

อุบัติการณ์และปัจจัยที่ส่งผลให้กระดูกเคลื่อนมากขึ้น ภายหลังการรักษาด้วยการดามลดแบบปิด ในผู้ป่วยกระดูกปลายเรเดียสหัก

ชานนท์ หาญสุทธิเวชกุล พ.บ.*, ภาณุพงศ์ ราชอุปนันท์ พ.บ.**, อมรศักดิ์ รูปสูง พ.บ.*

บทคัดย่อ

ความเป็นมา : การรักษากระดูกปลายเรเดียสหักโดยการผ่าตัดตามลดแบบปิด (Closed reduction with Percutaneous Pinning) เป็นวิธีการผ่าตัดที่ได้รับการยอมรับเนื่องจากทำได้รวดเร็วและลดภาระค่าใช้จ่ายของโรงพยาบาล แต่มีความแข็งแรงน้อยและมีโอกาสกระดูกเคลื่อนเพิ่มขึ้นในช่วงติดตามการรักษา

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาอุบัติการณ์และปัจจัยที่ส่งผลให้กระดูกเคลื่อนมากขึ้นหลังการผ่าตัดตามลดแบบปิดในผู้ป่วยกระดูกปลายเรเดียสหัก

วิธีการศึกษา : ผู้วิจัยเก็บข้อมูลผู้ป่วยกระดูกปลายเรเดียสหัก ได้รับการผ่าตัดตามลดที่โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ ในปี พ.ศ.2561-2563 โดยประเมินข้อมูลจากเวชระเบียนและเปรียบเทียบภาพถ่ายทางรังสีก่อนผ่าตัด หลังผ่าตัด และ 4-8 สัปดาห์หลังผ่าตัด แบ่งกลุ่มผู้ป่วยหลังผ่าตัดเป็นกลุ่มที่มีกระดูกเคลื่อนและกระดูกไม่เคลื่อนในขณะสิ้นสุดการรักษา และคำนวณหาปัจจัยเสี่ยงเพิ่มโอกาสการเกิดกระดูกเคลื่อนโดยวิธีการทางสถิติ

ผลการศึกษา : ผู้ป่วยกระดูกข้อมือหักที่รักษาโดยการดามลดแบบปิด 380 ราย หลังจากผ่าตัดตามลดมีกระดูกเคลื่อน 89 คน คิดเป็นอุบัติการณ์ร้อยละ 23.42 ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนของกระดูกเพิ่มขึ้นหลังผ่าตัดตามลด ได้แก่ กระดูกหักละเอียด (Comminuted fracture) ภาวะกระดูกข้อมือผิดแนวมาทางด้านหน้า (Volar carpal malalignment) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณลดที่ใช้ในการผ่าตัด พบว่าการใช้ลด 3 ตัว เป็นปัจจัยป้องกันการเกิดกระดูกเคลื่อนหลังผ่าตัดเมื่อเปรียบเทียบกับใช้ลด 2 ตัว

สรุปและข้อเสนอแนะ : ในผู้ป่วยที่มีกระดูกปลายเรเดียสหักที่มีกระดูกหักละเอียด หรือภาวะกระดูกข้อมือผิดแนว การรักษาโดยผ่าตัดตามลดแล้วมีโอกาสเสี่ยงเคลื่อนมากขึ้น แนะนำให้การรักษาเป็นการจัดกระดูกแบบเปิดแผลและใส่โลหะยึดตรึงภายในข้อมือ (Open reduction and internal fixation with plate and screws) ที่ให้ความแข็งแรงสูงกว่า หากเลือกใช้ลดในการรักษากระดูกปลายเรเดียสหัก การใช้ลด 3 ตัวอาจป้องกันการเคลื่อนเพิ่มขึ้นหลังผ่าตัดได้

คำสำคัญ : กระดูกปลายเรเดียสหัก การผ่าตัดตามลดแบบปิด กระดูกข้อมือผิดแนว

*กลุ่มงานออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์

** กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ : ชานนท์ หาญสุทธิเวชกุล E-mail : Chanonhan@gmail.com

วันที่รับเรื่อง : 1 เมษายน 2564 วันที่ส่งแก้ไข : 2 พฤศจิกายน 2564 วันที่ตีพิมพ์ : 31 ธันวาคม 2564

INCIDENCE AND RISK FACTORS OF LATE DISPLACEMENT IN DISTAL RADIUS FRACTURE TREATED WITH CLOSED REDUCTION AND PERCUTANEOUS PINNING

Chanon Hansudewechakul M.D.*, Panupong Radchauppanone M.D.** , Amornsak Roobsoong M.D.*

ABSTRACT

BACKGROUND : Closed reduction and percutaneous pinning is an accepted method in treating distal radius fractures, due to shorter operative time and economic advantage. Fixation with Kirschner wire gives lower stability compared to plate and screws and may result in displacement of fracture during follow-up period.

OBJECTIVE : To describe the incidence and explore what risk factors can predict late instability of distal radius fracture treated with Kirschner wire fixation.

METHODS : All cases of closed distal radius fractures treated with closed reduction and percutaneous pinning in Chiangrai Prachanukroh hospital in the year of 2018 to 2020 were retrospectively reviewed. Patients' data, preoperative, immediate postoperative and 4-8 weeks postoperative radiographic parameters were compared. The patients were divided into late displacement group and stable group at the end of treatment and risk factor of late displacement was calculated.

RESULTS : In 380 cases of distal radius fractures after percutaneous pinning, 89 cases had a late displacement of fracture. The rate of displacement was 23.42%. Multivariable analysis showed comminuted fracture patterns and volar carpal malalignments are the risk factors which increased the rate of late displacement. Using 3 K-wires significantly prevented the displacement rate compared to 2 k-wires.

CONCLUSIONS AND DISCUSSIONS : Volar carpal malalignment or comminuted fracture increased displacement rate of percutaneous pinning in distal radius fracture. Open reduction with plate and screws fixation should be considered for the operative treatment in such cases. If percutaneous pinning was chosen, fixation with 3 K-wires may prevent late displacement.

KEYWORDS : distal radius fracture, closed reduction and percutaneous pinning, carpal malalignment.

* Department of Orthopedics, Chiangrai Prachanukroh Hospital

** Department of Radiology, Chiangrai Prachanukroh Hospital

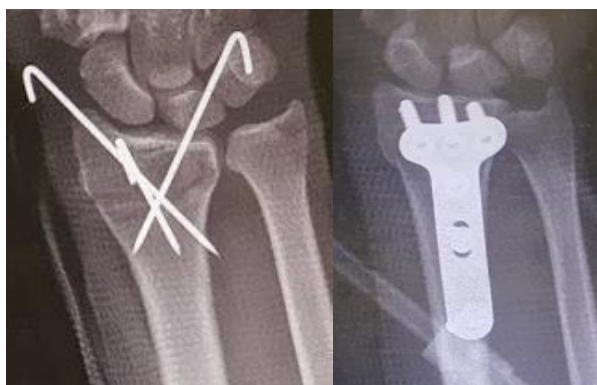
Corresponding Author : Chanon Hansudewechakul E-mail : Chanonhan@gmail.com

Accepted date : 1 April 2021 Revise date : 2 November 2021 Publish date : 31 December 2021

ความเป็นมา

กระดูกปลายเรเดียสหัก (Distal End Radius Fracture) พบได้บ่อยในเวชปฏิบัติ ทำให้เกิดความพิการหรือสูญเสียการทำงานได้หากรักษาไม่เหมาะสม¹ การรักษาโดยการไม่ผ่าตัดและใส่เฝือก พบว่าทำให้เกิดการเคลื่อนที่หลังรักษาได้ร้อยละ 3.3–75.0² การรักษากระดูกปลายเรเดียสหักโดยการตามลวดแบบปิด (Closed Reduction with Percutaneous Pinning; CRPP) เป็นวิธีการผ่าตัดที่ได้รับความนิยมและได้รับการยอมรับเนื่องจากทำได้ง่าย รวดเร็ว ไม่ต้องเปิดแผล และลดภาระค่าใช้จ่ายของโรงพยาบาล พบว่ามีอัตราการเคลื่อนที่ของกระดูกเพิ่มหลังการรักษา ร้อยละ 28.4–41.0³⁻⁴

การผ่าตัดตามลวดแบบปิดเพื่อการรักษากระดูกปลายเรเดียสหักให้ความแข็งแรงน้อยกว่าการผ่าตัดตามเหล็กแบบเปิด (Open reduction and internal fixation with plate and screws: ORIF) และทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระดูกหักหลังผ่าตัดได้สูงกว่าการตามเหล็กแบบเปิด⁵ แต่การผ่าตัดวิธีตามเหล็กแบบเปิด ใช้เวลาผ่าตัดนานกว่าและมีภาระค่าใช้จ่ายจากเหล็กที่ใช้สูงกว่า



A

B

รูปที่ 1 ภาพเอ็กซเรย์ข้อมือของผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด

A = การผ่าตัดตามลวดแบบปิด

B = การผ่าตัดตามเหล็กแบบเปิด

โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ รับการส่งต่อผู้ป่วยจากทุกอำเภอในจังหวัดเชียงรายและบางอำเภอในจังหวัดใกล้เคียง ทำให้มีผู้ป่วยจำเป็นต้องผ่าตัดจำนวนมาก จำนวนห้องผ่าตัดมีจำกัด ทำให้วิธีการตามลวดแบบปิดเป็นวิธีที่ศัลยแพทย์ออร์โธปิดิกส์นิยมใช้เนื่องจากผ่าตัดได้รวดเร็ว แต่พบว่า ในบางรายมีการเคลื่อนของกระดูกเกิดขึ้นในขณะติดตามอาการ ทำให้ต้องจัดกระดูกเข้าที่อีกครั้งด้วยการผ่าตัดซ้ำ

วัตถุประสงค์

เพื่อหาอุบัติการณ์การเคลื่อนเพิ่มขึ้นของหลังจากผ่าตัดกระดูกปลายเรเดียสหักด้วยการตามลวด และหาปัจจัยเสี่ยงของการเคลื่อนที่ของกระดูกปลายเรเดียสหักหลังการผ่าตัดตามลวดแบบปิด เพื่อให้ศัลยแพทย์ออร์โธปิดิกส์สามารถเลือกวิธีการผ่าตัดรักษากระดูกปลายเรเดียสหักได้เหมาะสมมากขึ้น และสามารถป้องกันการเกิดกระดูกเคลื่อนหลังการผ่าตัดได้ โดยผู้วิจัยมีสมมุติฐานว่าหากมีกระดูกข้อมือผิดแนว (Carpal malalignment) จะเพิ่มโอกาสทำให้กระดูกปลายเรเดียสหักมีอัตราการเคลื่อนที่มากขึ้นหลังการผ่าตัด

วิธีการศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

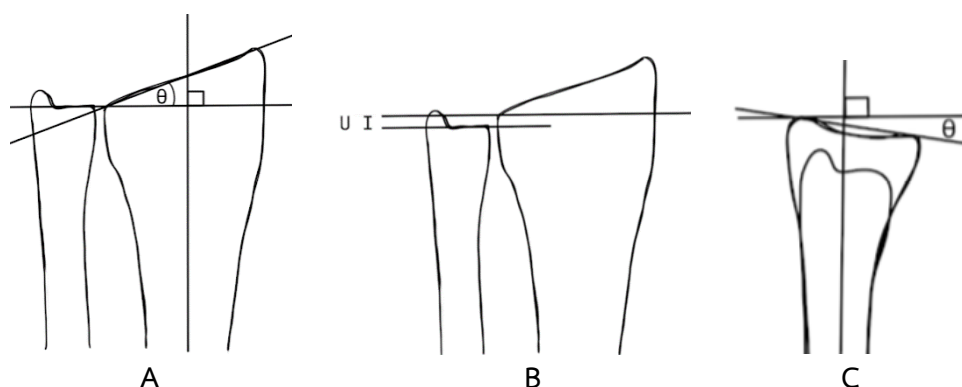
หลังจากได้รับการอนุมัติงานวิจัยโดยคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ ผู้ทำวิจัยสืบค้นข้อมูลผู้ป่วยในฐานข้อมูลของโรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ คัดเลือกผู้ป่วยทุกรายที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นกระดูกปลายเรเดียสหักที่ได้ผ่าตัดระหว่างมิถุนายน ปี พ.ศ.2561 ถึง มิถุนายน ปีพ.ศ.2563

เกณฑ์การคัดผู้ป่วยออกจากงานวิจัย ได้แก่ ผู้ป่วยเด็กอายุน้อยกว่า 15 ปี กระดูกหักจากพยาธิสภาพของกระดูก (Pathologic fractures) ได้แก่ โรคเนื้องอกกระดูก เคยฉายรังสีบริเวณข้อมือหรือโรคโลหิตจางธาลัสซีเมีย ผู้ป่วยที่ขาดการติดตามอาการหรือไม่มีข้อมูลภาพถ่ายทางรังสีหลังผ่าตัด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลพื้นฐาน คุณลักษณะกระดูกปลายเรเดียสหักก่อนผ่าตัด หลังผ่าตัดทันที และช่วง 4-8 สัปดาห์หลังการผ่าตัด เก็บข้อมูลอื่น ได้แก่ จำนวนลวดที่ใช้ผ่าตัด และการตามเฝ้าหลังผ่าตัด การเก็บ

ข้อมูลภาพถ่ายทางรังสี ผู้วิจัยใช้โปรแกรมภาพถ่ายรังสีของโรงพยาบาล (Picture Archiving and Communication System; PACS) กระดูกปลายเรเดียสหัก แบ่งกลุ่มตาม AO classification ค่าที่ได้จากภาพถ่ายทางรังสี ได้แก่ การวัดมุม radial inclination volar or dorsal tilt การวัดค่า ulnar variance, articular stepping และการแบ่งกลุ่มแนวกระดูกข้อมือ carpal alignment. โดยสามารถนำค่าต่างๆ นำมารวมกันและแบ่งผู้ป่วยออกเป็นลักษณะกระดูกตามการแบ่งของ Stewart⁶ (ตารางที่ 1)



รูปที่ 2 วิธีวัดค่า Radial inclination (A), Ulnar variance (B), Dorsal or volar tilt (C)

ตารางที่ 1 การให้คะแนนกระดูกปลายเรเดียสหักตามวิธีของ Stewart

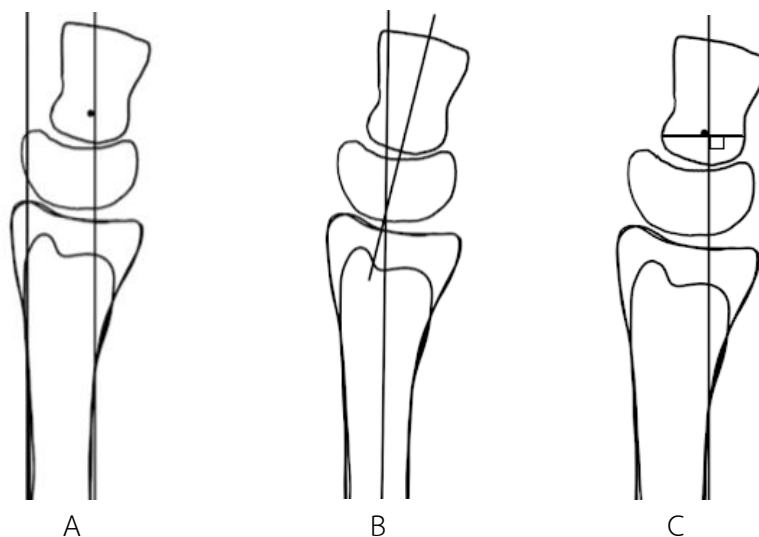
	0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน	4 คะแนน
Dorsal tilt (°)	Neutral/Volar tilt	1-10	11-14	≥15
Loss of radial inclination (°)	0-4	5-9	10-14	≥15
Loss of ulnar variance (mm)	0-3	4-6	7-11	≥12

หากรวมคะแนนได้ 0 คือ ดีมาก (Excellent) 1-3 คือ ดี (Good) 4-6 คือ ปานกลาง (Fair) 7-12 คือ ไม่ดี (Poor)

ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มผู้ป่วยตามกลุ่ม AO Classification เป็นกระดูกหักนอกข้อ (Extra-articular fracture: AO = A2, A3) และกระดูกหักเข้าข้อ (Intra-articular fracture: AO = B1, B2, B3, C1, C2, C3) กระดูกหักแบบธรรมดา (simple fracture: AO = A2, B1, B2, B3, C1) และกระดูกหักแบบละเอียด (comminuted fracture: AO = A3, C2, C3)

ผู้วิจัยวัดแนวกระดูกข้อมือจากภาพถ่ายทางรังสีด้านข้างของข้อมือโดยใช้สามวิธี โดยนิยามกระดูกข้อมือผิดแนว (รูปที่ 3) ได้แก่ 1.Wolfe's (Radial

box) method⁷ โดยจุดกึ่งกลางของกระดูกแคปิตเทออยู่ภายนอกกล่องเรเดียส (Radial box) โดยกล่องเรเดียสเป็นเส้นสมมุติ ลากจากขอบหน้าและขอบหลังของกระดูกเรเดียส 2.Radius-capitate intersection method⁸ โดยจุดตัดของแนวกระดูกเรเดียส และกระดูกแคปิตเทอ (Capitate) อยู่นอกขอบเขตของกระดูกข้อมือ 3.Selles method⁹ โดยจุดตัดของเส้นที่ลากจากขอบในของกระดูกเรเดียสทางด้านหน้า (Inner rim of volar cortex) กับเส้นที่ลากผ่านจุดกึ่งกลางของกระดูกแคปิตเทอโดยตั้งฉากกับเส้นแรกอยู่นอกขอบเขตของกระดูกแคปิตเทอ



รูปที่ 3 วิธีวัด Carpal alignment

A: Wolfe's (Radial box) method. B: Radius-capitate intersection method. C: Selles' method.

ผู้วิจัยจำแนกผลของการรักษาผู้ป่วยออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มผลการรักษาเป็นไปตามเป้าหมาย คือ หลังตามลวดแล้วกระดูกมั่นคงอยู่ตำแหน่งเดิม และกลุ่มผลการรักษาไม่ดี คือหลังตามลวดแล้วกระดูกยังมีการเคลื่อนที่มากขึ้น แบ่งโดยเปรียบเทียบภาพถ่ายทางรังสีข้อมือของผู้ป่วยหลังผ่าตัด กับขณะนัดติดตามอาการที่ 4-8 สัปดาห์ โดยวินิจฉัยว่ามี

กระดูกเคลื่อนมากขึ้นโดยอ้างอิงจากเกณฑ์จากข้อใดข้อหนึ่ง ดังต่อไปนี้

1. มีการเปลี่ยนแปลงของ Radial inclination หรือ Dorsal tilt ของกระดูกมากขึ้นเกิน 10 องศา
2. มีการเปลี่ยนแปลงของ ulnar variance หรือ Articular stepping มากขึ้นเกิน 2 มม.

3. มีการเคลื่อนที่ของกระดูกเพิ่มขึ้นและทำให้กระดูกเรเดียสอยู่ในแนวที่ยอมรับไม่ได้¹⁰ ซึ่งมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- 3.1 Radial inclination น้อยกว่า 10 องศา
- 3.2 Ulnar variance มากกว่า 3 มม.
- 3.3 Dorsal tilt มากกว่า 10 องศา
- 3.4 กระดูกข้อมือผิดแนว (carpal malalignment)
- 3.5 Articular stepping เกิน 2 มม.

การวิเคราะห์ข้อมูล

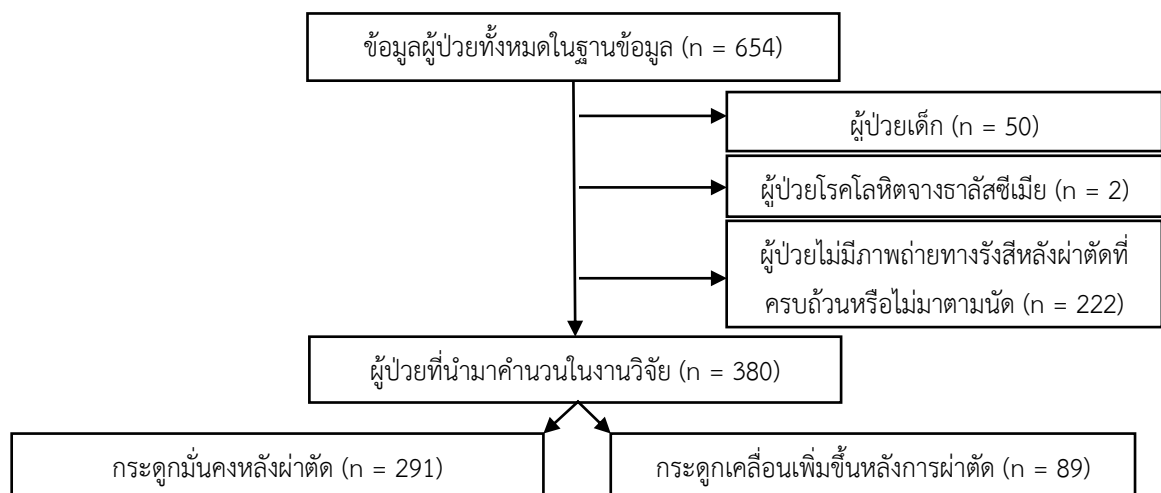
ผู้วิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างภาวะข้อมือผิดแนวจากภาพถ่ายทางรังสีกับการเกิดกระดูกเคลื่อนเพิ่มขึ้นหลังจากผ่าตัดกระดูกปลายเรเดียสหักด้วยการตามลวดแบบปิด ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้สถิติ Fisher exact test สำหรับข้อมูลเชิงกลุ่มและตัวแปรบอกลักษณะ Rank sum test สำหรับข้อมูลต่อเนื่องที่มีการกระจายไม่เป็นปกติ และใช้ t-test สำหรับข้อมูลต่อเนื่องที่มีการกระจายเป็นปกติ ตัวแปรปัจจัยความเสี่ยงของการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นของกระดูกที่ศึกษาคำนวณโดยใช้ univariable and multivariable analyses วิธี Poisson regression analysis ทั้งนี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ในการคำนวณสถิติ

การพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัย ในมนุษย์

การศึกษาครั้งนี้ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ เลขที่ ชร 0032.102/วิจัย/EC 836 รหัสโครงการ EC CRH 1002/63 In

ผลการศึกษา

จำนวนผู้ป่วยทั้งหมด 654 คน จากฐานข้อมูลโรงพยาบาลที่รับการรักษากระดูกปลายเรเดียสโดยการตามลวดแบบปิด ในช่วงระยะเวลา 3 ปีที่ศึกษาคัดผู้ป่วยเด็กออก จำนวน 50 คน ผู้ป่วย 2 คน เป็นโรคโลหิตจางธาลัสซีเมียจึงถูกคัดออก ผู้ป่วยอีกจำนวน 222 คน ถูกคัดออกเนื่องจากไม่มีภาพถ่ายทางรังสีหลังผ่าตัดที่ครบถ้วนหรือไม่มาตามนัด จึงเหลือผู้ป่วยที่นำมาคำนวณในงานวิจัย 380 คน (รูปที่ 4) เป็นผู้ป่วยหญิง 239 คน และผู้ป่วยชาย 141 คน สาเหตุของการบาดเจ็บเกิดจากการล้มในพื้นราบจำนวน 198 คน เกิดจากอุบัติเหตุจราจร จำนวน 110 คน ตกจากที่สูง จำนวน 72 คน



รูปที่ 4 study flow diagram

แบ่งกลุ่มตาม AO classification ได้ดังต่อไปนี้ AO=A 185 คน (A2: 77, A3: 108) AO=B 42 คน (B1: 18, B2: 6, B3: 18), and C type in 153 คน (C1: 60, C2: 78, C3: 15) พบการหักร่วมของ Ulnar styloid ในผู้ป่วย 148 คน (ร้อยละ 38.95) และ ulnar head or shaft หักร่วมจำนวน 12 คน (ร้อยละ 3.16)

ที่ 4-8 สัปดาห์หลังผ่าตัด พบว่า มีการเคลื่อนที่ของกระดูกเพิ่มขึ้นหลังจากผ่าตัด 89 คน

(ร้อยละ 23.42) พบข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของกระดูก (ตารางที่ 2) การวัดมุมโดยใช้ค่ารวมของ stewart พบว่ามีผู้ป่วยผลการรักษาดีมาก 116 คน (ร้อยละ 30.53) ผลการรักษาดี 221 คน (ร้อยละ 58.16) ปานกลาง 41 คน (ร้อยละ 10.79) และผลการรักษาไม่ดี 2 คน (ร้อยละ 0.53) ข้อมูลปัจจัยต่างๆสามารถคำนวณเป็น relative risk ต่อการเกิดการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นของกระดูกหลังจากการผ่าตัดได้ตามตาราง Univariable analysis (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ข้อมูลประชากรและปัจจัยที่ศึกษา

ปัจจัย	กลุ่มที่ 1 กระดูกมั่นคงหลังผ่าตัด (n = 291)		กลุ่มที่ 2 มีการเคลื่อนของกระดูก เพิ่มขึ้นหลังการผ่าตัด (n = 89)		p-value
	n	%	n	%	
เพศ					0.619
ชาย	106	75.18	35	24.82	
หญิง	185	77.41	54	22.59	
อายุ (mean, S.D.)	49.89	±18.34	54.03	±16.58	0.058
อายุ ≤ 60 ปี	196	78.71	53	21.29	0.203
อายุ > 60 ปี	95	72.52	36	27.48	
กลไกการบาดเจ็บ					0.610
ล้มพื้นราบ (Low energy)	153	77.27	45	22.73	
อุบัติเหตุจราจร (High energy)	86	78.18	24	21.82	
ตกจากที่สูง (High energy)	52	72.22	20	27.78	
กระดูกอัลนาหักร่วมหรือไม่					0.412
ไม่หัก	194	78.54	53	21.46	
กระดูกหักที่ Ulnar styloid	88	72.73	33	27.27	
กระดูกหักที่ Ulnar head/shaft	9	75.00	3	25.00	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ปัจจัย	กลุ่มที่ 1 กระดูกมั่นคงหลังผ่าตัด (n = 291)		กลุ่มที่ 2 มีการเคลื่อนของกระดูก เพิ่มขึ้นหลังการผ่าตัด (n = 89)		p-value
	n	%	n	%	
ลักษณะของกระดูกหัก					0.005*
Simple fracture	149	83.24	30	16.76	
Comminuted fracture	142	70.65	59	29.35	
การหักเข้าข้อของกระดูก					0.468
Extra-articular fracture	145	78.38	40	21.62	
Intra-articular fracture	146	74.87	49	25.13	
Radial inclination (degree; mean, S.D.)	14.51	±7.60	13.10	±7.50	0.201
Radial inclination ≥ 10°	219	76.57	67	23.43	1.000
Radial inclination < 10°	72	76.60	22	23.40	
Ulnar variance (mm; mean: S.D.)	2.07	±2.49	2.66	±2.87	0.083
Ulnar variance ≤ 3 mm	221	78.37	61	21.63	0.168
Ulnar variance > 3 mm	70	71.43	28	28.57	
Articular stepping (mean, S.D.)	0.77	1.34	1.34	2.45	0.059
Articular stepping ≤ 2 mm	244	77.96	69	22.04	0.203
Articular stepping > 2 mm	47	70.15	20	29.85	
Volar tilt (degree; mean, S.D.)	-10.21	17.96	-8.38	20.51	0.767
Neutral tilt (-10° to 20°)	113	79.02	30	20.98	0.088
Dorsal tilt (<-10°)	160	77.29	47	22.71	
Volar tilt (>20°)	18	60.00	12	40.00	
Carpal alignment measured by Wolfe method					
Good carpal alignment	123	82.55	26	17.45	0.028*
Dorsal carpal malalignment	135	75.00	45	25	
Volar carpal malalignment	33	64.71	18	35.29	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ปัจจัย	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		p-value
	กระดูกมั่นคงหลังผ่าตัด		มีการเคลื่อนของกระดูกเพิ่มขึ้นหลังการผ่าตัด		
	(n = 291)		(n = 89)		
	n	%	n	%	
Carpal alignment measured by Intersection method					
Good carpal alignment	69	87.34	10	12.66	0.019*
Dorsal carpal malalignment	178	75.11	59	24.89	
Volar carpal malalignment	44	68.75	20	31.25	
Carpal alignment measured by Selles method					
Good carpal alignment	46	88.46	6	11.54	0.005*
Dorsal carpal malalignment	226	76.61	69	23.39	
Volar carpal malalignment	19	57.58	14	42.42	
จำนวน K-wires					
1 K-wire	3	75	1	25	0.521
2 K-wires	143	73.33	52	26.67	
3 K-wires	125	80.65	30	19.35	
≥ 4 K-wires	20	76.92	6	23.08	
ทิศทางของ K-wire (2 Kwires)					
Divergent	102	71.83	40	28.17	0.798
Parallel or Convergent	28	77.78	8	22.22	
Cross	13	76.47	4	23.53	
Direction of K-wire (3 Kwires)					
Single-sided	17	77.27	5	22.73	0.771
Cross	108	81.20	25	18.80	
การใส่เฝือกหลังผ่าตัด					
เฝือกอ่อน (Short Arm Slab)	255	75.67	82	24.33	0.338
เฝือกแข็ง (Short Arm Cast)	36	83.72	7	16.28	

*significant

ตารางที่ 3 Univariable analysis

Predictor	RR	95% CI	p-value
เพศหญิง	0.91	0.59 - 1.39	0.665
อายุมากกว่า 60 ปี	1.29	0.85 - 1.97	0.237
High energy mechanism	1.06	0.70 - 1.61	0.771
Comminuted fracture	1.75	1.13 - 2.72	0.012†
Intraarticular fracture	1.16	0.77 - 1.76	0.481
Ulnar styloid หักร่วม	1.17	0.36 - 3.73	0.797
Radial inclination <10	1.00	0.62 - 1.62	0.997
Ulnar variance > 3 mm	1.32	0.84 - 2.07	0.223
Articular stepping > 2 mm	1.35	0.82 - 2.23	0.233
Dorsal tilt > 10 degrees*	1.08	0.68 - 1.71	0.735
Volar tilt > 20 degrees*	1.90	0.98 - 3.72	0.059
Dolar Carpal malalignment by Wolfe method**	1.43	0.88 - 2.32	0.144
Volar Carpal malalignment by Wolfe method**	2.02	1.11 - 3.69	0.022†
Volar Carpal malalignment by Intersection method**	2.5	1.16 - 5.27	0.020†
Dolar Carpal malalignment by Selles method**	2.03	0.88 - 4.67	0.097
Volar Carpal malalignment by Selles method**	3.68	1.41 - 9.57	0.008†
Using 2 K-wires***	1.38	0.88 - 2.16	0.162
Casting after K-wire	0.67	0.31 - 1.45	0.307

* เปรียบเทียบ normal tilt.

† Significant.

** Compared to normal carpal alignment.

RR = Relative Risk

*** Compared to 3 K-wires.

CI = Confidence Interval

Multivariable regression analysis (ตารางที่ 4) พบว่า กระดูกหักแบบละเอียด (comminuted fracture) เพิ่มความเสี่ยงของกระดูกเคลื่อนที่มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการวัดแนวกระดูกข้อมือก่อนผ่าตัดพบว่า เฉพาะกระดูก

ผิวด้านหน้าโดยใช้วิธีวัดของ Selles เป็นปัจจัยที่ทำให้กระดูกเคลื่อนเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณลวดที่ใช้ในการผ่าตัด พบว่า การใช้ลวด 3 ตัว เป็นปัจจัยป้องกันการเกิดกระดูกเคลื่อนหลังผ่าตัดเมื่อเปรียบเทียบกับใช้ลวด 2 ตัว

ตารางที่ 4 Multivariable analysis, on each method of carpal alignment measurement

Predictor	Carpal alignment measured by Wolfe's method			Carpal alignment measured by intersection method			Carpal alignment measured by Selles' method		
	RR	95% CI	p-value	RR	95% CI	P value	RR	95% CI	p-value
เพศหญิง	0.82	0.50 - 1.33	0.421	0.84	0.51 - 1.38	0.496	0.82	0.50 - 1.34	0.433
อายุมากกว่า 60 ปี	1.44	0.88 - 2.38	0.150	1.46	0.89 - 2.39	0.139	1.44	0.88 - 2.37	0.146
High energy mechanism	1.11	0.67 - 1.84	0.675	1.18	0.71 - 1.95	0.532	1.13	0.68 - 1.86	0.630
Comminuted fracture	1.92	1.18 - 3.11	0.008†	1.90	1.17 - 3.07	0.009†	1.98	1.23 - 3.20	0.005†
Intraarticular fracture	1.31	0.80 - 2.15	0.282	1.35	0.82 - 2.22	0.231	1.33	0.81 - 2.19	0.254
Ulnar styloid หักร่วม	1.25	0.79 - 1.97	0.336	1.16	0.74 - 1.84	0.508	1.19	0.75 - 1.87	0.449
Radial inclination <10	0.80	0.48 - 1.34	0.401	0.82	0.50 - 1.37	0.459	0.88	0.53 - 1.47	0.631
Ulnar variance > 3 mm	1.08	0.66 - 1.77	0.762	1.05	0.64 - 1.73	0.845	1.06	0.64 - 1.74	0.818
Articular stepping > 2 mm	1.26	0.68 - 2.36	0.453	1.29	0.69 - 2.39	0.422	1.29	0.70 - 2.40	0.404
Dorsal tilt > 10 degrees*	0.82	0.44 - 1.05	0.517	0.65	0.35 - 1.21	0.348	0.82	0.49 - 1.35	0.430
Volar tilt > 20 degrees*	1.39	0.54 - 3.58	0.497	1.70	0.70 - 4.15	0.697	1.47	0.64 - 3.40	0.367
Dolar Carpal malalignment **	1.32	0.71 - 2.45	0.373	2.13	0.94 - 4.86	0.069	2.01	0.83 - 4.84	0.122
Volar Carpal malalignment **	1.69	0.68 - 4.18	0.260	1.77	0.69 - 4.55	0.235	2.97	1.04 - 8.51	0.042†
ใช้ K-wires 2 ตัว ***	1.67	1.03 - 2.71	0.037†	1.65	1.02 - 2.68	0.041†	1.71	1.05 - 2.79	0.030†
Casting after K-wire	0.80	0.35 - 1.82	0.595	0.79	0.35 - 1.80	0.579	0.83	0.37 - 1.89	0.661

* เปรียบเทียบกับ normal tilt.

† Significant.

** เปรียบเทียบกับ normal carpal alignment.

RR = relative risk

*** เทียบกับใช้ K-wires 3 ตัว

CI = Confidence interval

อย่างไรก็ตาม มีผู้ป่วยเพียง จำนวน 7 ราย (ร้อยละ 1.8) ที่ได้รับการผ่าตัดซ้ำรอบที่ 2 เนื่องจากกระดูกเคลื่อนเพิ่มขึ้น โดยผ่าตัดการตามหลักแบบเปิด

ภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้น ได้แก่ การติดเชื้อที่ผิวหนังบริเวณที่ตามลวด จำนวน 21 คน ลวดที่ตามไว้มีการเคลื่อนเพิ่มขึ้น 11 คน ซึ่งจำเป็นต้องฉีดยาฆ่าเชื้อดิงลวดออก จำนวน 6 คน การบาดเจ็บของเส้นประสาท superficial radial nerve พบในผู้ป่วย 2 คน Complex regional Pain Syndrome (CRPS) ถูกวินิจฉัยในผู้ป่วย 2 คน การบาดเจ็บของเส้นเอ็นของนิ้วโป้ง ทำให้เกิดการสูญเสียการใช้งานของนิ้วโป้ง 1 คน

สรุปผลการทำวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้สรุปได้ว่าการรักษากระดูกปลายเรเดียสหักโดยการตามลวดแบบปิด ให้ผลการรักษา

จากภาพถ่ายทางรังสีระดับดีถึงดีมาก 88.68% โดยมีอัตราการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นของกระดูกหลังจากการผ่าตัดตามลวดแบบปิด 23.42% การมีกระดูกหักแบบละเอียด และการมีแนวกระดูกข้อมือผิดรูปเคลื่อนมาทางด้านหน้ามากขึ้นตามวิธีการวัดของ Selles ทำให้เพิ่มโอกาสการเคลื่อนที่ของกระดูกมากขึ้นหลังผ่าตัดตามลวดแบบปิด ในผู้ป่วยกลุ่มนี้ควรพิจารณาผ่าตัดโดยวิธีตามหลักแบบเปิด สำหรับผู้ป่วยที่เลือกวิธีการตามลวดแบบปิด แนะนำการใช้ลวด 3 ตัว จะป้องกันการเคลื่อนที่ของกระดูกหลังผ่าตัดได้มากกว่าการใช้ลวด 2 ตัว การเลือกวิธีการรักษาของกระดูกปลายเรเดียสหัก ยังไม่มีแนวทางที่ชัดเจน มีคำแนะนำเพียงหากไม่สามารถดึงกระดูกให้เข้าที่ได้ แนะนำการรักษาโดยวิธีผ่าตัด⁷ วิธีการรักษาด้วยการผ่าตัดที่ได้รับคามนิยมสูงสุด ได้แก่ การตามลวดแบบปิด และการตามหลักแบบเปิด¹¹

การดามเหล็กแบบเปิดมีข้อดี คือ สามารถเข้าไปเห็นลักษณะรอยแตกของกระดูกและจัดกระดูกเข้าที่ได้อย่างดี มีการวิจัย meta-analysis พบว่าผลการรักษาที่ดีที่สุด คือ การใช้การดามเหล็กแบบเปิดโดยใช้เหล็กยึดตรึงกระดูกภายในแบบเกลียวล๊อค (open reduction and internal fixation with locking plate and screws)¹² การดามเหล็กทำให้ค่าตัวเลขการใช้งานของมือดีกว่าการดามลวดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อาจไม่มีนัยสำคัญทางคลินิก^{11,13} มีงานวิจัยที่พบว่าในระยะยาวที่ 8 ปี การใช้การดามลวดแบบปิด ทำให้มีการผ่าตัดซ้ำมากกว่า แต่การดามเหล็กแบบเปิด ทำให้มีภาวะแทรกซ้อนของเส้นเอ็นและเส้นประสาทมากกว่า⁵ การเลือกวิธีการรักษากระดูกปลายเรเดียสหักจึงไม่มีแนวทางการเลือกวิธีผ่าตัดที่ชัดเจน สามารถเลือกวิธีใดที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยและบริบทของศัลยแพทย์ที่ทำการรักษา

มีงานวิจัยพบว่า ผลการรักษากระดูกปลายเรเดียสหักโดยการดามลวดแบบปิด มีอัตราการเคลื่อนเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 28.4-41%³⁻⁴ ผู้วิจัยพบว่าอัตราการเคลื่อนเพิ่มขึ้นของกระดูกปลายเรเดียสหัก ที่รับการรักษาที่โรงพยาบาลเชียงรายฯ โดยการดามลวดแบบปิดอยู่ที่ 23.42% และพบว่าผลการรักษา โดยวิธีการดามลวดให้ผลทางภาพถ่ายทางรังสีที่ดีและดีมารวมกันถึง 88.68% มีผู้ป่วยเพียง 1.8% ที่ได้รับการผ่าตัดซ้ำ มีภาวะแทรกซ้อนน้อย จึงสรุปว่าการผ่าตัดโดยวิธีดามลวด เป็นวิธีผ่าตัดที่เหมาะสมสำหรับการรักษาผู้ป่วยกระดูกปลายเรเดียสหัก มีงานวิจัยรายงานเรื่องลักษณะ 3 ปัจจัย ในผู้ป่วยกระดูกปลายเรเดียสหักที่รักษาโดยดามลวดแล้วจะได้ผลการรักษาที่ไม่ดี ได้แก่ อายุมากกว่า 65 ปี มีลักษณะของกระดูกแตกละเอียดมาก (significant comminution) และมีกระดูกอัลนาหักร่วม (associated ulnar fracture)¹⁴ ดังนั้น ควรจะต้องมีการพิจารณาลักษณะของผู้ป่วย

และลักษณะของกระดูกหักที่เหมาะสมสำหรับการดามลวดแบบปิด ผู้วิจัยพบว่ากระดูกแตกละเอียดเพิ่มความเสี่ยงในการเคลื่อนของกระดูกปลายเรเดียสหักหลังการรักษาแบบดามลวด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงแนะนำว่าในผู้ป่วยกระดูกปลายเรเดียสหักแบบละเอียด ควรใช้วิธีการผ่าตัดดามเหล็กแบบเปิดน่าจะช่วยป้องกันการเคลื่อนที่ของกระดูกหลังผ่าตัดได้ดีกว่าการดามลวดแบบปิด ทั้งนี้ไม่พบว่าผู้ป่วยอายุมากหรือมีกระดูกอัลนาหักร่วมด้วย เป็นปัจจัยเสี่ยงทำให้กระดูกเคลื่อนเพิ่มมากขึ้นหลังการผ่าตัด

การมีภาวะข้อมือผิดแนวในผู้ป่วยกระดูกปลายเรเดียสหัก เป็นปัจจัยที่ทำให้กระดูกเคลื่อนที่เพิ่มภายหลังการรักษาโดยการใส่เฝือก¹⁵ แต่ไม่มีงานวิจัยที่รายงานว่า การมีภาวะดังกล่าวทำให้กระดูกเคลื่อนที่เพิ่มภายหลังการรักษาโดยวิธีผ่าตัด วิธีวัดกระดูกข้อมือผิดแนวมีหลายวิธี การศึกษานี้พบว่าการมีกระดูกข้อมือผิดแนวมาทางด้านหน้า โดยใช้วิธีวัดของ Selles ส่งผลให้กระดูกเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นหลังการผ่าตัดดามลวดแบบปิด ผู้วิจัยมีความเห็นว่าการเกิดแรงกระแทกที่ทำให้กระดูกหักที่รุนแรง ทำให้กระดูกเคลื่อนไปมากและทำให้เกิดภาวะข้อมือผิดแนว ซึ่งการผ่าตัดดามลวดที่ให้ความแข็งแรงไม่เพียงพอทำให้เกิดการเคลื่อนของกระดูกเพิ่มในภายหลังได้

การศึกษาทางชีวกลศาสตร์ พบว่าการดามลวดแค่สองตัวในลักษณะไขว้กัน (Cross pinning) สามารถต้านแรงบิดและแรงหมุนได้ดีที่สุด¹⁶ และมีงานวิจัยเปรียบเทียบการใส่ลวด 2, 3 หรือ 4 ตัว ให้ผลการรักษาที่ไม่แตกต่างกัน¹⁷⁻¹⁸ จึงไม่มีคำแนะนำว่าการใส่ลวดจำนวนกี่ตัวจึงจะเหมาะสม การใส่ลวดที่เพิ่มขึ้นอาจทำให้จัดเรียงกระดูกได้ดีขึ้นและทำให้การใช้งานข้อมือดีขึ้น¹⁹ ในงานศึกษานี้เราพบว่าการใส่ลวด 3 ตัวช่วยป้องกันการเกิดกระดูกเคลื่อนเพิ่มขึ้นหากเปรียบเทียบกับ 2 ตัว

แต่ลักษณะของการตามลวดวิธีต่างๆ ไม่มีผลต่อการเคลื่อนเพิ่มขึ้นของกระดูก ผู้วิจัยจึงแนะนำว่าควรใส่ลวดจำนวน 3 ตัว ในการรักษากระดูกปลายเรเดียสหักโดยการตามลวดแบบปิด

มีงานวิจัยเปรียบเทียบการรักษากระดูกปลายเรเดียสหักในผู้สูงอายุที่มีอายุเกิน 60 ปี พบว่า การใช้งานข้อมือไม่ต่างกัน ระหว่างการผ่าตัดหรือการไม่ผ่าตัด²⁰⁻²¹ ดังนั้น ผู้วิจัยแนะนำว่าหากผู้ป่วยสูงอายุที่พิจารณาแล้ว มีโอกาสตามลวดแบบปิดแล้ว เคลื่อนที่มากขึ้นหลังจากผ่าตัด อาจแนะนำการรักษาแบบไม่ผ่าตัดได้ เพราะการผ่าตัดตามหลักแบบเปิด อาจไม่มีประโยชน์และเสี่ยงต่อการมีภาวะแทรกซ้อนจากการผ่าตัด

งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะผู้ป่วยกระดูกปลายเรเดียสหักที่รักษาโดยผ่าตัดตามลวดแบบปิด ไม่สามารถนำไปใช้กับผู้ป่วยกระดูกปลายเรเดียสหักทั้งหมดได้ เนื่องจากเกณฑ์คัดผู้ป่วยเข้าร่วมงานวิจัย ไม่ได้รวมผู้ป่วยที่รักษาแบบไม่ผ่าตัดหรือผ่าตัดโดยวิธีอื่นๆ เช่น การผ่าตัดตามหลักแบบเปิด

ข้อจำกัดในงานวิจัยนี้ ได้แก่ มีผู้ป่วยจำนวนหนึ่งที่ไม่มาตามนัดหรือไม่มีภาพถ่ายทางรังสีขณะติดตามการรักษา เนื่องจากผู้ป่วยถูกส่งต่อมาจากโรงพยาบาลชุมชน เมื่อได้รับการผ่าตัดเรียบร้อยแล้ว ศัลยแพทย์ออร์โธปิดิกส์จึงส่งตัวกลับไปติดตามอาการที่โรงพยาบาลทางรังสีและทำการดึงลวดออกที่โรงพยาบาลชุมชนใกล้บ้าน ผู้ป่วยจำนวนหนึ่งที่มาตามนัดไม่มีภาพถ่ายทางรังสี เนื่องจากการส่งภาพถ่ายทางรังสีขณะติดตามอาการอาจไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการรักษาอื่นๆ เพิ่มเติม²² ทำให้มีผู้ป่วยกลุ่มนี้โดนคัดออกจากงานวิจัย

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาย้อนหลัง อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับข้อมูล ได้แก่ การเลือกวิธีการรักษา เทคนิคการผ่าตัด จำนวนลวดที่ใช้ตาม

การใส่เฝือกอ่อนหรือเฝือกแข็งหลังผ่าตัด ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของแพทย์ผู้ทำการรักษา ไม่ได้มีการควบคุมตัวแปรได้ดีเทียบเท่ากับการศึกษาการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (Randomized controlled Trial) และการติดตามผู้ป่วยเป็นการติดตามระยะสั้น หลังจากเอาลวดที่ตามออก กระดูกอาจมีการเคลื่อนเพิ่มเติมได้มากขึ้นไปอีก ภาพถ่ายทางรังสีที่ 4-8 สัปดาห์ จึงอาจไม่สื่อถึงแนวกระดูกสุดท้ายขณะสิ้นสุดการรักษา ในทางปฏิบัติจึงทำตามคำแนะนำว่าให้ส่งภาพถ่ายทางรังสีที่ 6 สัปดาห์ ในขณะที่ติดตามหลังจากการรักษากระดูกปลายเรเดียสหักเท่านั้น⁷ โดยไม่มีการติดตามหลังการรักษาที่ระยะยาวในผู้ป่วยทุกราย

การวัดค่าและมุมของกระดูกปลายเรเดียสจากภาพถ่ายทางรังสีอาจมีการคลาดเคลื่อน หากมุมยิงรังสีหรือการวางข้อมือผิดแนวไปเพียง 5 องศา จะทำให้ค่าที่วัดได้จากภาพถ่ายมีการเปลี่ยนแปลงและคลาดเคลื่อนได้³ การกำหนดมาตรฐานของถ่ายภาพรังสีอาจช่วยให้การวัดค่าและมุมของกระดูกปลายเรเดียสแม่นยำมากขึ้น เช่น การดูภาพถ่ายทางรังสีข้อมื่อด้านข้างที่ถูกต้อง (True lateral wrist x-ray) สามารถประเมินจากการที่กระดูกพิสิฟอร์ม (Pisiform) วางตัวบริเวณขอบหน้าของกระดูกสแคฟฟอยด์ (Scaphoid)²³ อย่างไรก็ตามเมื่อมีกระดูกปลายเรเดียสหักและมีการเคลื่อน ทำให้กระดูกบริเวณข้อมือเคลื่อนตามไปด้วย การกำหนดคุณภาพของภาพถ่ายทางรังสีเพื่อให้วัดมุมได้อย่างถูกต้องจึงทำได้ยาก งานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้ภาพถ่ายทางรังสีข้อมื่อย้อนหลังในฐานข้อมูลโรงพยาบาล ไม่ได้มีการกำหนดมาตรฐานของภาพถ่ายทางรังสี

อีกหนึ่งข้อจำกัดคือการศึกษาย้อนหลังและ
คุณภาพถ่ายทางรังสีเท่านั้น ไม่ได้มีการประเมินผล
ทางคลินิกของผู้ป่วย โดยมีการศึกษาพบว่าลักษณะ
ภาพถ่ายทางรังสีอาจไม่เกี่ยวข้องกับผลการรักษาทาง
คลินิกของผู้ป่วย^{22,24}

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ศ.ดร.นพ.ชยันตร์ธร ปทุมมานนท์
นพ.ปวีณ ตั้งจิตต์พิสุทธิ์ นพ.กฤษ วงศ์วิเศษ นพ.ปาริศ
เจียรจรวงศ์

REFERENCES

1. Perugia D, Guzzini M, Civitenga C, Guidi M, Dominedò C, Fontana D, et al. Is it really necessary to restore radial anatomic parameters after distal radius fractures? Injury. 2014;45 Suppl 6: S21-6.
2. Karantana A, Handoll HH, Sabouni A. Percutaneous pinning for treating distal radial fractures in adults. Cochrane Database Syst Rev. 2020;2(2):CD006080.
3. Rosati M, Bertagnini S, Digrandi G, Sala C. Percutaneous pinning for fractures of the distal radius. Acta Orthop Belg. 2006;72(2):138-46.
4. Barton T, Chambers C, Lane E, Bannister G. Do Kirschner wires maintain reduction of displaced Colles' fractures?. Injury. 2005;36(12):1431-4.
5. Liao Q, Skipper NC, Brown MJ, Jenkins PJ. Percutaneous pinning versus volar locking plate fixation for dorsally displaced distal radius fractures- reoperation rates over an eight year period. J Orthop. 2018;15(2):471-4.
6. Stewart HD, Innes AR, Burke FD. Factors affecting the outcome of Colles' fracture: an anatomical and functional study. Injury. 1985;16(5):289-95.
7. Wolfe SW. Distal Radius Fractures. In: Wolfe SW, Pederson W, Hotchkiss R, Kozin S, Cohen M, editors. Green's operative hand surgery. 7th ed. Philadelphia: Elsevier;2017. p.516-87.
8. Ng CY, McQueen MM. What are the radiological predictors of functional outcome following fractures of the distal radius? J Bone Joint Surg Br. 2011;93(2):145-50.
9. Selles CA, Ras L, Walenkamp MMJ, Maas M, Goslings JC, Schep NWL. Carpal Alignment: a new method for assessment. J Wrist Surg. 2019;8(2):112-7.
10. Court-Brown CM, Heckman JD, McQueen MM, Ricci WM, Tornetta P, III, McKee MD. Rockwood and Green's fractures in adults. 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2015.
11. Chaudhry H, Kleinlugtenbelt YV, Mundi R, Ristevski B, Goslings JC, Bhandari M. Are volar locking plates superior to percutaneous K-wires for distal radius fractures? A meta-analysis. Clin Orthop Relat Res. 2015;473(9):3017-27.

- 12.Vannabouathong. Vannabouathong C, Hussain N, Guerra-Farfan E, Bhandari M. Interventions for Distal Radius Fractures: a network meta-analysis of randomized trials. J Am Acad Orthop Surg. 2019;27(13): e596-e605.
- 13.Youliden DJ, Sundaraj K, Smithers C. Volar locking plating versus percutaneous Kirschner wires for distal radius fractures in an adult population: a meta-analysis. ANZ J Surg. 2019; 89(7-8):821-6.
- 14.Kurup HV, Mandalia V, Singh B, Shaju KA, Mehta RL, Beaumont AR. Variables affecting stability of distal radial fractures fixed with K wires: a radiological study. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2005;15(2):135-9.
- 15.Batra S, Debnath U, Kanvinde R. Can carpal malalignment predict early and late instability in nonoperatively managed distal radius fractures? Int Orthop. 2008;32(5):685-91.
- 16.Naidu SH, Capo JT, Moulton M, Ciccone W, II, Radin A. Percutaneous pinning of distal radius fractures: a biomechanical study. J Hand Surg Am. 1997;22(2):252-7.
- 17.Kurup HV, Mandalia V, Shaju A, Beaumont A. Bicortical K-wires for distal radius fracture fixation: how many?. Acta Orthop Belg. 2007;73(1):26-30.
- 18.Hosseinzadeh D, Janmohammadi N, Esmailnejad-Ganji SM, Frydoni MB. Comparison of radiographic results between three crossed pinning and four-pin radioulnar transfixation methods in the treatment of unstable distal radius fracture. J Evol Med Dent Sci. 2019;8(33):2597-602.
- 19.Clancey GJ. Percutaneous Kirschner-wire fixation of Colles fractures. A prospective study of thirty cases. J Bone Joint Surg Am. 1984;66(7):1008-14.
- 20.Levin LS, Rozell JC, Pulos N. Distal radius fractures in the elderly. J Am Acad Orthop Surg. 2017;25(3):179-87.
- 21.DeGeorge BR Jr, Van Houten HK, Mwangi R, Sangaralingham LR, Larson AN, Kakar S. Outcomes and complications in the management of distal radial fractures in the elderly. J Bone Joint Surg Am. 2020;102(1):37-44.
- 22.Weil NL, El Moumni M, Rubinstein SM, Krijnen P, Termaat MF, Schipper IB. Routine follow-up radiographs for distal radius fractures are seldom clinically substantiated. Arch Orthop Trauma Surg. 2017;137(9):1187-91.
- 23.Medoff RJ. Essential radiographic evaluation for distal radius fractures. Hand Clin. 2005;21(3):279-88.
- 24.Plant CE, Parsons NR, Costa ML. Do radiological and functional outcomes correlate for fractures of the distal radius?. Bone Joint J. 2017;99-B(3):376-82.