

การเปรียบเทียบระหว่างการใช้ Computed Tomography (CT) Scan กับ Magnetic Resonance Imaging (MRI) ในการวางแผนผ่าตัดยึดตรึงกระดูกคอส่วนล่างด้วยอุปกรณ์ชนิด Pedicle Screw

จักรกฤษณ์ กิริติเรืองรอง

กลุ่มงานศัลยกรรมกระดูกและข้อ โรงพยาบาลอุดรดิตถ์

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบการใช้ Computed Tomography (CT) scan และ Magnetic resonance imaging (MRI) ในการวางแผนผ่าตัดยึดตรึงกระดูกคอส่วนล่าง หรือกระดูกคอระดับที่ 3-7 ด้วยอุปกรณ์ชนิด pedicle screw

วิธีการศึกษา: การศึกษาย้อนหลังเปรียบเทียบกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่าง ของผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่า 18 ปี ในโรงพยาบาลอุดรดิตถ์ จำนวน 10 คน (100 pedicles) จากภาพถ่ายรังสี CT scan และ MRI กระดูกคอส่วนล่าง เมื่อใช้ผลของ CT Scan เป็นเครื่องมืออ้างอิง ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2565 – 31 ธันวาคม 2566 โดยเปรียบเทียบโครงสร้างต่างๆ ของกระดูก pedicle ได้แก่ ขนาดความกว้าง (outer pedicle width, OPW), ความสูง (outer pedicle height, OPH), ความยาว (pedicle axis Length, PAL), และมุมองศาในแนวระนาบ (pedicle transverse angle, PTA)

ผลการศึกษา: จาก MRI พบว่าขนาดกระดูก pedicle ทั้งความกว้าง (OPW), ความสูง (OPH) และ ความยาว (PAL) ของกระดูก pedicle มีขนาดน้อยกว่าค่าที่ได้จาก CT scan อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) (4.40 ± 1.00 vs 5.32 ± 0.85 , 4.72 ± 0.93 vs 5.98 ± 0.84 , 31.51 ± 2.35 vs 33.03 ± 3.20 มิลลิเมตร ตามลำดับ) โดยมีค่าเฉลี่ยความต่างเท่ากับ 0.92 ± 0.63 , 1.26 ± 0.84 และ 1.53 ± 2.57 มิลลิเมตร ตามลำดับ วิเคราะห์ด้วย Pearson correlation พบว่าขนาดของ pedicle ของที่วัดจาก CT scan และ MRI มีความสัมพันธ์กัน ($r = 0.776, 0.552, 0.611$ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยความสัมพันธ์อยู่ในทิศทางบวก Bland-Altman plot พบว่า limit of agreement (LoA) เท่ากับ -0.32 ถึง 2.16 , -0.39 ถึง 2.91 และ -3.50 ถึง 6.56 มิลลิเมตร ตามลำดับ ยกเว้นมุมองศา pedicle ในแนวระนาบที่ได้จาก CT scan และ MRI ไม่แตกต่างกัน (39.77 ± 3.91 vs 39.22 ± 3.64 องศา, $p = 0.254$)

สรุป: ขนาดกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่าง จาก MRI มีขนาดเล็กกว่า CT scan ดังนั้นถ้าจาก MRI พบว่ากระดูก pedicle มีความกว้างมากพอที่จะใส่ screw ได้ จะสามารถใส่ screw ได้อย่างปลอดภัย เพราะ กระดูก pedicle จะมีขนาดมากกว่าที่วัดได้จาก MRI และทิศทางของ screw ที่ใส่ไปตามองศาของกระดูก pedicle จาก MRI สามารถเชื่อถือได้เพราะองศาที่วัดได้ไม่แตกต่างจาก CT scan แต่การใช้ MRI วางแผนการผ่าตัดอย่างเดียวยังต้องระวังเรื่องความยาวของ screw อาจจะน้อยกว่าความยาว screw ที่ใส่ได้จริง

คำสำคัญ: กระดูกคอส่วนล่าง, Pedicle screw, Computed tomography, Magnetic resonance imaging

ติดต่อ : จักรกฤษณ์ กิริติเรืองรอง

สถานที่ติดต่อ : กลุ่มงานศัลยกรรมกระดูกและข้อ โรงพยาบาลอุดรดิตถ์

โรงพยาบาลอุดรดิตถ์ เลขที่ 38 ถนนเจริญนาถินทร์ ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์

อีเมล : jiargunis@gmail.com



Comparison Between Computed Tomography (CT) Scan and Magnetic Resonance Imaging (MRI) in Preoperative Pedicle Screw Measurement of Subaxial Cervical Spine

Jakkrit Keeratiruangrong

Department of Orthopaedic Surgery, Uttaradit Hospital

ABSTRACT

Objective: The aim of study is to compare the morphology of subaxial cervical pedicles (C3-7 cervical pedicles) in computed tomography (CT) Scan and magnetic resonance imaging (MRI) and assess the ability of MRI for preoperative pedicle screw planning.

Methods: The retrospective cohort study included the CT scan and MRI of 10 patients (100 subaxial cervical pedicles) who are over 18-year-old patient that performed in Uttaradit hospital during January 2022-December 2023. This study compares the pedicle parameters (Outer pedicle width (OPW), Outer pedicle height (OPH), Pedicle axis Length (PAL) and Pedicle transverse angle (PTA)) between CT scan which is gold standard for assessing the bony structure and MRI.

Results: The overall parameters included OPW, OPH and PAL of subaxial cervical pedicle morphology in MRI are significantly less than in CT scan. (4.40 ± 1.00 vs 5.32 ± 0.85 , 4.72 ± 0.93 vs 5.98 ± 0.84 , 31.51 ± 2.35 vs 33.03 ± 3.20 millimeter) ($p < 0.001$) except PTA that is no significant difference between 2 groups (39.77 ± 3.91 vs 39.22 ± 3.64 degree) ($p = 0.254$). The mean difference of OPW, OPH and PAL between two groups are 0.92 ± 0.63 , 1.26 ± 0.84 and 1.53 ± 2.57 millimeter which are significant correlation ($r = 0.776$, 0.552 , 0.611) ($p < 0.001$). Bland-Altman plots show limit of agreement (LoA) range from -0.32 to 2.16 , -0.39 to 2.91 and -3.50 to 6.56 .

Conclusions: Pedicle size in MRI is smaller than CT scan. So, it is safely to perform the pedicle screw fixation if pedicle parameters in MRI are large enough. The PTA in MRI can be guiding the direction of screw insertion as same as in CT scan. However, surgeon should be aware of short screw length when using parameter in MRI.

Keywords: Subaxial cervical spine, Pedicle screw, Computed tomography, Magnetic resonance imaging

Contact: Jakkrit Keeratiruangrong

Address: Department of Orthopaedic Surgery, Uttaradit Hospital
38 Jetsadabodin road, Tha It, Muang, Uttaradit 53000

E-mail: jiargunis@gmail.com



บทนำ

การผ่าตัดยึดตรึงกระดูกคอส่วนล่าง (subaxial cervical spine) ซึ่งก็คือกระดูกคอระดับที่ 3-7 นั้นมีหลายวิธี เช่น การใช้ plate และ screw ยึดกระดูกจากทางด้านหน้าของกระดูก (anterior plate), การใช้ lateral mass screw หรือ pedicle screw ยึดกระดูกจากทางด้านหลัง จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการใช้อุปกรณ์ชนิด pedicle screw นั้นเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ชนิดอื่นๆ พบว่า มี biomechanics ที่ดีกว่า และมีอัตราการเกิดการหลวมของ screw ที่น้อยกว่าการใช้อุปกรณ์ชนิดอื่นๆ¹⁻⁵ โดยเฉพาะการผ่าตัดยึดตรึงกระดูกคอส่วนล่างจำนวนหลายระดับ (มากกว่า 2 ระดับขึ้นไป) พบว่าการผ่าตัดโดยใช้ plate and screw ยึดกระดูกจากทางด้านหน้าของกระดูก มีอัตราการเกิดการไม่เชื่อมติดกันของกระดูกที่สูงกว่าการผ่าตัดโดยใช้ pedicle screw⁶⁻⁸

การผ่าตัดโดยใช้ pedicle screw ยึดตรึงกระดูกคอส่วนล่างนั้นทำได้ยาก เนื่องจากกระดูกคอส่วนล่างมีขนาดของกระดูก pedicle ที่เล็กและแคบกว่ากระดูกสันหลังบริเวณอื่น^{9,10} ส่งผลให้พบภาวะแทรกซ้อนต่างๆ จากการใส่ pedicle screw ที่ผิดพลาดได้มาก เช่น การบาดเจ็บต่อเส้นเลือด (vertebral artery) หรือเส้นประสาท (spinal cord and cervical spinal root) ซึ่งเป็นอันตรายอย่างมาก^{11,12}

ดังนั้นการวางแผนก่อนการผ่าตัด โดยการศึกษาลักษณะโครงสร้างของกระดูก pedicle ด้วยภาพถ่ายทางรังสี ทั้งในเรื่องของขนาด ความยาว และทิศทาง (preoperative pedicle screw measurement) ว่าสามารถใส่ screw ได้หรือไม่ และจะใส่ในทิศทางไหนให้ปลอดภัยจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากและควรทำทุกครั้งก่อนการผ่าตัด¹⁻³

วิธีถ่ายภาพทางรังสีที่แนะนำสำหรับกระดูกคอส่วนล่างคือ Computed Tomography (CT) scan เนื่องจากสามารถเห็นลักษณะโครงสร้างของกระดูกได้ดี^{3,13-15} โดยพบว่าขนาดความกว้างของกระดูก pedicle ที่ปลอดภัยต่อการใส่ pedicle screw คือมีขนาดมากกว่าหรือเท่ากับ 4 มิลลิเมตรจาก CT scan หากมีขนาดเล็กกว่านี้แนะนำให้เลือกอุปกรณ์ยึดตรึงกระดูกชนิดอื่น³ แต่ผู้ป่วยโรคเกี่ยวกับกระดูกคอที่ต้องได้รับการรักษาโดยการผ่าตัดนั้น มักมีข้อบ่งชี้ในการผ่าตัดคือ มีอาการของเส้นประสาทส่วนคอถูกกดทับด้วยสาเหตุต่างๆ เช่น กระดูกส่วนคอเสื่อมกดทับเส้นประสาท หมอนรองกระดูกคอกดทับเส้นประสาท การติดเชื้อ

เนื้องอก เป็นต้น ซึ่งการส่งตรวจทางรังสีด้วย Magnetic Resonance Imaging (MRI) จะได้ข้อมูลในการวินิจฉัยโรค และประเมินการกดทับเส้นประสาทเพื่อวางแผนการผ่าตัดลดการกดทับเส้นประสาท ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายหลักในผ่าตัดรักษาผู้ป่วยได้ดีกว่าการส่งตรวจ CT scan^{16,17} ทำให้ผู้ป่วยทุกรายที่จะได้รับการพิจารณาการรักษาด้วยการผ่าตัดต้องได้รับการส่งตรวจ MRI ก่อนทุกราย ส่วนการส่งตรวจ CT scan นั้นจะพิจารณาส่งในผู้ป่วยบางรายที่ข้อมูลที่ได้รับจาก MRI ยังประเมินไม่ชัดเจน เช่น การประเมินภาวะ ossification of the posterior longitudinal ligament (OPLL) และการวางแผนผ่าตัดยึดตรึงกระดูกด้วย pedicle screw ทำให้ผู้ป่วยต้องได้รับรังสีเพิ่มมากขึ้น และมีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น

จากการศึกษาของ Omar Pacha T. และคณะ¹⁵ ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบขนาดความกว้างและความยาวของกระดูก pedicle ของกระดูกสันหลังส่วนเอว (lumbar spine) จากภาพถ่ายรังสี MRI เปรียบเทียบกับ CT scan ซึ่งเป็นข้อมูลอ้างอิง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ยังไม่มีการศึกษาขนาดกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่าง และยังไม่มีการศึกษาถึงมุมมองภายในแนวระนาบของกระดูก pedicle จาก MRI และ CT scan ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญอย่างหนึ่งในการวางแผนการผ่าตัดยึดตรึงกระดูกด้วย pedicle screw

งานวิจัยนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อเปรียบเทียบลักษณะของกระดูก pedicle ในกระดูกคอส่วนล่าง ที่ได้จาก MRI กับ CT scan เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการผ่าตัดยึดตรึงกระดูกด้วย pedicle screw ทั้งขนาด ความยาว และทิศทางของ screw ว่าข้อมูลที่ได้มีความแตกต่างกันหรือไม่ และจะสามารถใช้ข้อมูลจาก MRI เพียงอย่างเดียวโดยไม่ส่งตรวจ CT scan ได้หรือไม่

วิธีการศึกษา

การศึกษาแบบภาคตัดขวางชนิดเก็บข้อมูลย้อนหลัง (retrospective cross-sectional study) เปรียบเทียบลักษณะของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่าง หรือ กระดูกคอระดับที่ 3-7 ของผู้ป่วยในโรงพยาบาลอุตรดิตถ์ ในช่วงเวลา 1 มกราคม 2565 – 31 ธันวาคม 2566 ซึ่งถูกเก็บในระบบ PACS ของโรงพยาบาล

เกณฑ์คัดเข้า

- 1) ผู้ป่วยที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป
- 2) มีผลภาพถ่ายรังสี MRI และ CT scan กระดูกสันหลังส่วนคอ

เกณฑ์คัดออก

- 1) กระดูกผิดปกติแต่กำเนิด กระดูกหักจากอุบัติเหตุ กระดูกติดเชื้อ เนื่องจากกระดูก

- 2) ได้รับการผ่าตัดกระดูกคอมาก่อน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

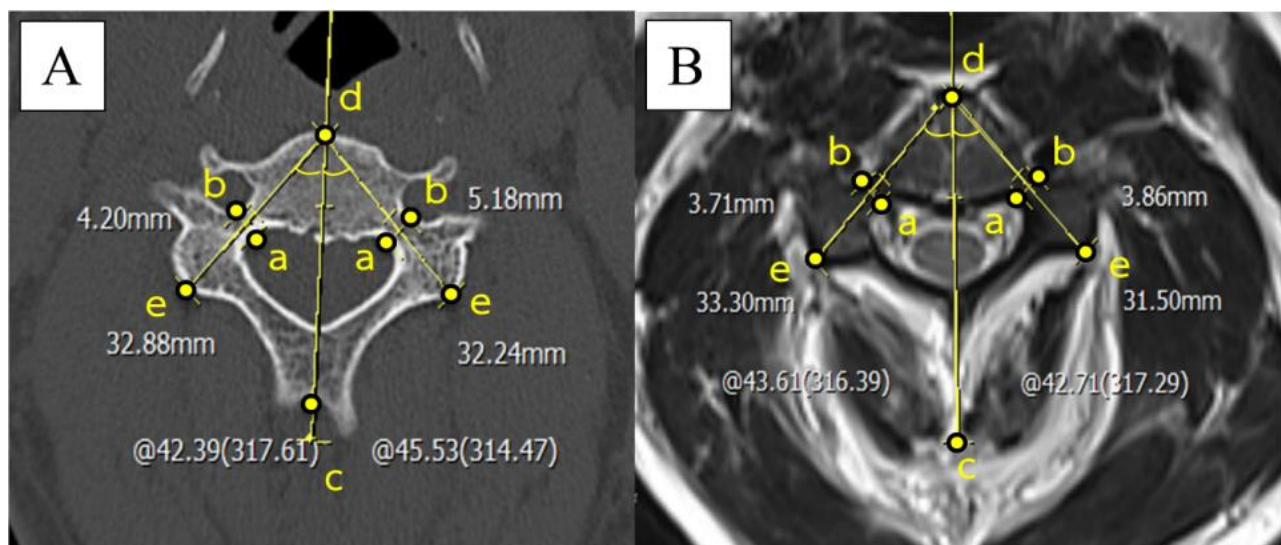
วัดข้อมูลลักษณะกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่าง จากภาพถ่ายรังสี MRI และ CT scan ทั้ง axial และ sagittal image วัดโดยศัลยแพทย์ออร์โธปิดิกส์ 1 ท่าน ซึ่งวัดข้อมูลจาก CT scan ก่อน หลังจากนั้นอีก 2 สัปดาห์ จึงมาวัดข้อมูลจาก MRI ในผู้ป่วยรายเดียวกัน และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะกระดูก pedicle ที่จะมีผลต่อการวางแผนการผ่าตัดยึดกระดูกด้วย pedicle screw ดังนี้

จากรูป Axial image CT Scan และ MRI (รูปที่ 1)

1. ขนาดความกว้างของของกระดูก pedicle (Outer pedicle width, OPW) โดยวัดจากขอบนอกสุดจากด้านนอกถึงด้านในของกระดูก pedicle ในส่วนที่แคบที่สุด (The outermost medial-lateral diameter of the pedicle isthmus)¹⁰

2. มุมองศากระดูก pedicle ในแนวระนาบ (Pedicule transverse angle, PTA) คือ มุมองศาระหว่าง เส้นแนวกระดูก pedicle กับ เส้นแนวกึ่งกลางของกระดูกคอส่วนล่าง (The angle between the pedicle axis projection and the vertebral midline)¹⁰

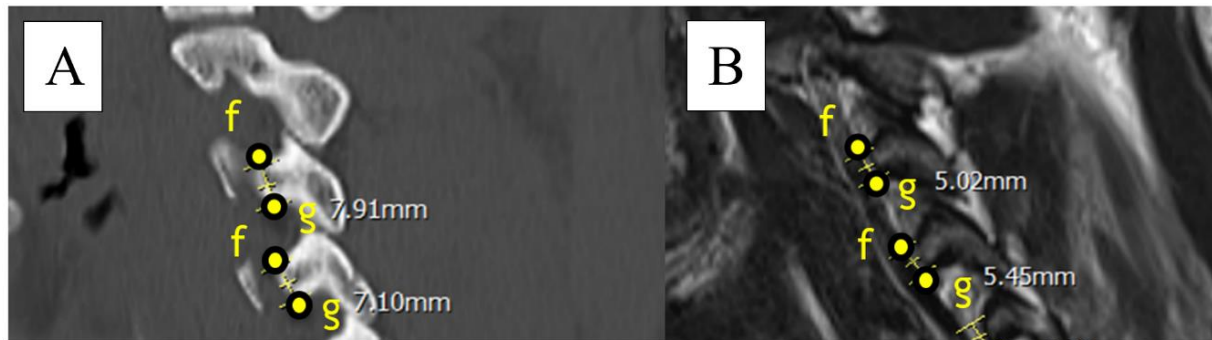
3. ความยาวของกระดูก pedicle (Pedicule axis Length, PAL) คือ ระยะจากขอบกระดูกด้านหลังของเส้นแนวกระดูก pedicle ถึง ขอบหน้าของกระดูกคอ (The distance from the posterior cortex of the pedicle axis projection to the anterior margin of the vertebral body)¹⁰



รูปที่ 1 ข้อมูลของกระดูก pedicle จากรูป axial image ของภาพถ่ายรังสี CT scan (A) และ MRI (B) โดยเส้นจากจุด a ถึง b คือ ขนาดความกว้างของของกระดูก pedicle (Outer pedicle width, OPW), เส้นจากจุด d ถึง e คือ ความยาวของกระดูก pedicle (Pedicule axis Length, PAL), และมุมองศาระหว่างจุด c, d และ e คือมุมองศากระดูก pedicle ในแนวระนาบ (Pedicule transverse angle, PTA)¹⁰

จากรูป sagittal image CT scan และ MRI (รูปที่ 2) วัดความสูงของกระดูก pedicle (Outer pedicle height, OPH) โดยวัดจากขอบนอกสุดจากขอบด้านบนถึงขอบด้านล่างของกระดูก

pedicle ในส่วนที่แคบที่สุด (The outermost supero-inferior diameter of the pedicle isthmus)¹⁰



รูปที่ 2 ข้อมูลของกระดูก pedicle จากรูป sagittal image ของภาพถ่ายรังสี CT scan (A) และ MRI (B) โดย เส้นจากจุด f ถึง g คือความสูงของกระดูก pedicle (Outer pedicle height, OPH)¹⁰

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลลักษณะของกลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติพรรณนา และเปรียบเทียบความต่างของข้อมูลจาก CT scan และ MRI ด้วย Paired t-test โดยกำหนดค่าความต่างทางสถิติที่ 0.05 โดยวิเคราะห์ข้อมูลต่างทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS® v29 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA)

จริยธรรมการวิจัย

การศึกษานี้ได้ผ่านการพิจารณาและได้รับการอนุมัติให้ดำเนินโครงการ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลอุดรดิตถ์ เลขที่โครงการวิจัย 33/2566

ผลการศึกษา

จากการศึกษาลักษณะของกระดูก pedicle ในกระดูกคอส่วนล่าง หรือกระดูกคอระดับที่ 3-7 (กระดูกคอส่วนล่างมีจำนวน 5 ชิ้น โดยกระดูกคอ 1 ชิ้น มี 2 pedicles รวมเป็นจำนวนกระดูก pedicle ทั้งหมด 10 pedicles) ของผู้ป่วย 10 คน (คิดเป็น 100

pedicles) มีอายุเฉลี่ย 58.2 ± 9.91 ปี เป็นเพศชาย 5 คน (ร้อยละ 50) มีอายุเฉลี่ย 57.4 ± 10.64 ปี และเพศหญิง 5 คน (ร้อยละ 50) มีอายุเฉลี่ย 59 ± 10.30 ปี จากภาพถ่ายรังสี CT scan ซึ่งเป็นภาพถ่ายทางรังสีที่สามารถศึกษาโครงสร้างของกระดูกได้อย่างชัดเจน พบว่า ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นดังนี้ ขนาดความกว้างของกระดูก pedicle (OPW) มีขนาด 5.32 ± 0.85 มิลลิเมตร และความสูงของกระดูก pedicle (OPH) มีขนาด 5.98 ± 0.84 มิลลิเมตร ซึ่งกระดูก pedicle ของกระดูกคอระดับที่ 3 และ 4 มีขนาดเล็กกว่าระดับอื่น คือมีความกว้าง 4.88 ± 0.81 และ 4.85 ± 0.67 มิลลิเมตร ตามลำดับ และกระดูก pedicle ของกระดูกคอระดับที่ 7 มีขนาดใหญ่ที่สุด คือ มีขนาด 6.31 ± 0.82 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบว่ากระดูก pedicle มีความยาว (PLA) 33.03 ± 3.20 มิลลิเมตร และมุมองศาในแนวระนาบ (PTA) มีค่า 39.22 ± 3.64 องศา (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่างจากภาพถ่ายรังสี CT Scan

	ความกว้าง (Outer pedicle width, OPW) (mm.) Mean ± SD	ความสูง (Outer pedicle height, OPH) (mm.) Mean ± SD	ความยาว (Pedicle axis length, PAL) (mm.) Mean ± SD	มุมองศาในแนวระนาบ (Pedicle transverse angle, PTA) (Degrees) Mean ± SD
C3 (n=20)	4.88 ± 0.81	6.04 ± 0.97	31.80 ± 2.35	38.69 ± 3.22
C4 (n=20)	4.85 ± 0.67	5.93 ± 0.75	31.71 ± 2.66	41.28 ± 3.17
C5 (n=20)	5.20 ± 0.50	5.89 ± 0.84	32.51 ± 3.05	42.02 ± 3.25
C6 (n=20)	5.35 ± 0.48	5.69 ± 0.66	34.31 ± 2.21	38.33 ± 2.78
C7 (n=20)	6.31 ± 0.82	6.36 ± 0.85	34.84 ± 4.21	35.80 ± 2.05
รวม (n=100)	5.32 ± 0.85	5.98 ± 0.84	33.03 ± 3.20	39.22 ± 3.64

จากภาพถ่ายรังสี MRI ซึ่งมักใช้ศึกษาประเมินโครงสร้างของเนื้อเยื่ออ่อน (soft tissue) มากกว่าศึกษาโครงสร้างของกระดูกพบว่า ขนาดความกว้างของกระดูก pedicle (OPW) มีขนาด 4.40±1.00 มิลลิเมตร และความสูงของกระดูก pedicle (OPH) มีขนาด 4.72±0.93 มิลลิเมตร ความยาวของกระดูก pedicle (PAL) มีค่า 31.51±2.35 มิลลิเมตร และมีมุมองศากระดูก pedicle ในแนวระนาบ 39.77±3.91 องศา นอกจากนี้ยังพบว่ามีลักษณะ

โครงสร้างของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่าง เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับภาพถ่ายรังสี CT scan คือ กระดูก pedicle ของกระดูกคอระดับที่ 3 และ 4 มีขนาดเล็กกว่าระดับอื่น คือมีความกว้าง 3.91±0.71 และ 3.85±0.68 มิลลิเมตร ตามลำดับ และกระดูก pedicle ของกระดูกคอระดับที่ 7 มีขนาดใหญ่ที่สุด คือมีขนาด 5.73±1.03 มิลลิเมตร (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ข้อมูลของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่างจากภาพถ่ายรังสี MRI

	ความกว้าง (Outer pedicle width, OPW) (mm.) Mean ± SD	ความสูง (Outer pedicle height, OPH) (mm.) Mean ± SD	ความยาว (Pedicle axis length, PAL) (mm.) Mean ± SD	มุมองศาในแนวระนาบ (Pedicle transverse angle, PTA) (Degrees) Mean ± SD
C3 (n=20)	3.91 ± 0.71	4.50 ± 0.86	31.67 ± 2.16	39.31 ± 3.09
C4 (n=20)	3.85 ± 0.68	4.52 ± 1.01	30.81 ± 1.98	39.80 ± 4.89
C5 (n=20)	4.05 ± 0.51	4.57 ± 0.71	30.85 ± 2.81	40.35 ± 3.37
C6 (n=20)	4.43 ± 0.56	4.75 ± 0.83	32.67 ± 2.52	39.77 ± 3.66
C7 (n=20)	5.73 ± 1.03	5.27 ± 1.07	31.54 ± 1.90	39.61 ± 4.55
รวม (n=100)	4.40 ± 1.00	4.72 ± 0.93	31.51 ± 2.35	39.77 ± 3.91

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลลักษณะของกระดูก pedicle ในกระดูกคอส่วนล่าง ระหว่างภาพถ่ายรังสี CT scan กับ MRI พบว่าขนาดของกระดูก pedicle จาก MRI มีค่าน้อยกว่าจาก CT scan

ทั้งความกว้าง ความสูง และความยาวของกระดูก pedicle อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นมุมองศาของกระดูก pedicle ในแนวระนาบที่ทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบข้อมูลของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่างระหว่างภาพถ่ายรังสี CT Scan กับ MRI

ข้อมูลของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่าง	CT scan (n=100) Mean ± SD	MRI (n=100) Mean ± SD	p-value	95% CI
ความกว้าง (Outer pedicle width, OPW) (mm.)	5.32 ± 0.85	4.40 ± 1.00	<0.001*	0.798 - 1.049
ความสูง (Outer pedicle height, OPH) (mm.)	5.98 ± 0.84	4.72 ± 0.93	<0.001*	1.093 - 1.427
ความยาว (Pedicle axis length, PAL) (mm.)	33.03 ± 3.20	31.51 ± 2.35	<0.001*	1.017 - 2.035
มุมองศาในแนวระนาบ (Pedicle transverse angle, PTA) (Degrees)	39.22 ± 3.64	39.77 ± 3.91	0.254	-1.487 - 0.398

CI = Confidence interval

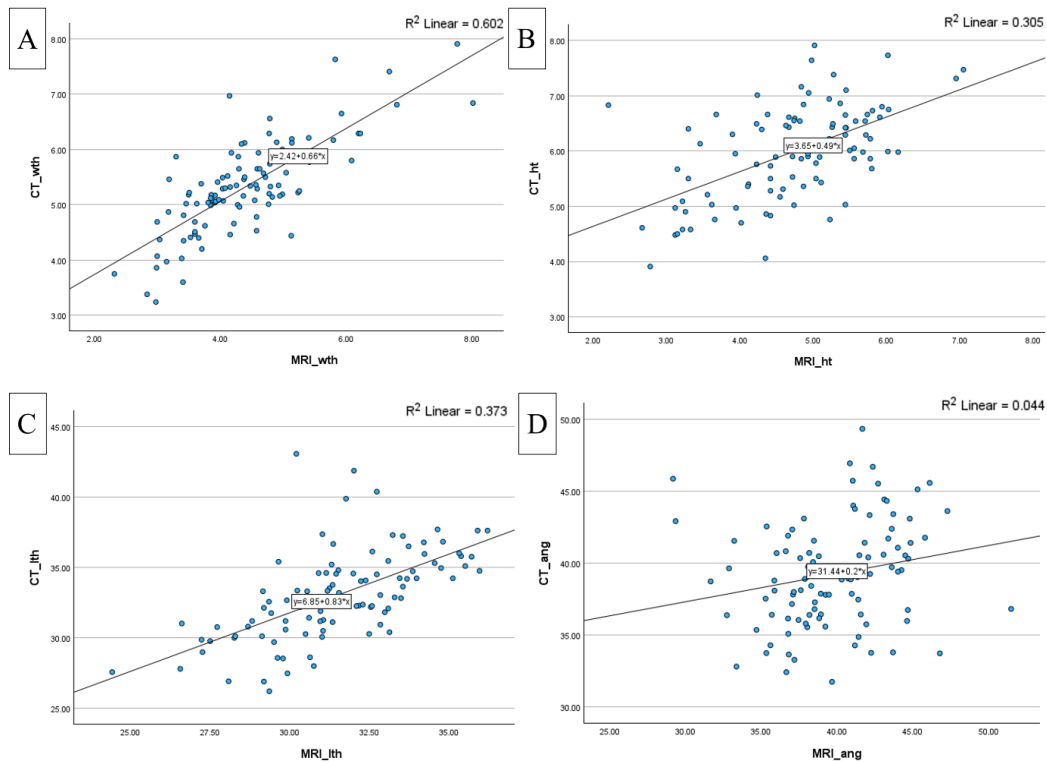
* มีนัยสำคัญทางสถิติ p<0.05

จากการวิเคราะห์ด้วย Pearson correlation coefficient (r = 0.776, 0.552, 0.611, 0.210 ตามลำดับและมีค่า p-value <0.05) (ตารางที่ 4) เมื่อนำมาวิเคราะห์ในรูปแบบกราฟ พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางบวก (รูปที่ 3) CT scan และ MRI มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่างจากภาพถ่ายรังสี CT scan และ MRI

ข้อมูลของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่าง	จำนวน	ความสัมพันธ์	p-value
ความกว้าง (Outer pedicle width, OPW)	100	0.776	<0.001*
ความสูง (Outer pedicle height, OPH)	100	0.552	<0.001*
ความยาว (Pedicle axis length, PAL)	100	0.611	<0.001*
มุมองศาในแนวระนาบ (Pedicle transverse angle, PTA)	100	0.210	0.036*

* มีนัยสำคัญทางสถิติ p< 0.05



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลขนาดของกระดูก pedicle ของกระดูกต้นคอส่วนล่าง จาก CT scan และ MRI ได้แก่ ความกว้าง (A) ความสูง (B) ความยาว (C) และ มุมองศาในแนวระนาบ (D)

จากการวิเคราะห์ด้วย Bland-Altman analysis พบว่า ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่างทั้งความกว้าง ความสูง และความยาว ที่วัดได้จาก CT scan

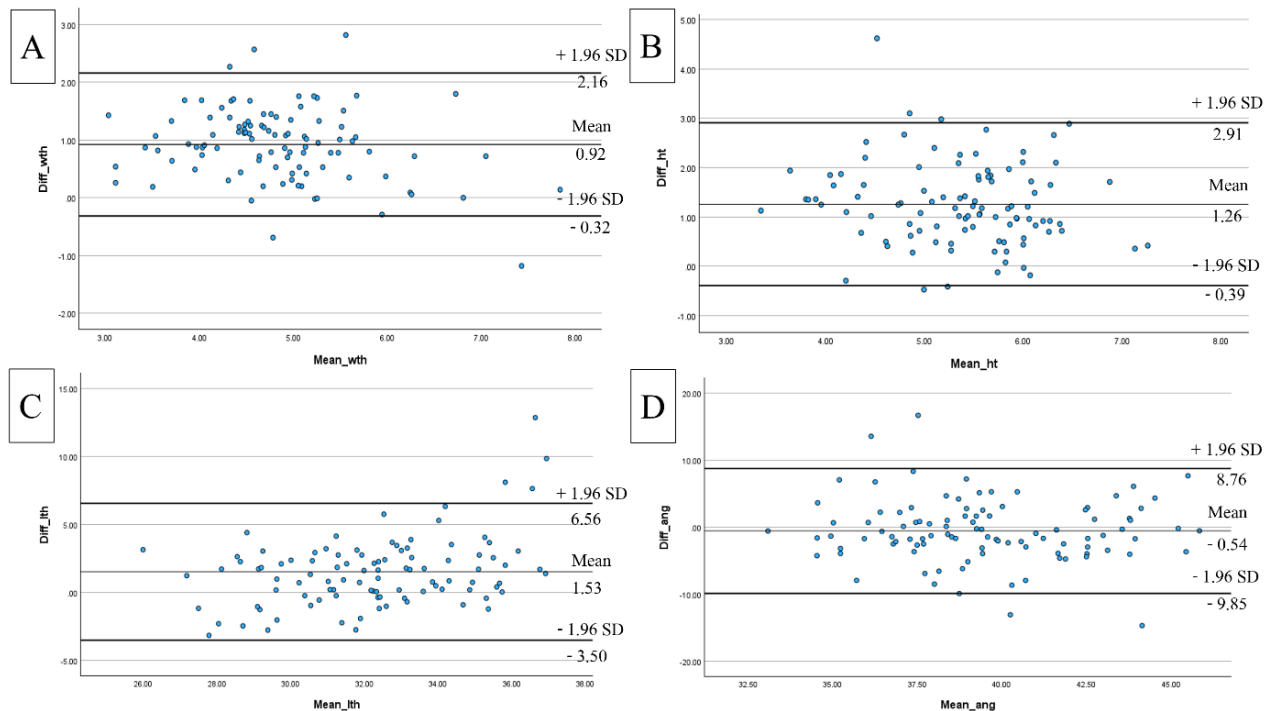
และ MRI เท่ากับ 0.92, 1.26 และ 1.53 โดยมี 95% limit of agreement (LoA) เท่ากับ -0.32 ถึง 2.16, -0.39 ถึง 2.91 และ -3.50 ถึง 6.56 ตามลำดับ (ตารางที่ 5 และรูปที่ 4)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของข้อมูลกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่างจากภาพถ่ายรังสี CT scan และ MRI

ข้อมูลของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่าง	ค่าเฉลี่ยความแตกต่าง	95% LoA	p-value
ความกว้าง (Outer pedicle width, OPW)	0.92 ± 0.63	-0.32 - 2.16	<0.001*
ความสูง (Outer pedicle height, OPH)	1.26 ± 0.84	-0.39 - 2.91	<0.001*
ความยาว (Pedicule axis length, PAL)	1.53 ± 2.57	-3.50 - 6.56	<0.001*
มุมองศาในแนวระนาบ (Pedicule transverse angle, PTA)	-0.54 ± 4.75	-9.85 - 8.76	0.478

LoA = Limits of agreement

* มีนัยสำคัญทางสถิติ p-value < 0.05



รูปที่ 4 Bland-Altman plot แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยข้อมูล pedicle ของกระดูกต้นคอส่วนล่าง จาก CT scan และ MRI ได้แก่ ความกว้าง (A) ความสูง (B) ความยาว (C) และ มุมองศาในแนวระนาบ (D)

วิจารณ์

การผ่าตัดยึดกระดูกคอส่วนล่าง หรือกระดูกคอระดับที่ 3-7 ด้วย pedicle screw ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความแข็งแรง มี bio-mechanics ที่ดี มีอัตราการหลวมของ screw น้อยกว่าอุปกรณ์อื่น¹⁻⁴ แต่การผ่าตัดยึดกระดูกด้วย pedicle screw โดยเฉพาะกระดูกคอส่วนล่างนั้นพบภาวะแทรกซ้อนจากการใส่ screw ที่ผิดพลาดได้มาก เนื่องจากกระดูกคอส่วนล่างนั้นกระดูก pedicle ที่มีขนาดเล็กกว่ากระดูกสันหลังส่วนอื่นๆ^{9,10} ดังนั้นการศึกษาลักษณะโครงสร้างของกระดูก pedicle จาก CT scan ซึ่งสามารถศึกษาโครงสร้างของกระดูกได้ดี ว่ากระดูก pedicle นั้นมีขนาดใหญ่เพียงพอให้ใส่ screw หรือไม่ ควรใส่ screw ขนาดยาวเท่าไร และใส่มุมองศาในแนวระนาบเท่าไร จึงมีความสำคัญอย่างมาก^{3,13-15}

จากการศึกษาของ Abumi K. และคณะ พบว่า กระดูก pedicle ที่มีความปลอดภัยในการใส่ screw คือควรมีขนาดมากกว่าหรือเท่ากับ 4 มิลลิเมตรจาก CT scan³ เนื่องจาก screw ที่มีขนาดเล็กที่สุดที่สามารถเลือกใช้ได้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5

มิลลิเมตร จากการศึกษาของผู้จัดทำพบว่า จากภาพถ่ายรังสี CT scan กระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่าง มีบางส่วนที่มีขนาดกว้างไม่ถึง 4 มิลลิเมตร โดยเฉพาะกระดูกคอระดับที่ 3 และ 4 ที่มีกระดูก pedicle เล็กกว่ากระดูกคอระดับอื่นๆ คือมีความกว้าง 3.91 ± 0.71 และ 3.85 ± 0.68 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังนั้นการศึกษารูปร่างของกระดูก pedicle ว่ามีขนาดใหญ่พอที่จะสามารถผ่าตัดใส่ screw ได้หรือไม่จึงมีความจำเป็นอย่างมาก นอกจากนี้จากภาพถ่ายรังสี CT scan ยังสามารถช่วยให้ผู้ผ่าตัดสามารถเลือกความยาวของ screw ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งความยาวของ screw ที่เลือกใช้ควรมีความยาวน้อยกว่าความยาวของกระดูก pedicle (pedicle axis length, PAL) ซึ่งในการศึกษาของผู้จัดทำพบว่าความยาวของกระดูก pedicle มีค่า 33.03 ± 3.20 มิลลิเมตร เพื่อป้องกันการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่ออ่อนที่อยู่หน้าต่อกระดูกคอ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Joaquim AF. และคณะ ที่รายงานว่า ขนาดความยาวของ screw ที่เลือกใช้ควรมีขนาดความยาว 26-30 มิลลิเมตร²

การศึกษาลักษณะของกระดูก pedicle จาก CT scan ก่อนผ่าตัด นอกจากประเมินขนาดความกว้าง ความสูง และความยาวของกระดูก pedicle เพื่อประเมินว่าสามารถใส่ screw ได้หรือไม่ และควรใส่ขนาดเท่าไรแล้วนั้น อีกข้อมูลที่สำคัญคือ มุมองศากระดูก pedicle ในแนวระนาบ ซึ่งช่วยบอกทิศทางในการใส่ screw เวลาผ่าตัดเพื่อลดความผิดพลาดในการใส่ screw ได้ จากการศึกษาพบว่ามุมองศากระดูก pedicle ในแนวระนาบ (PTA) มีค่า 39.22 ± 3.64 องศา ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ที่แนะนำให้ใส่ screw ในทิศทางทำมุม 25-40 องศา²

การศึกษานี้ จุดประสงค์เพื่อพิจารณาว่าภาพถ่ายทางรังสี MRI จะสามารถให้ข้อมูลในการวางแผนการผ่าตัดยึดกระดูกคอส่วนล่างด้วย pedicle screw แทนภาพถ่ายรังสี CT scan ได้หรือไม่ พบว่าขนาดของกระดูก pedicle ทั้งขนาดความกว้าง ความสูง และความยาวของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่าง ที่ได้จาก MRI (4.40 ± 1.00 , 4.72 ± 0.93 , 31.51 ± 2.35 มิลลิเมตรตามลำดับ) มีค่าน้อยกว่าขนาดจาก CT scan (5.32 ± 0.85 , 5.98 ± 0.84 , 33.03 ± 3.20 มิลลิเมตร ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$, 95%CI = 0.798 – 1.049, $p < 0.001$, 95%CI = 1.093 – 1.427, $p < 0.001$, 95%CI = 1.017 – 2.035 ตามลำดับ) โดยมีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของขนาดของกระดูก pedicle ทั้งขนาดความกว้าง ความสูง และความยาวของกระดูก pedicle ระหว่าง CT scan และ MRI เท่ากับ 0.92 ± 0.63 , 1.26 ± 0.84 , 1.53 ± 2.57 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5) จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วย Pearson correlation coefficient พบว่ามีความสัมพันธ์อยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก ($r = 0.776$, 0.552 , 0.611 ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) (ตารางที่ 4) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Omar Pacha T. และคณะ¹⁵ ที่ศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลขนาดความกว้าง และความยาวของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่างจาก CT scan และ MRI ซึ่งพบว่าขนาดกระดูก pedicle จาก MRI มีค่าน้อยกว่าจาก CT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการใช้ข้อมูลขนาดกระดูก pedicle จาก MRI อาจทำให้ผู้ผ่าตัดเลือกใช้ screw ที่มีขนาดความกว้างและความยาวน้อยกว่าความเป็นจริง¹⁵

จากการศึกษาในอดีตที่แนะนำให้เลือกผ่าตัดยึดกระดูกคอส่วนล่างด้วย pedicle screw ในผู้ป่วยที่มีขนาดความกว้างของกระดูก pedicle จาก CT scan มากกว่าหรือเท่ากับ 4 มิลลิเมตร เพื่อให้ปลอดภัยต่อการใส่ screw ที่มีขนาดเล็กที่สุดนั้นคือขนาด

ความกว้าง 3.5 มิลลิเมตร³ ดังนั้นหากภาพถ่ายรังสี MRI พบว่าขนาดความกว้างของกระดูก pedicle มีขนาดมากกว่าหรือเท่ากับ 4 มิลลิเมตรแล้ว ก็สามารถเลือกการผ่าตัดใส่ pedicle screw ได้ เนื่องจาก จากการศึกษาพบว่าขนาดความกว้างของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่างจาก CT scan จะมาขนาดมากกว่า MRI โดยมีค่าเฉลี่ยความต่างเท่ากับ 0.92 ± 0.63 มิลลิเมตร 95% limit of agreement มีค่า -0.32 ถึง 2.16 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการเลือกความยาวของ screw จากความยาวของกระดูก pedicle (pedicle axis length, PAL) จาก MRI ก็มีความปลอดภัย และใช้แทนข้อมูลจาก CT scan ได้เช่นกัน เพราะความยาวของ screw ที่ประเมินจาก MRI จะไม่ทะลุขอบหน้าของกระดูกคอแน่นอน เนื่องจากได้ค่าที่น้อยกว่า CT scan โดยมีค่าเฉลี่ยความต่างเท่ากับ 1.53 ± 2.57 มิลลิเมตร 95% limit of agreement มีค่า -3.50 ถึง 6.56 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสอดคล้องกับการศึกษาของ Omar Pacha T. และคณะ¹⁵

นอกจากนี้ทิศทางองศาของ pedicle screw ซึ่งประเมินจากมุมองศากระดูก pedicle ในแนวระนาบ (PTA) ที่วัดได้จาก MRI และ CT scan ก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (39.77 ± 3.91 vs 39.22 ± 3.64 องศา, $p = 0.254$, 95% CI = -1.487 – 0.398) สามารถใช้ทดแทนกันได้

สรุป

ผู้ป่วยที่จะได้รับการผ่าตัดกระดูกคอส่วนล่างทุกรายมักได้รับการทำ MRI cervical spine เพื่อประเมินความรุนแรงของโรค และตำแหน่งระดับรอยโรคของกระดูกคอว่าจะต้องผ่าตัดกระดูกคอระดับที่เท่าไรบ้าง ซึ่งถ้ามีความจำเป็นในการเลือกวิธีการผ่าตัดโดยการยึดกระดูกด้วย pedicle screw ก็อาจสามารถใช้ข้อมูลลักษณะโครงสร้างของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่างจากภาพถ่ายรังสี MRI ทดแทนข้อมูลจาก CT scan ได้อย่างปลอดภัย โดยเฉพาะในรายที่กระดูก pedicle จาก MRI มีขนาดความกว้างมากกว่าหรือเท่ากับ 4 มิลลิเมตร เนื่องจากขนาดความกว้างของกระดูก pedicle จาก MRI จะมีค่าน้อยกว่าค่าจาก CT scan อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลลักษณะโครงสร้างกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่างจาก MRI สามารถนำมาใช้ในการประเมินว่าสามารถผ่าตัดยึดกระดูกด้วย pedicle screw ได้อย่างปลอดภัยหรือไม่ แทนการส่งตรวจ CT scan ได้ ทำให้อาจไม่จำเป็นต้องส่งตรวจ CT scan เพิ่มเติมเพื่อวางแผนการผ่าตัด pedicle screw อีก แต่มีข้อจำกัดคือขนาดความยาวของ screw ที่วัดได้ใน MRI ซึ่งประเมินจากความยาวของกระดูก pedicle (pedicle axis length, PAL) จะมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จาก CT scan อาจทำให้เลือกความยาวของ screw ได้น้อยกว่าความเป็นจริงที่ใส่ได้ และในผู้ป่วยที่ขนาดความกว้างของกระดูก pedicle จาก MRI น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร แต่มีความจำเป็น

ต้องผ่าตัดยึดกระดูกด้วย pedicle screw อาจมีความจำเป็นต้องส่ง CT scan เพื่อหาขนาดความกว้างของกระดูก pedicle ที่แม่นยำมากขึ้นว่ามีขนาดน้อยกว่า 4 มิลลิเมตร ที่จะใส่ pedicle screw แล้วไม่ปลอดภัยจริงหรือไม่

ข้อจำกัดงานวิจัย

การศึกษานี้ ศึกษาในผู้ป่วยที่มีอายุเฉลี่ย 59 ± 10.30 ปี ซึ่งไม่มีข้อมูลมวลกระดูกของผู้ป่วย ซึ่งอายุ หรือภาวะกระดูกบาง หรือกระดูกพรุนอาจมีผลต่อขนาดของกระดูก pedicle ของกระดูกคอส่วนล่าง ที่ได้จาก CT scan หรือ MRI ได้ ซึ่งอาจต้องศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Joaquim AF, Mudo ML, Tan LA, Riew KD. Posterior Subaxial Cervical Spine Screw Fixation: A Review of Techniques. *Global Spine Journal*. 2018 Oct;8(7):751–60.
2. Joaquim AF, Tan L, Riew KD. Posterior screw fixation in the subaxial cervical spine: a technique and literature review. *J Spine Surg*. 2020 Mar;6(1):252–61.
3. Abumi K, Ito M, Sudo H. Reconstruction of the Subaxial Cervical Spine Using Pedicle Screw Instrumentation: Spine. 2012 Mar;37(5):E349–56.
4. Abumi K. Cervical spondylotic myelopathy: posterior decompression and pedicle screw fixation. *Eur Spine J*. 2015 Apr;24(S2):186–96.
5. Tan KA, Lin S, Chin BZ, Thadani VN, Hey HWD. Anatomic techniques for cervical pedicle screw placement. *J Spine Surg*. 2020 Mar;6(1):262–73.
6. Schmidt R, Wilke HJ, Claes L, Puhl W, Richter M. Pedicle Screws Enhance Primary Stability in Multilevel Cervical Corpectomies: Biomechanical In Vitro Comparison of Different Implants Including Constrained and Nonconstrained Posterior Instrumentations: Spine. 2003 Aug;28(16):1821–8.
7. Swank ML, Lowery GL, Bhat AL, McDonough RF. Anterior cervical allograft arthrodesis and instrumentation: Multilevel interbody grafting or strut graft reconstruction. *Eur Spine J*. 1997 Mar;6(2):138–43.
8. Paramore CG, Dickman CA, Sonntag VKH. Radiographic and clinical follow-up review of Caspar plates in 49 patients. *Journal of Neurosurgery*. 1996 Jun;84(6):957–61.
9. Zhang Z. Freehand Pedicle Screw Placement Using a Universal Entry Point and Sagittal and Axial Trajectory for All Subaxial Cervical, Thoracic and Lumbosacral Spines. Comparison of Three Types of Tha. 2020 Feb;12(1):141–52.
10. Wasinpongwanich K, Paholpak P, Tuamsuk P, Sirichativapee W, Wisanuyotin T, Kosuwon W, et al. Morphological Study of Subaxial Cervical Pedicles by Using Three-Dimensional Computed Tomography Reconstruction Image. *Neurol Med Chir(Tokyo)*. 2014;54(9):736–45.
11. Burcev A, Pavlova O, Diachkov K, Diachkova G, Ryabykh S, Gubin A. Easy method to simplify “freehand” subaxial cervical pedicle screw insertion. *J Craniovert Jun Spine*. 2017;8(4):390.
12. Jung YG, Jung SK, Lee BJ, Lee S, Jeong SK, Kim M, et al. The Subaxial Cervical Pedicle Screw for Cervical Spine Diseases: The Review of Technical Developments and Complication Avoidance. *Neurol Med Chir(Tokyo)*. 2020;60(5):231–43.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

13. Sarwahi V, Amaral T, Wendolowski S, Gecelter R, Sugarman E, Lo Y, et al. MRIs Are Less Accurate Tools for the Most Critically Worrisome Pedicles Compared to CT Scans. *Spine Deformity*. 2016 Nov;4(6):400–6.
14. Guarnieri G, Izzo R, Muto M. The role of emergency radiology in spinal trauma. *BJR*. 2016 May;89(1061):20150833.
15. Omar Pacha T, Omar M, Graulich T, Suero E, Mathis Schröder B, Krettek C, et al. Comparison of Preoperative Pedicle Screw Measurement Between Computed Tomography and Magnet Resonance Imaging. *Int J Spine Surg*. 2020 Oct;14(5):671–80.
16. Galbusera F, Lovi A, Bassani T, Brayda-Bruno M. MR Imaging and Radiographic Imaging of Degenerative Spine Disorders and Spine Alignment. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*. 2016 Aug;24(3):515–22.
17. Kanna RM, Kamal Y, Mahesh A, Venugopal P, Shetty AP, Rajasekaran S. The impact of routine whole spine MRI screening in the evaluation of spinal degenerative diseases. *Eur Spine J*. 2017 Aug;26(8):1993–8.