การศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ทางคลินิก ระหว่างการใช้ชุดแผ่นโลหะมีรูล็อคและสกรูยึดกระดูกหัวสะโพกหัก และการใช้สกรูหลายตัว ในการรักษาผ่าตัดผู้ป่วยโรคคอกระดูกสะโพกหัก ในโรงพยาบาลศรีสะเกษ

รุ้ง ลิมป์วรรณธะ, พ.บ.[1]

บทคัดย่อ

คอกระดูกสะโพกหักเป็นภาวะที่พบบ่อยและส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต การเลือกวัสดุยึดตรึงกระดูกระหว่างชุดแผ่นโลหะมีรูล็อคและสกรูยึดกระดูกคอสะโพก(Femoral neck system, FNS) และการใช้สกรูหลายตัว(Multiple screw fixation, MCS) ยังคงเป็นประเด็นที่มีการถกเถียงในปัจจุบัน จึงทำการศึกษาเรื่องนี้ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ทางคลินิกระหว่างการใช้ FNS และ MCS ในการรักษาผู้ป่วยกระดูกคอสะโพกหักในโรงพยาบาลศรีสะเกษ เป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบแบบย้อนหลังในผู้ป่วย 115 ราย แบ่งเป็นกลุ่ม FNS 28 ราย และกลุ่ม MCS 87 ราย (ข้อมูลระหว่าง พ.ศ. 2561–2567) โดยมีระยะเวลาติดตามผู้ป่วยอย่างน้อย 6 เดือน และได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (SSKHREC 075/2568)

ผลการศึกษาพบว่า ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านระยะเวลาผ่าตัด ปริมาณเลือดที่เสีย ระยะเวลานอนโรงพยาบาล และระยะเวลาการสมานของกระดูก ส่วนของอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนโดยรวม พบว่า กลุ่ม FNS มีภาวะคอสะโพกสั้นลงมากกว่า 5 ม.ม. สูงกว่า(P= 0.003) มีภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง(Implant failure) สูงกว่า(OR 7.64, 95% CI 1.77-33.00, P = 0.002) มีภาวะหัวกระดูกสะโพกตาย(Osteonecrosis of femoral head) สูงกว่า(OR 4.67, 95% CI 0.98-22.30, P = 0.03) เกิดการผ่าตัดซ้ำ(Revision surgery) สูงกว่า(OR 3.57, 95% CI 0.95-13.39, P = 0.048) ในขณะที่กลุ่ม MCS มีวัสดุยึดตรึงกระดูกหลวม(Implant loosening) สูงกว่า(OR 0.13, 95% CI 0.02-1.04, P = 0.04) รวมทั้ง เมื่อวิเคราะห์ด้วย Multivariate logistic regression พบว่า FNS สัมพันธ์กับ Implant failure(Adjusted OR 9.18, 95% CI 1.95-43.12, P = 0.005) สรุปได้ว่า วัสดุทั้งสองชนิดให้อัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนที่ไม่แตกต่างกัน แต่มีรูปแบบภาวะแทรกซ้อนที่แตกต่างกัน โดย FNS พบ Implant failure และภาวะคอสะโพกสั้นสูงกว่า ในขณะที่ MCS พบ Implant loosening สูงกว่า

คำสำคัญ: คอกระดูกสะโพกหัก, การยึดตรึงด้วยสกรูหลายตัว, ระบบยึดตรึงคอกระดูกสะโพก, ภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัด การตรึงกระดูกภายใน, ภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง

---

[1] นายแพทยชำนาญการ, โรงพยาบาลศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ ; E-mail: roong37@gmail.com

A comparative study of femoral neck system (FNS) and multiple screw fixation in patients with femoral neck fracture in Sisaket hospital

Roong Limwannata, M.D.[1]

Abstract

Femoral neck fractures are a common condition that significantly impacts quality of life, and the choice of fixation between the Femoral Neck System (FNS) and Multiple Screw Fixation (MCS) remains a subject of ongoing debate. This retrospective comparative study was conducted at Sisaket Hospital between 2018 and 2024, enrolling 115 patients who underwent surgical fixation for femoral neck fractures, divided into FNS (n = 28) and MCS (n = 87) groups with a minimum follow-up of 6 months. Ethical approval was obtained (SSKHREC 075/2568). The FNS group demonstrated significantly higher rates of femoral neck shortening greater than 5 mm (P = 0.003), implant failure (OR 7.64, 95% CI 1.77–33.00, P = 0.002), osteonecrosis of the femoral head (OR 4.67, 95% CI 0.98–22.30, P = 0.03), and revision surgery (OR 3.57, 95% CI 0.95–13.39, P = 0.048), while the MCS group had a significantly higher rate of implant loosening (OR 0.13, 95% CI 0.02–1.04, P = 0.04). Multivariate logistic regression identified FNS as independently associated with implant failure (Adjusted OR 9.18, 95% CI 1.95–43.12, P = 0.005). Conclusions: Both implants yielded comparable overall complication rates but differed in complication profiles, with FNS showing higher rates of implant failure and femoral neck shortening, while MCS was associated with higher implant loosening.

Keywords: Femoral neck fracture, Multiple cancellous screw fixation, Femoral neck system (FNS), Postoperative complications, Implant failure

[1] Medical Doctor(Orthopedist), Professional Level, Sisaket Hospital, Sisaket Province ; E-mail: roong37@gmail.com

บทนำ

คอกระดูกสะโพกหัก(Femoral neck fracture) เป็นภาวะที่พบบ่อย ทั้งผู้ป่วยที่ได้รับอุบัติเหตุรุนแรง และในผู้สูงอายุที่มีภาวะกระดูกพรุน ส่งผลต่อคุณภาพชีวิต ความสามารถในการเคลื่อนไหว และมีอัตราการเสียชีวิตสูง แนวทางการรักษามาตรฐานในปัจจุบัน คือ การผ่าตัดยึดตรึงกระดูก เพื่อลดภาวะแทรกซ้อนจากการนอนติดเตียงและเพิ่มโอกาสการฟื้นตัว ส่วนของการเลือกวัสดุยึดตรึงกระดูกยังคงเป็นประเด็นที่มีการถกเถียงในปัจจุบัน นอกจากวิธีดั้งเดิมอย่างการใช้สกรูหลายตัว (Multiple screw fixation, MCS) แล้ว ชุดแผ่นโลหะมีรูล็อคและสกรูยึดกระดูกคอสะโพก(Femoral Neck System, FNS; DePuy Synthes) ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อรองรับการผ่าตัดแบบแผลเล็ก มีความมั่นคงในด้านแนวแกนและแนวการบิดหมุน โดยการศึกษาทางชีวกลศาสตร์ ในปี พ.ศ. 2560 กรณีกระดูกต้นขาของผู้บริจาคร่างกาย(Human cadaveric femur) รวมทั้ง พบว่า FNS มีความมั่นคงโดยรวม(overall construct stability) สูงกว่า MCS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ทางคลินิกจากงานวิจัยในหลายประเทศยังคงมีความแตกต่างกัน การศึกษาในประเทศจีนของ Changjun He และคณะ(พ.ศ. 2564) ที่ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างอายุ 18-65 ปี พบว่า กลุ่ม FNS ใช้เวลาผ่าตัดสั้นกว่า รับรังสีระหว่างผ่าตัดน้อยกว่า อัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น ภาวะกระดูกไม่ติด คอกระดูกสะโพกสั้นลง น้อยกว่า ส่วนระยะเวลาที่ใช้ในการสมานกระดูก ประเมินความสามารถในการใช้งานสะโพกไม่แตกต่างกัน และในงานวิจัยของ Zhi Xu และคณะ (พ.ศ. 2567) ซึ่งศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุน้อยกว่า 75 ปี พบว่า กลุ่ม FNS มีระยะเวลาในการนอนโรงพยาบาลสั้นกว่า การสมานของกระดูกหักเร็วกว่า รวมถึงคะแนนการทำงานของสะโพก(Harris hip score) ดีกว่า ในทางตรงกันข้าม การศึกษาของ Calderia และคณะ ในอิตาลีและสหราชอาณาจักร(พ.ศ. 2567) ไม่พบความแตกต่างในอัตราภาวะแทรกซ้อน การศึกษาของ Leyi Cai และคณะ ในประเทศจีน(พ.ศ. 2567) และงานวิจัยของ Mallon และคณะ ในประเทศสหรัฐอเมริกา(พ.ศ. 2568) พบว่า ที่รายงานผลลัพธ์ทางรังสีวิทยาและอัตราภาวะแทรกซ้อนไม่แตกต่างกันระหว่างสองกลุ่ม ทั้งยังพบว่าค่าใช้จ่ายในการใช้ FNS สูงกว่าอย่างชัดเจน ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญในบริบทของโรงพยาบาลภาครัฐที่มีงบประมาณจำกัด เนื่องจากหากผลลัพธ์ทางคลินิก และภาวะ แทรกซ้อนหลังผ่าตัด ของวัสดุทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน การเลือกใช้วัสดุที่มีต้นทุนสูงกว่าอาจไม่คุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์สาธารณสุข งานวิจัยที่มีอยู่ส่วนใหญ่ดำเนินการในประเทศจีน ยุโรป และสหราชอาณาจักร ซึ่งมีบริบทของระบบสาธารณสุข ลักษณะทางประชากร และทรัพยากรทางการแพทย์ที่แตกต่างจากประเทศไทย โดยเฉพาะในโรงพยาบาลระดับจังหวัดที่มีข้อจำกัดด้านบุคลากร อุปกรณ์ และงบประมาณ ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่าง FNS และ MCS ในบริบทของโรงพยาบาลระดับจังหวัดในประเทศไทย การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ทางคลินิกระหว่าง FNS และ MCS ในผู้ป่วยกระดูกคอสะโพกหักของโรงพยาบาลศรีสะเกษ เพื่อนำข้อมูลไปประกอบการตัดสินใจเลือกวิธีการรักษาที่เหมาะสมในบริบทของโรงพยาบาลระดับจังหวัดต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลลัพธ์ทางคลินิกระหว่างการใช้ชุดแผ่นโลหะมีรูล็อคและสกรูยึดกระดูกหัวสะโพกหัก และ การใช้สกรูหลายตัว ในการรักษาผู้ป่วยโรคคอกระดูกสะโพกหัก ในโรงพยาบาลศรีสะเกษ ในด้านต่อไปนี้

1) ระยะเวลาที่ใช้ในการสมานของกระดูกหัก (Time to union) และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินลงน้ำหนัก (Time to weightbearing)

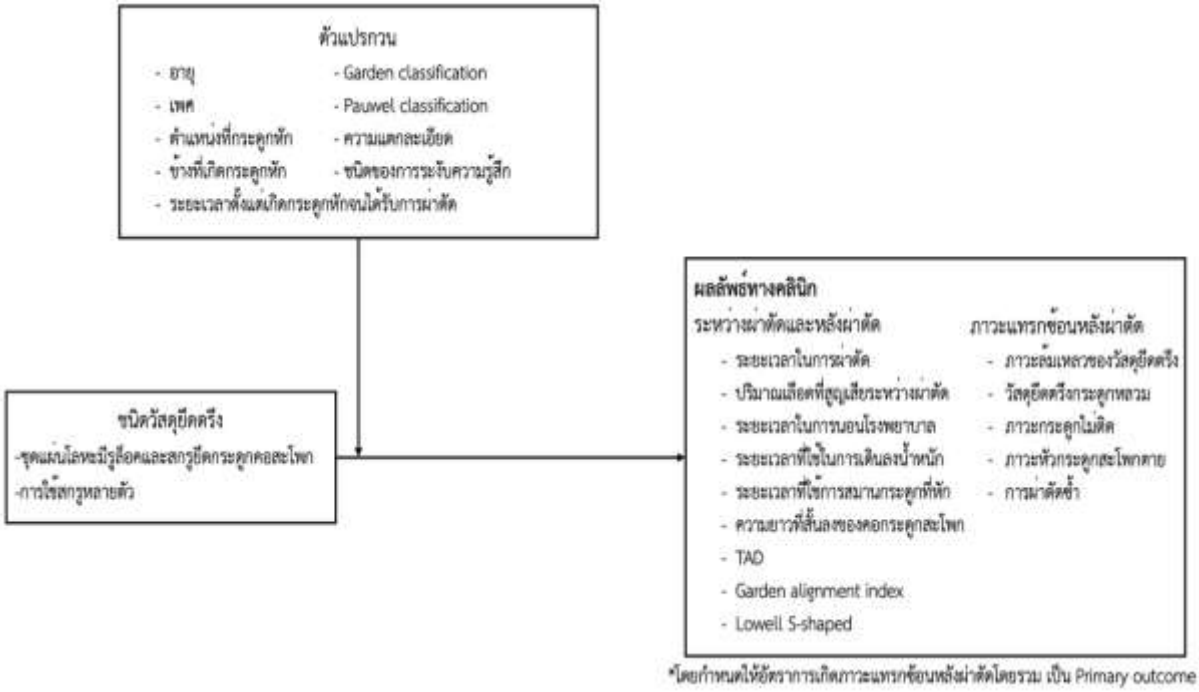
2) ระยะเวลาในการนอนโรงพยาบาล (Length of stay) ระยะเวลาในการผ่าตัด (Operative time) ปริมาณเลือดที่สูญเสียระหว่างผ่าตัด (Intraoperative blood loss)

3) วัดประเมินคุณภาพของการจัดกระดูกหลังผ่าตัด (Post operative reduction quality parameter) ได้แก่ Garden alignment index, Tip-Apex distance

(TAD) และ Lowell S-shaped รวมทั้ง ความยาวที่สั้นลงของคอกระดูกสะโพก (Length of femoral neck shortening)

4) ภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัด เช่น ภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง (Implant failure) ภาวะหัวกระดูกสะโพกตาย (Osteonecrosis of femoral head) ภาวะกระดูกไม่ติด (Non-union) และการผ่าตัดซ้ำ (Revision surgery)

กรอบแนวคิดวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดวิจัย (Conceptual framework)

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบงานวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยแบบย้อนหลัง (retrospective comparative study) ด้วยการรวบรวมข้อมูลจากเวชระเบียนผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัดรักษาโรคคอกระดูกสะโพกหัก (femoral neck fracture) ในโรงพยาบาลศรีสะเกษ ระหว่าง เดือนมกราคม 2561 - ธันวาคม 2567 มีการเปรียบเทียบผลลัพธ์ทางคลินิกระหว่างกลุ่มที่ใช้ ชุดแผ่นโลหะมีรูล็อคและสกรูยึดกระดูกหัวสะโพกหัก (Femoral neck system, FNS) และการใช้สกรูหลายตัว (Multiple screw fixation, MCS) โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลหัตถการในโรงพยาบาล ICD-9-CM ทางดิจิทัล ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ของโรงพยาบาล และตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลผ่านระบบเวชระเบียนผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยในอิเล็กทรอนิกส์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาโรคคอกระดูกสะโพกหัก (femoral neck fracture) ในโรงพยาบาลศรีสะเกษ ระหว่าง เดือนมกราคม 2561 - ธันวาคม 2567 ด้วยวิธีผ่าตัดยึดตรึงกระดูก โดยใช้ชุดแผ่นโลหะมีรูล็อคและสกรูยึดกระดูกหัวสะโพกหัก (Femoral neck system, FNS) หรือ การใช้สกรูหลายตัว (Multiple screw fixation, MCS)

เปรียบเทียบสัดส่วนของสองกลุ่มอิสระ (two independent proportions) โดยอ้างอิงจากการศึกษาก่อนหน้า ซึ่งรายงานอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนในกลุ่ม FNS เท่ากับ 6.1% และในกลุ่ม MCS เท่ากับ 25% กำหนดค่า α = 0.05, power = 80%, ใช้กระบวนการ unequal allocation โดยกำหนดอัตราส่วนกลุ่มควบคุมต่อกลุ่มทดลองแบบไม่เท่ากัน (CCS : FNS) เท่ากับ 3.1 : 1

ทำการคำนวณได้ขนาดตัวอย่าง สำหรับกลุ่ม FNS เท่ากับ 28 ราย และกลุ่ม MCS เท่ากับ 87 ราย รวมทั้งสิ้น 115 ราย เพื่อให้มีกำลังการทดสอบเพียงพอในการตรวจหาความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างทั้งสองกลุ่ม ดังแสดงในแผนภาพที่ 2

แผนภาพที่ 2 แผนภาพการคัดเลือกผู้เข้าร่วมการศึกษา (STROBE Flow Diagram)

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าสู่งานวิจัย (Inclusion criteria)

1) ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคคอกระดูกสะโพกหัก จากภาพถ่ายรังสี

2) ได้รับการผ่าตัดด้วยชุดแผ่นโลหะมีรูล็อคและสกรูยึดกระดูกหัวสะโพกหัก (Femoral neck system, FNS) หรือ ใช้สกรูหลายตัว (Multiple screw fixation, MCS) ภายใน 2 สัปดาห์ หลังบาดเจ็บ

3) อายุมากกว่า 18 ปี

4) มีข้อมูลเวชระเบียน และภาพถ่ายรังสีหลังผ่าตัดครบถ้วน อย่างน้อย 6 เดือน

เกณฑ์การคัดเลือกออกจากงานวิจัย (Exclusion criteria)

1) กระดูกหักจากพยาธิสภาพ (pathologic fracture)

2) มีการบาดเจ็บหลายระบบ (Multiple trauma)

3) ภาวะข้อสะโพกอักเสบ (Hip arthritis) ก่อนได้รับบาดเจ็บ

4) โรคกระดูกเมแทบอลิก ที่มีผลต่อการสมานของกระดูก (Metabolic bone disease that affects bone healing)

5) มีประวัติใช้ยากลุ่มสเตียรอยด์ โดยมีปริมาณเพรดนิโซโลน (prednisolone) มากกว่า 2 กรัม ภายในระยะเวลา 3 เดือน หรือเทียบเท่า ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงทำให้เกิดภาวะหัวกระดูกสะโพกตาย (Osteonecrosis of femoral head)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การใช้แบบบันทึกข้อมูล(Case record form) ในการรวบรวมข้อมูลจากเวชระเบียนผู้ป่วย บันทึกการผ่าตัดและระบบภาพถ่ายรังสี โดยรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 1) ตัวแปรที่ศึกษา เก็บข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อายุ เพศ ข้างที่เกิดกระดูกหัก ตำแหน่งที่กระดูกหัก โดยแบ่งเป็น subcapital, transcervical และ basicervical ส่วนของลักษณะการหักของกระดูก(Fracture classification) มีการแบ่งตาม Garden classification และ Pauwel classification ระยะเวลาตั้งแต่เกิดกระดูกหักจนได้รับการ

ผ่าตัด(Time to fixation) ชนิดของการระงับความรู้สึก (Type of anesthesia) ความแตกละเอียด(Comminution) 2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ระยะเวลาในการผ่าตัด(Operative time) ปริมาณเลือดที่สูญเสียระหว่างผ่าตัด(Intraoperative blood loss) ระยะเวลาในการนอนโรงพยาบาล(Length of stay) ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินลงน้ำหนัก(Time to weightbearing) ระยะเวลาที่ใช้การสมานกระดูกที่หัก (Time to union) ผลลัพธ์จากการวัดภาพถ่ายรังสี (Radiographic parameters) ส่วนของตัวชี้วัดประเมินคุณภาพของการจัดกระดูกหลังผ่าตัด(Post operative reduction quality parameter) ได้แก่ Garden alignment index, Tip-Apex distance (TAD) และ Lowell S-shaped โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้วัดค่าในภาพถ่ายรังสี และรายงานผลโดยนับจำนวนผู้ป่วยที่มีค่าตัวชี้วัดอยู่นอกเกณฑ์ที่ยอมรับในแต่ละตัวแปร ความยาวที่สั้นลงของคอกระดูกสะโพก(Length of femoral neck shortening) โดยมีผู้วิจัยเป็นผู้วัดค่าในภาพถ่ายรังสีหลังผ่าตัด 6 เดือน อัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนโดยรวม รูปแบบการเกิดภาวะแทรกซ้อน ได้แก่ ภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง (Implant failure) วัสดุยึดตรึงกระดูกหลวม(Implant loosening) ภาวะกระดูกไม่ติด(Non-union) โดยหมายถึงภาวะกระดูกไม่ติด ในระยะเวลา 1 ปี หัวกระดูกสะโพกตาย (Osteonecrosis of femoral head) การผ่าตัดซ้ำ (Revision surgery) โดยมีศัลยแพทย์ดำเนินการผ่าตัดทั้งหมด 14 คน ผ่านการฝึกอบรมและได้รับวุฒิบัตรแพทย์เฉพาะทางสาขาออร์โธปิดิกส์ และมีประสบการณ์การผ่าตัดกระดูกสะโพกมากกว่า 5 ปี รวมถึงผ่านการอบรมการใช้ FNS และเริ่มใช้ FNS ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2564

สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ข้อมูลเชิงจำนวน (Numerical data) รายงานผลโดย ค่าเฉลี่ย(Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) ข้อมูลที่จัดเป็นกลุ่มมีการรายงานผลโดย จำนวนและร้อยละ ด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลที่จัดเป็นกลุ่ม(Categorical data) โดยใช้ Chi-squared test มีการเปรียบเทียบข้อมูลเชิงปริมาณ(Continuous data) โดยใช้ independent t-test สำหรับข้อมูลที่แจกแจงปกติ หรือ Mann-Whitney U test สำหรับข้อมูลที่แจกแจงไม่ปกติ มีการใช้ univariable and multivariable logistic regression analysis คำนวณความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดย Odds ratio, Adjusted odds ratio และ 95% Confident interval (95% CI) ซึ่งกำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการเก็บข้อมูลจากเวชระเบียนบันทึกการผ่าตัด และระบบภาพถ่ายรังสี ของผู้ป่วยโรคกระดูกสะโพกหักที่รับการรักษาในโรงพยาบาลศรีสะเกษ โดยไม่เปิดเผยรายชื่อผู้ป่วยและได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลศรีสะเกษ เอกสารหนังสือรับรองเลขที่ SSKHREC 075/2568 ได้รับการรับรอง ลงวันที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2568 หมดอายุวันที่ 9 พฤศจิกายน 2569

ผลการวิจัย

จากผลการวิจัย ขนาดกลุ่มตัวอย่างรวม 115 คน โดยเป็นกลุ่ม MCS 87 คน และ กลุ่ม FNS 28 คน มีลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ดังตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของกลุ่มตัวอย่างระหว่างสองกลุ่ม โดยอายุเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่ม MCS และ FNS คือ 53.74 และ 55.86 ปี ตามลำดับ ตำแหน่งที่พบคอกระดูกสะโพกหักมากที่สุด คือ ตำแหน่ง transcervical (61 คน (70.11%) และ 20 คน (71.4%) ตามลำดับ) ลักษณะการหักของกระดูกที่พบบ่อยที่สุด คือ Garden type 4 (33 คน (37.9%) และ 13 คน (46.4%) ตามลำดับ) และ Pauwel type 2 (37 คน (42.5%) และ 15 คน(53.57%) ตามลำดับ) ทั้งนี้ อายุ เพศ ตำแหน่งที่พบคอกระดูกสะโพกหัก ลักษณะการหักของคอกระดูกสะโพก ข้างที่เกิดคอกระดูกสะโพกหัก ความแตกละเอียด(Comminution) ระยะเวลาตั้งแต่เกิดกระดูกหักจนได้รับการผ่าตัด(Time to fixation) และชนิดของการระงับความรู้สึก(Type of anesthesia) นั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่าง 2 กลุ่ม แสดงว่าทั้งสองกลุ่มมีลักษณะพื้นฐานที่เทียบเคียงกันได้

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง ระหว่างสองกลุ่ม

ปัจจัย	MCS	FNS	P-value
อายุ (ปี) (Mean ± SD)	53.74 ± 22.59	55.86 ± 19.34	0.65
เพศ (หญิง (%))	46 (52.87%)	17 (60.71%)	0.11
ตำแหน่งที่กระดูกหัก			
- Transcervical	61 (70.11%)	20 (71.4%)	1.00
- Subcapital	21 (24.1%)	7 (25%)	1.00
- Basicervical	5 (5.7%)	1 (3.6%)	1.00
ข้างที่เกิดกระดูกหัก (ซ้าย (%))	55 (63.2%)	13 (46.4%)	0.11
Garden classification			
- Type 1	29 (33.3%)	8 (28.6%)	0.82
- Type 2	7 (8.0%)	5 (17.9%)	0.16
- Type 3	18 (20.7%)	2 (7.1%)	0.15
- Type 4	33 (37.9%)	13 (46.4%)	0.51
Pauwel classification			
- Type 1	29 (33.3%)	8 (28.57%)	0.64
- Type 2	37 (42.5%)	15 (53.57%)	0.49
- Type 3	21 (24.1%)	5 (17.85%)	0.16
ความแตกละเอียด (Comminution)	23 (26.4%)	7 (25%)	1.00
ระยะเวลาตั้งแต่เกิดกระดูกหักจนได้รับการผ่าตัด	77 (88.5%)	23 (82.1%)	0.39
- < 72 hours	10 (11.5%)	5 (17.9%)	
- > 72 hours			
ชนิดของการระงับความรู้สึก			
-Spinal anesthesia	46 (52.9%)	16 (57.1%)	0.83
-General anesthesia	41 (47.1%)	12 (42.9%)	

เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ทางคลินิก ระหว่างผ่าตัดและหลังผ่าตัด พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ ระยะเวลาผ่าตัด (53.33 ± 18.78 และ 54.10 ± 24.35 นาที, P = 0.72) ปริมาณเลือดที่เสียระหว่างผ่าตัด (42.13 ± 25.14 และ 55.2 ± 39.9 มล., P = 0.13) ระยะเวลานอนโรงพยาบาล (6.52 ± 4.32 และ 6.88 ± 3.8 วัน, P = 0.71) และระยะเวลาการสมานของกระดูก (4.54 ± 1.87 และ 4.44 ± 1.79 เดือน, P = 0.82)

สำหรับระยะเวลาที่เริ่มลงน้ำหนักได้ พบว่ากลุ่ม FNS มีแนวโน้มเริ่มลงน้ำหนักได้เร็วกว่ากลุ่ม MCS (6.4 ± 3.15 และ 8.78 ± 5.97 สัปดาห์ ตามลำดับ) แต่ความแตกต่างดังกล่าวยังไม่ถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.06)

ตัวแปรที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ภาวะคอกระดูกสะโพกสั้นลงมากกว่า 5 มม. (Femoral neck shortening > 5 mm) โดยพบในกลุ่ม MCS น้อยกว่ากลุ่ม FNS อย่างชัดเจน (20.7% และ 50% ตามลำดับ, P = 0.003) ส่วนตัวชี้วัดทางรังสีวิทยาอื่นๆ

ได้แก่ Garden alignment index, Tip-apex distance (TAD) และ Lowell S-shaped พบว่า ไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ทางคลินิก ระหว่างผ่าตัดและหลังผ่าตัด ระหว่างสองกลุ่ม

ปัจจัย	MCS	FNS	P-value
ระยะเวลาในการผ่าตัด (นาที)	53.33 ± 18.78	54.10 ± 24.35	0.72
ปริมาณเลือดที่สูญเสียระหว่างผ่าตัด (มิลลิลิตร)	42.13 ± 25.14	55.2 ± 39.9	0.13
ระยะเวลาในการนอนโรงพยาบาล (วัน)	6.52 ± 4.32	6.88 ± 3.8	0.71
ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินลงน้ำหนัก (สัปดาห์)	8.78 ± 5.97	6.4 ± 3.15	0.06
ระยะเวลาที่ใช้การสมานกระดูกที่หัก (เดือน)	4.54 ± 1.87	4.44 ± 1.79	0.82
ความยาวที่สั้นลงของคอกระดูกสะโพก มากกว่า 5 มิลลิเมตร	18 (20.68%)	14 (50%)	0.003*
Garden alignment index	11 (12.64%)	0	0.06
TAD	7 (8.05%)	0	0.19
Lowell	12 (13.79%)	0	0.06

เมื่อพิจารณาอัตราภาวะแทรกซ้อนโดยรวม พบว่าทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (OR = 1.70, 95% CI 0.70–4.15, P = 0.24) เมื่อวิเคราะห์ภาวะแทรกซ้อนแยกตามประเภท พบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติในหลายตัวแปร คือ ภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง(Implant failure) พบในกลุ่ม FNS สูงกว่ากลุ่ม MCS อย่างมีนัยสำคัญ(21.43% และ 3.45% ตามลำดับ, OR = 7.64, 95% CI 1.77–33.00, P = 0.002) วัสดุยึดตรึงกระดูกหลวม(Implant loosening) พบในกลุ่ม MCS สูงกว่ากลุ่ม FNS อย่างมีนัยสำคัญ(21.84% และ 3.57% ตามลำดับ, OR = 0.13, 95% CI 0.02–1.04, P = 0.04) ภาวะหัวกระดูกสะโพกตาย(Osteonecrosis of femoral head) พบในกลุ่ม FNS สูงกว่ากลุ่ม MCS(14.28% และ 3.45% ตามลำดับ, OR = 4.67, 95% CI 0.98–22.30, P = 0.03) การผ่าตัดซ้ำ(Revision surgery) ในกลุ่ม FNS มีความเสี่ยงสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (OR = 3.57, 95% CI 0.95–13.39, P = 0.048) ส่วนภาวะกระดูกไม่ติด(Non-union) ไม่พบความแตกต่างระหว่างสองกลุ่ม(OR = 1.04, 95% CI 0.10-10.39, P = 0.98) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบภาวะแทรกซ้อน ระหว่างสองกลุ่ม

ปัจจัย	MCS	FNS	Crude OR	P-value
อัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดโดยรวม	24 (27.59%)	11 (39.28%)	1.70 (0.70-4.15)	0.24
- ภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง (Implant failure)	3 (3.45%)	6 (21.43%)	7.64 (1.77-33.00)	0.002*
- วัสดุยึดตรึงกระดูกหลวม (Implant loosening)	19 (21.84%)	1 (3.57%)	0.13 (0.02-1.04)	0.04*
- ภาวะกระดูกไม่ติด (Non-union)	3 (3.45%)	1 (3.57%)	1.04 (0.10-10.39)	0.98
- ภาวะหัวกระดูกสะโพกตาย (Osteonecrosis of femoral head)	3 (3.45%)	4 (14.28%)	4.67 (0.98-22.30)	0.03*
- การผ่าตัดซ้ำ (Revision surgery)	5 (3.45%)	5 (17.86%)	3.57 (0.95-13.39)	0.048*

เมื่อนำปัจจัยจากตารางที่ 2 และ 3 ที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์ Univariate analysis มาวิเคราะห์ด้วย Multivariate logistic regression โดยควบคุมตัวแปรกวนแล้ว ภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง (Implant failure) เป็นตัวแปรเดียวที่มีความสัมพันธ์อิสระกับการใช้ FNS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Adjusted OR 9.18, 95% CI 1.95–43.12, P = 0.005) บ่งชี้ว่าความสัมพันธ์นี้ไม่ได้เป็นผลจากความแตกต่างของปัจจัยพื้นฐานระหว่างสองกลุ่ม

ส่วนตัวแปรอื่นๆ ที่เคยพบความแตกต่างในการวิเคราะห์แบบ Univariate ได้แก่ ภาวะคอกระดูกสะโพกสั้นลงมากกว่า 5 มม.(Adjusted OR 2.27, 95% CI 0.72–7.22, P = 0.16) ภาวะวัสดุยึดตรึงกระดูกหลวม(Adjusted OR 0.15, 95% CI 0.02–1.23, P = 0.052) ภาวะหัวกระดูกสะโพกตาย(Adjusted OR 4.84, 95% CI 0.99–23.70, P = 0.07) และการผ่าตัดซ้ำ (Adjusted OR 1.76, 95% CI 0.37–8.35, P = 0.48) ล้วนไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อควบคุมตัวแปรกวนแล้ว บ่งชี้ว่าความแตกต่าง ที่พบในการวิเคราะห์เบื้องต้นน่าจะเป็นผลจากปัจจัยพื้นฐานของผู้ป่วยมากกว่าชนิดของวัสดุยึดตรึงโดยตรง ยกเว้น ภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง (Implant failure) ที่ยังคงเป็นปัจจัยเสี่ยงอิสระต่อการใช้ FNS อย่างมีนัยสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการใช้ Multivariate logistic regression

ปัจจัย	Adjusted OR	P-value
- ความยาวที่สั้นลงของคอกระดูกสะโพก มากกว่า 5 มิลลิเมตร	2.27 (0.72-7.22)	0.16
- ภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง (Implant failure)	9.18 (1.95-43.12)	0.005*
- วัสดุยึดตรึงกระดูกหลวม (Implant loosening)	0.15 (0.02-1.23)	0.052
- ภาวะหัวกระดูกสะโพกตาย (Osteonecrosis of femoral head)	4.84 (0.99-23.70)	0.07
- การผ่าตัดซ้ำ (Revision surgery)	1.76 (0.37-8.35)	0.48

อภิปรายผลวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ทางคลินิกระหว่างการใช้ FNS และ MCS ในผู้ป่วยกระดูกคอสะโพกหักในโรงพยาบาลศรีสะเกษ โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีลักษณะพื้นฐานที่ใกล้เคียงกัน ในด้านผลลัพธ์ทางคลินิกระหว่างผ่าตัด และหลังผ่าตัด ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้านระยะเวลาผ่าตัด ปริมาณเลือดที่เสียระหว่างผ่าตัด ระยะเวลานอนโรงพยาบาล และระยะเวลาการสมานของกระดูก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Calderia และคณะ อย่างไรก็ตาม พบว่ากลุ่ม FNS มีแนวโน้มเริ่มลงน้ำหนักได้เร็วกว่ากลุ่ม MCS (6.4 และ 8.78 สัปดาห์ ตามลำดับ) แต่ยังไม่ถึงระดับนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.06)

ในด้านผลลัพธ์จากการวัดภาพถ่ายรังสี(Radiographic parameters) กลุ่ม FNS มีอัตราภาวะคอกระดูกสะโพกสั้นลงมากกว่า 5 มม. ซึ่งสูงกว่ากลุ่ม MCS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(50% และ 20.7% ตามลำดับ, P = 0.003) แต่ขัดกับสมมติฐานเดิมที่ว่า FNS ควรป้องกันภาวะดังกล่าวได้ดีกว่า เนื่องจากมีความมั่นคงในแนวแกนสูงกว่า เมื่อวิเคราะห์ด้วย Multivariate logistic regression พบว่าชนิดของวัสดุไม่ได้เป็นปัจจัยเสี่ยงอิสระต่อภาวะดังกล่าว บ่งชี้ว่าภาวะคอสะโพกสั้นที่พบในกลุ่ม FNS อาจมีผลจากปัจจัยพื้นฐานของผู้ป่วย และแตกต่างจากการศึกษาของ Cai และคณะ และการศึกษา Xu และคณะ ที่พบว่า FNS มีอัตราภาวะคอสะโพกสั้นน้อยกว่า โดยอาจมีสาเหตุจากลักษณะกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน โดยทั้ง 2 การศึกษาดังกล่าวมุ่งเน้นไปยังผู้ป่วยที่อายุน้อยกว่า ในกลุ่ม FNS ไม่มีผู้ป่วยรายใดที่มีผลประเมินทางรังสีวิทยาอยู่นอกเกณฑ์ที่ยอมรับในทุกตัวแปร ได้แก่ Garden alignment index, TAD และ Lowell S-shaped แม้ความแตกต่างจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจสะท้อนถึงความแม่นยำในการจัดวางวัสดุของ FNS ที่ดีกว่า

แม้อัตราภาวะแทรกซ้อนโดยรวมจะไม่แตกต่างกันระหว่างสองกลุ่ม แต่เมื่อวิเคราะห์แยกตามประเภทพบ

ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญหลายประการ โดยกลุ่ม MCS เกิดวัสดุยึดตรึงกระดูกหลวม(Implant loosening) สูงกว่ากลุ่ม FNS อย่างมีนัยสำคัญ(21.84% และ 3.57%, P = 0.04) สะท้อนถึงข้อจำกัดของ MCS ในด้านความมั่นคงของวัสดุในระยะยาว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาทางชีวกลศาสตร์ที่พบว่า FNS มีความมั่นคงโดยรวมสูงกว่า ในทางตรงกันข้าม กลุ่ม FNS เกิดภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง(Implant failure) และภาวะหัวกระดูกสะโพกตาย(Osteonecrosis of femoral head) สูงกว่ากลุ่ม MCS อย่างมีนัยสำคัญ (21.43% และ 3.45%, OR = 7.64, P = 0.002) และ (14.28% และ 3.45%, OR = 4.67, P = 0.03) ตามลำดับ จากการวิเคราะห์แบบ Multivariate logistic regression พบว่า FNS เป็นปัจจัยเสี่ยงอิสระต่อการเกิดภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง(Implant failure) อย่างมีนัยสำคัญ (Adjusted OR 9.18, 95% CI 1.95–43.12, P = 0.005) บ่งชี้ว่าความสัมพันธ์นี้ไม่ได้เป็นผลจากความแตกต่างของปัจจัยพื้นฐานระหว่างสองกลุ่ม อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่สามารถระบุกลไกที่แท้จริงของ ภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง(Implant failure) ได้ เนื่องจากเป็นการศึกษาแบบ Retrospective ที่ไม่ได้เก็บข้อมูลเชิงลึก เช่น ความหนาแน่นของมวลกระดูก(Bone mineral density) ตำแหน่งการวางวัสดุที่แม่นยำ ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยที่อาจมีผลต่อความมั่นคงของการยึดตรึง ปัจจัยหนึ่งที่อาจมีส่วนอธิบายภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง(Implant failure) ที่สูงกว่าในกลุ่ม FNS คือ Learning curve effect ของการใช้วัสดุใหม่ เนื่องจาก FNS เป็นวัสดุที่เพิ่งนำมาใช้ในโรงพยาบาลศรีสะเกษ ในขณะที่ MCS เป็นเทคนิคที่ศัลยแพทย์คุ้นเคยและมีประสบการณ์มายาวนานกว่า อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้เก็บข้อมูลจำนวนผู้ป่วยสะสมของศัลยแพทย์แต่ละราย จึงไม่สามารถยืนยันหรือตัดประเด็น Learning curve effect ออกได้อย่างชัดเจน ในด้าน Osteonecrosis of femoral head เมื่อวิเคราะห์ด้วย Multivariate logistic regression พบว่าชนิดของวัสดุไม่ได้เป็นปัจจัยเสี่ยงอิสระต่อภาวะ Osteonecrosis of femoral head บ่งชี้ว่า ภาวะนี้ที่พบในกลุ่ม FNS อาจเป็นผลจากความรุนแรงของการบาดเจ็บเริ่มต้นมากกว่าชนิดของวัสดุ นอกจากนี้การติดตามผลเพียง 6 เดือน อาจยังประเมินอุบัติการณ์ที่แท้จริงได้ไม่ครบถ้วน เนื่องจากภาวะนี้อาจแสดงอาการล่าช้าได้ถึง 2–5 ปีหลังผ่าตัด อัตราการผ่าตัดซ้ำพบว่า กลุ่ม FNS มี Odds ratio สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ(OR = 3.57, P = 0.048) ซึ่งอาจสัมพันธ์กับภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง(Implant failure) ที่สูงกว่า ดังที่กล่าวข้างต้น

ประเด็นด้านต้นทุนเป็นอีกมิติหนึ่งที่มีความสำคัญในบริบทของโรงพยาบาลภาครัฐระดับจังหวัด การศึกษานี้พบว่าแม้ผลลัพธ์ทางคลินิกโดยรวมจะไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่ม FNS มีอัตราการผ่าตัดซ้ำสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P = 0.048) เมื่อพิจารณาร่วมกับราคาวัสดุของ FNS ที่สูงกว่า MCS อย่างมีนัยสำคัญ ต้นทุนรวมในการรักษาผู้ป่วยกลุ่ม FNS จึงอาจสูงกว่ากลุ่ม MCS เมื่อรวมค่าใช้จ่ายจากการผ่าตัดซ้ำ ค่านอนโรงพยาบาล และค่าฟื้นฟูสมรรถภาพเพิ่มเติม ในบริบทของระบบสาธารณสุขไทยที่ผู้ป่วยส่วนใหญ่ใช้สิทธิ์หลักประกันสุขภาพแห่งชาติ ภาระต้นทุนดังกล่าวตกอยู่กับระบบสาธารณสุขโดยตรง การพิจารณาเลือกใช้วัสดุ จึงควรคำนึงถึงความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์สาธารณสุข(Cost-effectiveness) ควบคู่กับผลลัพธ์ทางคลินิก อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้เก็บข้อมูลต้นทุนโดยตรง จึงไม่สามารถวิเคราะห์ Cost-effectiveness ได้อย่างสมบูรณ์

บทสรุป

การใช้ FNS และ MCS ให้ผลลัพธ์โดยรวมที่ไม่แตกต่างกันในด้านระยะเวลาผ่าตัด การเสียเลือด ระยะเวลานอนโรงพยาบาล การสมานของกระดูก และอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อน อย่างไรก็ตามวัสดุทั้งสองชนิดมีรูปแบบภาวะแทรกซ้อนที่แตกต่างกัน โดย FNS พบภาวะล้มเหลวของวัสดุยึดตรึง(Implant failure) และภาวะคอสะโพกสั้น สูงกว่า ในขณะที่ MCS พบ วัสดุยึดตรึงกระดูกหลวม(Implant loosening) สูงกว่า โดยชนิดของภาวะแทรกซ้อนที่แตกต่างกันนี้สะท้อนให้เห็นว่าวัสดุทั้งสองชนิดมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน

ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้มีข้อจำกัดในด้านรูปแบบการศึกษาแบบ Retrospective และ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง รวมถึง การติดตามผลเพียง 6 เดือน อาจยังประเมินอุบัติการณ์ที่แท้จริงของภาวะหัวกระดูกสะโพกตาย(Osteonecrosis of femoral head) ได้ไม่ครบถ้วน เนื่องจากภาวะนี้อาจแสดงอาการล่าช้าได้ถึง 2–5 ปีหลังผ่าตัด หากมีการศึกษาแบบ Prospective randomized controlled trial ที่มีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ขึ้น มีการติดตามผลที่นานขึ้น และมีการวัด bone mineral density (BMD) รวมทั้ง การศึกษา subgroup analysis แยกตาม Garden classification (Type 1-2 vs 3-4) และ Pauwel classification หรือรวม Patient-Reported Outcome Measures (PROMs) เช่น Harris Hip Score ในการศึกษาในอนาคต อาจช่วยยืนยันผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษานี้ได้

ในด้าน cost-effectiveness จากผลการศึกษานี้ที่พบว่า FNS มีอัตรา Implant failure และการผ่าตัดซ้ำสูงกว่า ในขณะที่ผลลัพธ์ทางคลินิกโดยรวมไม่แตกต่างกัน ประกอบกับราคาวัสดุที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษา Cost-effectiveness analysis ที่ครอบคลุมต้นทุนทางตรง ได้แก่ ราคาวัสดุยึดตรึง ค่าใช้จ่ายในการผ่าตัดและการผ่าตัดซ้ำ ระยะเวลานอนโรงพยาบาล และค่าฟื้นฟูสมรรถภาพ รวมถึงต้นทุนทางอ้อม เช่น การสูญเสียรายได้และภาระของผู้ดูแลผู้ป่วย จะช่วยประกอบการตัดสินใจเลือก แนวทางการรักษาที่เหมาะสมในบริบทของโรงพยาบาลภาครัฐระดับจังหวัดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Cai, L., Zheng, W., Chen, C., Hu, W., Chen, H., & Wang, T. (2024). Comparison of young femoral neck fractures treated by femoral neck system, multiple cancellous screws and dynamic hip screws: A retrospectively comparison study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *25*(1), 188. https://doi.org/10.1186/s12891-024-07319-y

Caldaria, A., Gambuti, E., Biagi, N., Spadoni, E., Saracco, A., Massari, L., & Caruso, G. (2024). Comparison of femoral neck system versus cannulated cancellous screws for the fixation of femoral neck fracture: A single-center retrospective cohort study. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, *34*(6), 3207–3213. https://doi.org/10.1007/s00590-024-04051-0

Chen, L., Jiang, J., Ma, H., Duan, X., & Chen, J. (2023). Factors associated with early failure of the femoral neck system (FNS) in patients with femoral neck fractures. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *24*(1), 912. https://doi.org/10.1186/s12891-023-06994-7

Garden, R. S. (1971). Malreduction and avascular necrosis in subcapital fracture of the femur. *Journal of Bone and Joint Surgery - British Volume*, *53-B*(2), 183–197. https://doi.org/10.1302/0301-620x.53b2.183

He, C., Lu, Y., Wang, Q., Ren, C., Li, M., Yang, M., Xu, Y., Li, Z., Zhang, K., & Ma, T. (2021). Comparison of the clinical efficacy of a femoral neck system versus cannulated screws in the treatment of femoral neck fracture in young adults. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *22*(1), 994. https://doi.org/10.1186/s12891-021-04888-0

Huang, S., Zhang, Y., Zhang, X., Zhou, C., Li, W., Wang, Y., Wang, B., & Zhu, Z. (2023). Comparison of femoral neck system and three cannulated cancellous screws in the treatment of vertical femoral neck fractures: Clinical observation and finite element analysis. *BioMedical Engineering OnLine*, *22*(1), 20. https://doi.org/10.1186/s12938-023-01083-1

Mallon, Z. O., Prentice, H. A., Schlauch, A. M., Fasig, B. H., Paxton, E. W., Sadeghi, C., & Okike, K. (2025). Femoral neck system compared with 3 cannulated screws in the treatment of femoral neck fracture in patients aged 60 and older. *Journal of Bone and Joint Surgery*, *107*(9), 958–967. https://doi.org/10.2106/jbjs.24.00781

Stoffel, K., Zderic, I., Gras, F., Sommer, C., Eberli, U., Mueller, D., Oswald, M., & Gueorguiev, B. (2016). Biomechanical evaluation of the femoral neck system in unstable Pauwels III femoral neck fractures: A comparison with the dynamic hip screw and cannulated screws. *Journal of Orthopaedic Trauma*, *31*(3), 131–137. https://doi.org/10.1097/bot.0000000000000739

Tornetta, P. (Ed.). (2024). *Rockwood and Green's fractures in adults* (10th ed.). Wolters Kluwer.

Van Kollenburg, J. A. P. A. C., & Ring, D. (2012). Time to union as a measure of effectiveness. *The Harvard Orthopaedic Journal*, *14*, 12–21.

Xu, Z., Sun, J., Li, J., Huang, F., Zhao, J., Shao, Y., Fang, S., Wang, Z., Gong, Y., Zhou, H., & Tian, S. (2024). Comparative analysis of the femoral neck system (FNS) vs. cannulated cancellous screws (CCS) in the treatment of middle-aged and elderly patients with femoral neck fractures: Clinical outcomes and biomechanical insights. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *25*(1), 735. https://doi.org/10.1186/s12891-024-07863-7

Yoon, B., Jones, L. C., Chen, C., Cheng, E. Y., Cui, Q., Drescher, W., Fukushima, W., Gangji, V., Goodman, S. B., Ha, Y., Hernigou, P., Hungerford, M., Iorio, R., Jo, W., Khanduja, V., Kim, H., Kim, S., Kim, T., Lee, H. Y., & Koo, K. (2018). Etiologic classification criteria of ARCO on femoral head osteonecrosis part 2: Alcohol-associated osteonecrosis. *The Journal of Arthroplasty*, *34*(1), 169–174.e1. https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.09.006