1016/j.injury.2011.10.015.
7. Walter G, Kemmerer M, Kappler C, Hoffmann R. Treatment algorithms for chronic osteomyelitis. *Dtsch Arztebl Int*. 2012;109(14):257–64. doi: 10.3238/arztebl.2012.0257.
8. Cleveland Clinic. Osteomyelitis (bone infection) [Internet]. 2017 [cited 2024]. Available from: URL: <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/osteomyelitis-bone-infection>
9. Costa FCD, Reis JMD, Reis SPD, Bartelega LA, Melo NF, Araújo CDM. Epidemiology of open fractures and degree of satisfaction of initial care. *Acta Ortop Bras*. 2022;30(4): e245221. doi: 10.1590/1413-785220223004e245221.

10. Friedrich PL. Die aseptische Versorgung frischer Wunden, unter Mittheilung von Thier-Versuchen über die Auskeimungszeit von Infectionserregern in frischen Wunden. *Arch Klin Chir.* 1898;57:288–310.
11. Prodromidis AD, Charalambous CP. The 6-hour rule for surgical debridement of open tibial fractures: A systematic review and meta-analysis of infection and nonunion rates. *J Orthop Trauma.* 2016;30(7):397–402. doi: 10.1097/BOT.0000000000000573.
12. Gordon JE. The epidemiology of accidents. *Am J Public Health Nations Health.* 1949;39(4):504–15. doi: 10.2105/ajph.39.4.504
13. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for prevention of surgical site infection. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1999;20(4):250–78.
14. Singh A, Agarwal A, Mohan R, Singh S, Tewari P, Srivastava S. The effect of timing of debridement and surgical intervention in open fractures on the rate of infection and surgical outcomes: A prospective study in a tertiary care setup. *Cureus.* 2023;15(4):e37204. doi: 10.7759/cureus.37204
15. Penn-Barwell JG, Murray CK, Wenke JC. Early antibiotics and debridement independently reduce infection in an open fracture model. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94(1):107–12. doi: 10.1302/0301-620X.94B1.27026.
16. You DZ, Schneider PS. Surgical timing for open fractures: Middle of the night or the light of day, which fractures, what time? *OTA Int.* 2020;3(1):e067. doi: 10.1097/OI9.0000000000000067.
17. American College of Surgeons Trauma Quality Improvement Program. Best practices in the management of orthopedic trauma [Internet]. 2015 [cited 2024]. Available from: URL: <https://www.facs.org/quality-programs/trauma/tqip/>
18. Hull PD, Johnson SC, Stephen DJG, Kreder HJ, Jenkinson RJ. Delayed debridement of severe open fractures is associated with a higher rate of deep infection. *Bone Joint J.* 2014;96-B(3):379–84. doi: 10.1302/0301-620X.96B3.32380.
19. Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: Retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58(4):453–8.
20. Suzuki T, Inui T, Sakai M, Ishii K, Kurozumi T, Watanabe Y. Type III Gustilo-Anderson open fracture does not justify routine prophylactic Gram-negative antibiotic coverage. *Sci Rep.* 2023;13(1):7085. doi: 10.1038/s41598-023-34142-7.
21. Powell-Bowns MF, Keating JF. Timing of debridement: When to do it, and who should perform it? *Injury.* 2024;55(Suppl 6): 111604. doi: 10.1016/j.injury.2024.111604.
22. Cross WW 3rd, Swiontkowski MF. Treatment principles in the management of open fractures. *Indian J Orthop.* 2008;42(4):377–86. doi: 10.4103/0019-5413.43373.