

โทรศัพท์มือถืออัจฉริยะช่วยเพิ่มความแม่นยำของอุปกรณ์เล็งแนวในการวางตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียม: การศึกษาในโครงกระดูกจำลอง

เหมราช สุขพันธ์ พ.บ.

กลุ่มงานศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลลำปาง

บทคัดย่อ

ภูมิหลัง: ปัจจุบันอุปกรณ์ที่ใช้ในการเล็งแนวเพื่อวางเบ้าสะโพกเทียมใช้การคาดคะเนด้วยสายตามีความแม่นยำระดับหนึ่งแต่ยังพบที่มีความคลาดเคลื่อน การนำโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้วัดความลาดเอียงมาช่วยอาจเพิ่มความแม่นยำได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความแม่นยำในการวางตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียมด้วยอุปกรณ์เล็งแนว 2 ชนิด คือ ชนิดก้านยาว (X-bar type) และชนิดก้านสั้น (double bar type) โดยเปรียบเทียบการเล็งแนวด้วยสายตากับการใช้โทรศัพท์มือถือช่วยเล็งแนว ประเมินผลจากการวัดมุมภาพถ่ายรังสี

วัสดุและวิธีการ: ใช้โครงกระดูกเชิงกรานจำลองจัดตำแหน่งให้เหมือนการผ่าตัดจริงในท่านอนตะแคง ให้ศัลยแพทย์ 10 คนวางตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียมกำหนดมุมเป้าหมายที่ inclination 45 องศา และ anteversion 20 องศาโดยใช้อุปกรณ์เล็งแนวชนิดก้านยาวและก้านสั้นตามปกติ แล้วเปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์เล็งแนวร่วมกับโทรศัพท์มือถือ ทำซ้ำคนละ 5 ครั้งในแต่ละอุปกรณ์ ถ่ายภาพรังสีทุกครั้งแล้ววัดมุมโดยนักรังสีเทคนิค 2 คนด้วยโปรแกรม PACS เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มด้วย t-test และ Wilcoxon's rank sum test

ผลการศึกษา: การใช้อุปกรณ์เล็งแนวเพียงอย่างเดียวมีค่าเฉลี่ยของมุม inclination มากกว่าการใช้ร่วมกับโทรศัพท์มือถืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งชนิดก้านยาว [47.5 (SD 1.5) vs 44.9 (SD 0.6) องศา, $p<0.001$] และก้านสั้น [46.3 (SD 1.4) vs 45.6 (SD 1.0) องศา, $p=0.004$] แต่มีค่าเฉลี่ยของมุม anteversion น้อยกว่าเมื่อใช้ชนิดก้านยาว [10.6 (SD 2.0) vs 12.6 (SD 2.6) องศา, $p<0.001$] และไม่แตกต่างกันในชนิดก้านสั้น [9.3 (SD 1.7) vs 10.1 (SD 2.5) องศา, $p=0.208$] เมื่อใช้โทรศัพท์มือถือร่วมกับอุปกรณ์เล็งแนวชนิดก้านยาว พบว่ามุม inclination มีค่าน้อยกว่า ($p=0.001$) แต่มุม anteversion มีค่ามากกว่าเมื่อใช้ร่วมกับชนิดก้านสั้น ($p<0.001$)

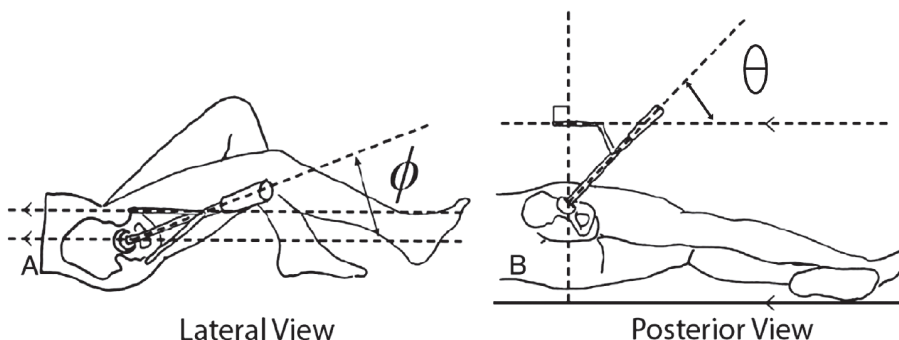
สรุป: โทรศัพท์มือถืออัจฉริยะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวางตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียม โดยลดความคลาดเคลื่อนทั้งมุม radiographic inclination และ anteversion การใช้ร่วมกับอุปกรณ์เล็งแนวชนิดก้านยาวมีความแม่นยำกว่าชนิดก้านสั้น

คำสำคัญ: ตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียม, อุปกรณ์เล็งแนว, โทรศัพท์มือถืออัจฉริยะ

ติดต่อบทความ: นพ. เหมราช สุขพันธ์ กลุ่มงานศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์ รพ.ลำปาง 280 ถ.พหลโยธิน ต.หัวเวียง อ.เมือง จ.ลำปาง 52000 โทร. 0-5423-7400 ต่อ 5121, E-mail: hemmaraj@hotmail.com

บทนำ

การผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม (total hip arthroplasty) เป็นวิธีการรักษามาตรฐานของโรคข้อสะโพกเสื่อมรุนแรงที่ได้ผลดีและมีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ ผู้ป่วยสามารถใช้ข้อสะโพกได้ใกล้เคียงปกติและมีคุณภาพชีวิตที่ดี การวางตำแหน่งของเบ้าสะโพกเทียม (acetabular cup) มีความสำคัญต่อผลการผ่าตัด เบ้าสะโพกเทียมที่วางผิดตำแหน่ง (malposition) ทำให้พิสัยการเคลื่อนไหวของข้อลดลง เพิ่มความเสี่ยงต่อการเคลื่อนหลุดภายหลังการผ่าตัด (dislocation) หากวางในตำแหน่งที่เอียงลาดชันมากเกินไปจะเพิ่มอัตราการสึกหรอของพลาสติกของเบ้า (polyethylene wear), การสลายของกระดูก (osteolysis) และการหลวมของข้อเทียม (loosening)⁽¹⁻³⁾ ตำแหน่งที่เหมาะสมและลดโอกาสของการเคลื่อนหลุดภายหลังการผ่าตัด (Lewinnek safe zone) คือ มีมุมเปิดขึ้นบน (inclination) 30-50 องศาและมุมหงายไปด้านหน้า (anteversion) 5-25 องศา⁽⁴⁾ เมื่อวัดจากภาพถ่ายรังสี (นิยมเรียกว่ามุม radiographic inclination และ radiographic anteversion ตามลำดับ) ผลการศึกษาการวางตำแหน่งของเบ้าสะโพกเทียมจากสถาบันต่างๆทั่วโลกพบว่า มีเบ้าสะโพกเทียมร้อยละ 25.7-70.5 ได้ถูกวางในตำแหน่งที่อยู่ใน Lewinnek safe zone⁽⁵⁾



รูปที่ 1 การเล็งแนวด้วย alignment guide ขณะผ่าตัดให้แนวของแท่งโลหะวางขนานไปกับพื้นโลกและแนวลำตัวของผู้ป่วยในท่านอนตะแคง, operative anteversion คือมุมระหว่างด้ามจับ acetabular positioner กับเส้นแนวลำตัวของผู้ป่วย (รูป A), operative inclination คือมุมระหว่างด้ามจับกับพื้นโลก (รูป B) [ดัดแปลงจาก Harrison CL et al. Research synthesis of recommended acetabular cup orientations for total hip arthroplasty. J Arthroplasty 2014;29(2):377-82.]

เทคนิคการวางตำแหน่งของเบ้าสะโพกเทียมขณะผ่าตัดโดยทั่วไปแล้วศัลยแพทย์จะใช้อุปกรณ์เล็งแนว (alignment guide) ของบริษัทผู้ผลิตข้อเทียมยี่ห้อต่างๆ ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งโลหะร่วมกับการคาดคะเนด้วยสายตา (visuospatial perception) ให้แนวของแท่งโลหะวางขนานไปกับพื้นโลกและแนวลำตัวของผู้ป่วย (รูปที่ 1) อุปกรณ์เล็งแนวส่วนใหญ่จะกำหนดให้มีมุม inclination 45 องศาและ anteversion 20 องศา (นิยมเรียกว่ามุม operative inclination และ operative anteversion ตามลำดับ)

Minoda และคณะ⁽⁶⁾ ได้ทำการวัดมุมของแท่งโลหะและอุปกรณ์เล็งแนว 15 แบบของบริษัทผู้ผลิตข้อเทียม 7 ยี่ห้อที่นิยมใช้ทั่วโลกด้วยไม้บรรทัดโปรแทรกเตอร์แล้วใช้สมการฟังก์ชันตรีโกณมิติเพื่อคำนวณค่าเป็นมุม radiographic inclination และ anteversion พบว่า มุม radiographic inclination จากสูตรคำนวณมีค่าเฉลี่ยมากกว่ามุมที่ระบุไว้จากบริษัทผู้ผลิต 2 องศา (พิสัย 1-4 องศา) และมุม radiographic anteversion มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 6 องศา (พิสัย 1-12 องศา) อย่างไรก็ตาม ยังไม่เคยมีการพิสูจน์จริงๆเลยว่าเมื่อนำไปใช้งานแล้วจะมีความคลาดเคลื่อนเพียงใดเมื่อวัดจากภาพถ่ายรังสี

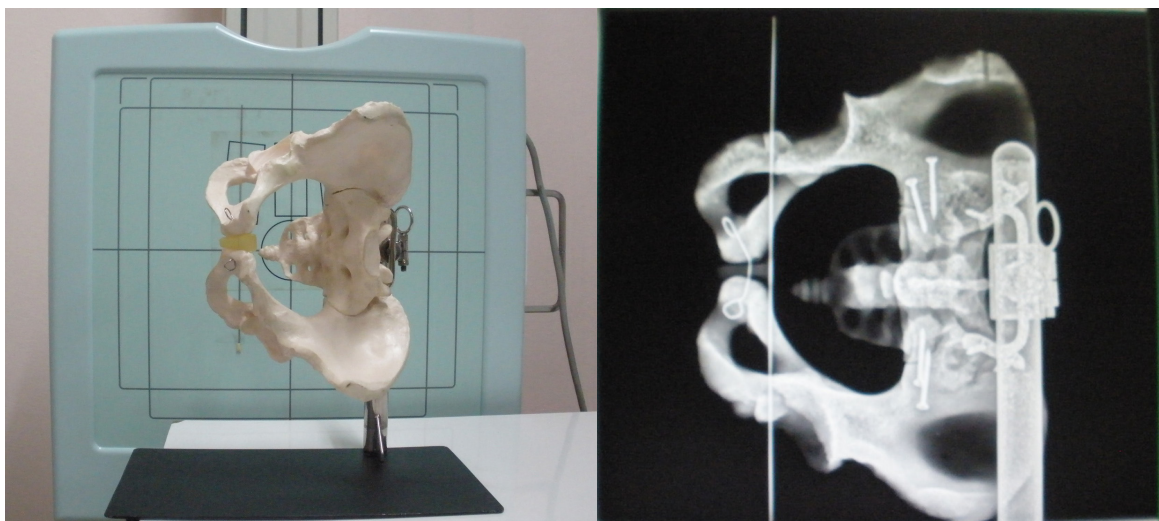
Jolles และคณะ⁽⁷⁾ ได้ศึกษาความแม่นยำของอุปกรณ์เล็งแนวในโครงกระดูกจำลองเปรียบเทียบกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยนำร่องวัดผลด้วย navigation system พบว่า การใช้อุปกรณ์เล็งแนวมีความคลาดเคลื่อนของมุม radiographic inclination 4 องศา และมุม anteversion 8 องศาซึ่งอุปกรณ์เล็งแนวที่ใช้เป็นชนิดก้านสั้น (double bar type) ทำให้เล็งแนวได้ยากกว่าชนิดก้านยาว (X-bar type) หรืออาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนในการเล็งแนวด้วยสายตาของศัลยแพทย์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะใช้เทคโนโลยีจากโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะ (smart phone) มาช่วยให้การเล็งแนวแม่นยำขึ้นด้วยโปรแกรมประยุกต์ (application) ที่ดาวน์โหลดมาติดตั้งในโทรศัพท์เพื่อใช้วัดมุมลาดเอียงเหมือนมาตรวัดระดับน้ำ (inclinometer)

การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแม่นยำในการวางตำแหน่งเป้าสะโพกเทียมด้วยอุปกรณ์เล็งแนว 2 ชนิดที่นิยมใช้ใน รพ.ลำปาง คือ ชนิดก้านยาวและก้านสั้น โดยเปรียบเทียบระหว่างการเล็งแนวด้วยสายตาของศัลยแพทย์กับการใช้

smartphone ช่วยเล็งแนว ประเมินผลด้วยการวัดมุมจากภาพถ่ายรังสี

วัสดุและวิธีการ

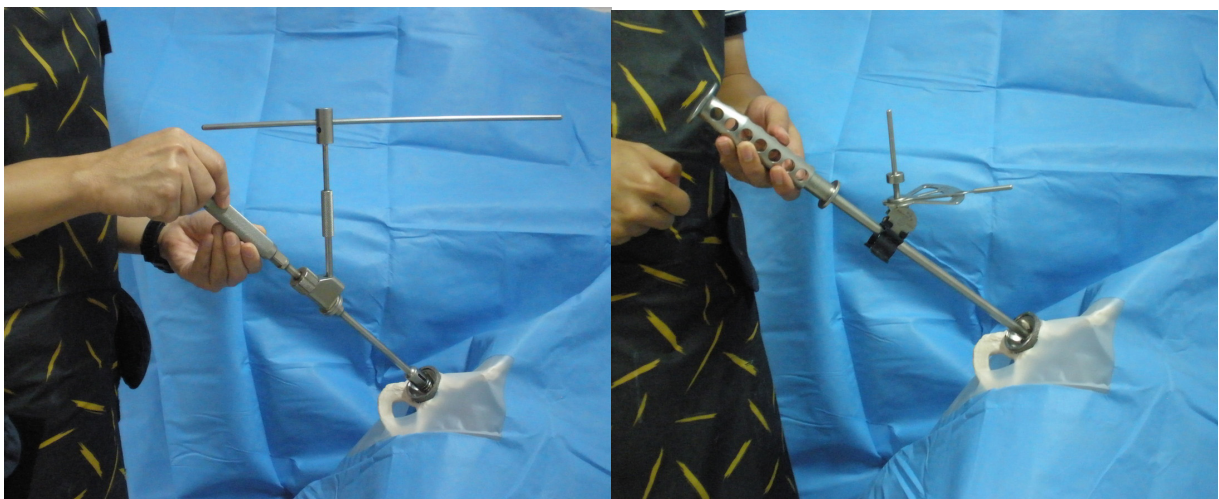
เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental study) ในโครงกระดูกจำลองที่จัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนการผ่าตัดจริง โดยนำโครงกระดูกเชิงกรานพลาสติกยึดตรึงกับฐานเหล็กให้มั่นคงในท่าเหมือนนอนตะแคง (lateral decubitus) แล้วนำไปติดตั้งกับขอบเตียง x-ray ด้วยประแจแบบก้ามปู หันด้านหน้าเข้าหา x-ray tube ปรับมุมที่ฐานเหล็กให้ระนาบ anterior pelvic plane (กำหนดจากปุ่มกระดูก 3 จุดคือ anterior superior iliac spine 2 ข้างและขอบหน้าของ pubic symphysis) ขนานกับขอบเตียง ติด long K-wire ไว้กับจอรับภาพรังสีด้วยเทปกาวให้แนวของ K-wire ตั้งฉากกับพื้นโลก (โดยใช้มาตรวัดระดับน้ำ) และทอดผ่าน teardrop line (ลากจากขอบล่างของ medial wall of acetabulum ทั้ง 2 ข้าง) พอดีเมื่อดูจากภาพรังสีในแนว antero-posterior view (รูปที่ 2)



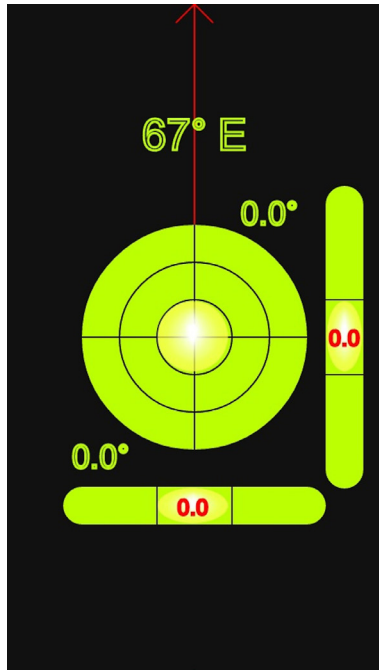
รูปที่ 2 โครงกระดูกเชิงกรานจำลองยึดตรึงกับฐานเหล็กในท่า lateral decubitus หันด้านหน้าเข้าหา x-ray tube ให้ระนาบ anterior pelvic plane ขนานกับขอบเตียงและ teardrop line ทาบกับแนวของ long K-wire ที่ตั้งฉากกับพื้นโลกเมื่อดูจากภาพรังสี

คลุมโครงกระดูกด้วยผ้าสังเคราะห์ที่เจาะรูไว้เฉพาะบริเวณเบ้าสะโพกให้มีสภาพเหมือนขณะผ่าตัดจริง ประกอบด้ามจับ acetabular positioner เข้ากับอุปกรณ์เล็งแนวชนิด X-bar (Zimmer, USA) และต่อกับเบ้าสะโพกเทียม (Trilogy cementless cup, Zimmer, USA) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มม. ให้ศัลยแพทย์คนแรกนำไปวางในเบ้าสะโพก กดให้ cup แนบกับเบ้าสะโพก ขยับด้ามจับให้แนวแท่งโลหะของอุปกรณ์เล็งแนว (ซึ่งระบุมุม operative inclination 45 องศาและ anteversion 20 องศาจากบริษัทผู้ผลิต) ขนานกับพื้นโลกและขอบเตียง โดยวิธีเล็งด้วยสายตาและประสบการณ์ (รูปที่ 3) ถ่ายภาพรังสีโครงกระดูกในแนว AP view ศัลยแพทย์ดัดด้ามจับและ cup ออกจากเบ้าสะโพก แล้วนำไปวางใหม่ด้วยวิธีการเช่นเดิม ถ่ายภาพรังสีซ้ำ ทำเช่นนั้นจนครบ 5 ครั้ง แล้วจึงเปลี่ยนอุปกรณ์เล็งแนวเป็นชนิด double bar (B/Braun-Aesculap, Germany) ปฏิบัติตามขั้นตอนเดียวกันกับชนิด X-bar จนครบ 5 ครั้ง (รูปที่ 3) แล้วจึงเปลี่ยนเป็นศัลยแพทย์คนที่ 2-10 ทำเช่นเดียวกันจนครบ 10 คน

ติดตั้ง pelvic alignment pin (ประดิษฐ์ขึ้นเองโดยใช้ Schanz pin เชื่อมติดกับ long K-wire ทำมุมกัน 90 องศาเป็นรูปตัว T) ที่ปุ่มกระดูก anterior superior iliac spine ให้ขาของ alignment pin ตั้งฉากกับพื้นโลกและแนวแขนของ pin ขนานกับขอบเตียง ประกอบด้ามจับเข้ากับอุปกรณ์เล็งแนวชนิด X-bar และ acetabular cup ให้ศัลยแพทย์คนแรกนำไปวางในเบ้าสะโพก ขยับด้ามจับให้แนวแท่งโลหะของอุปกรณ์เล็งแนวขนานกับ pelvic alignment pin โดยมองจากด้านบนลงมาที่พื้นเตียง (top view) ผู้ช่วยนำโทรศัพท์มือถือ Oppo (รุ่น Find Piano) ซึ่งเปิดใช้งาน Spirit Level application (plaYaid, รูปที่ 4) วางทาบลงบน alignment guide ให้แนวเส้นกึ่งกลางที่ปรากฏบนหน้าจอโทรศัพท์ซ้อนทับกับแนวของแท่งโลหะ ศัลยแพทย์ขยับด้ามจับขึ้นลงในแนวตั้งจนกระทั่งมุมของระดับน้ำที่อ่านได้จากหน้าจอโทรศัพท์มีค่าเป็นเลขศูนย์ (รูปที่ 5) ถ่ายภาพรังสีโครงกระดูกในแนว AP view ศัลยแพทย์ดัดด้ามจับและ cup ออกจากเบ้าสะโพก แล้วนำไปวางใหม่ด้วยวิธีการเช่นเดิมและถ่ายภาพรังสีซ้ำจน



รูปที่ 3 ศัลยแพทย์วาง acetabular cup ลงในเบ้าสะโพกด้วย acetabular positioner แล้วเล็งแนวด้วย Zimmer alignment guide (รูปซ้าย), หรือ B/Braun-Aesculap alignment guide ให้ขนานกับพื้นโลกและขอบเตียง (รูปขวา)

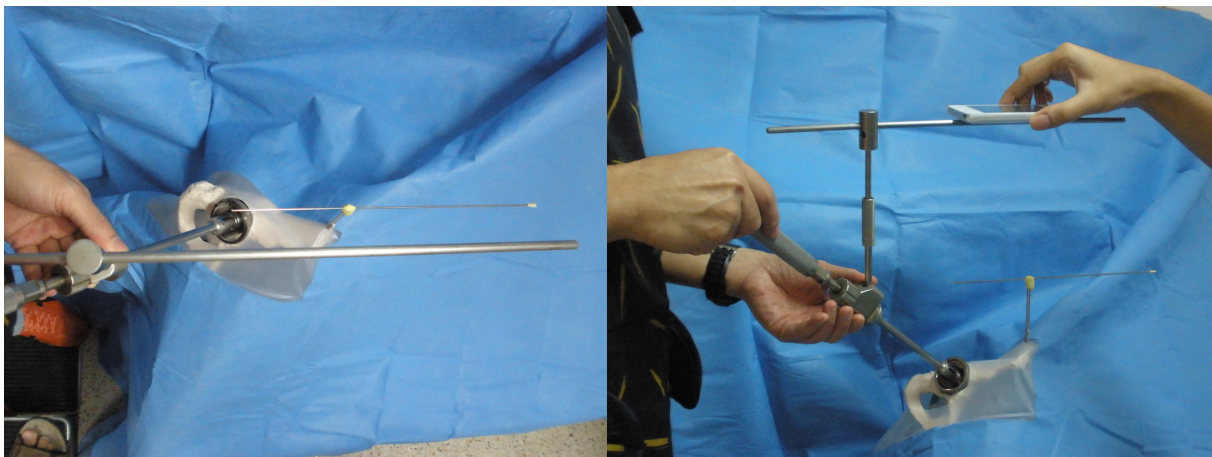


รูปที่ 4 Spirit Level application ที่ดาวนโหลดมาไว้ในโทรศัพท์ Oppo สามารถบอกมุมที่เปลี่ยนแปลงใน 3 ระนาบพร้อมกันในหน้าจอเดียวกันได้ โดยระนาบ coronal และ sagittal ดูจากตัวเลขของระดับน้ำ ส่วนระนาบ transverse ดูจากองศาของเข็มทิศดิจิทัล

ครบ 5 ครั้งแล้วจึงเปลี่ยนอุปกรณ์เล็งแนวเป็นชนิด double bar ปฏิบัติตามขั้นตอนเดียวกันกับชนิด X-bar จนครบ 5 ครั้ง (รูปที่ 6) แล้วจึงเปลี่ยนเป็น ศัลยแพทย์คนที่ 2-10 ทำเช่นเดียวกันจนครบ 10 คน

ใส่รหัสบนภาพรังสีทั้ง 200 ภาพ วัดค่ามุม ด้วยเครื่องมือวัดในโปรแกรม PACS (picture archiving and communication system) มุม radiographic inclination วัดจากเส้นของ long K-wire ทำมุมกับเส้นที่ลากระหว่าง inferomedial และ superolateral border ของรูปวงรีที่เกิดจากเส้นปากขอบ acetabular cup ส่วนการวัดมุม radiographic anteversion ใช้วิธีของ Hassan และ คณะ⁽⁸⁾ (รูปที่ 7) ใช้รังสีเทคนิค 2 คนเป็นผู้วัด วัดคนละ 2 ครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์

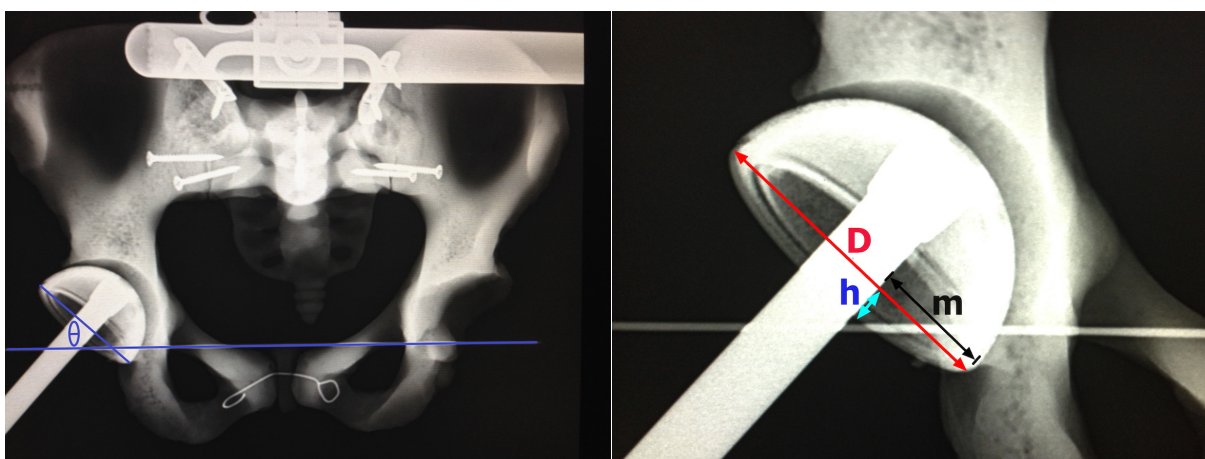
วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของมุม radiographic inclination และ anteversion ในแต่ละเทคนิค การวางเป้าสะโพกเทียมของศัลยแพทย์ทั้ง 10 คนโดยเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์เล็งแนว เพียงอย่างเดียวกับการใช้ร่วมกับ smartphone และระหว่างอุปกรณ์เล็งแนวชนิด X-bar กับ



รูปที่ 5 ศัลยแพทย์ขยับด้ามจับให้แนว Zimmer alignment guide ขนานกับ pelvic alignment pin โดยมองจากด้านบนลงมา (รูปซ้าย) ผู้ช่วยนำโทรศัพท์ Oppo ซึ่งเปิดใช้งาน Spirit Level application วางทาบลงบน alignment guide แล้วขยับด้ามจับขึ้นลงในแนวตั้งจนกระทั่งมุมของระดับน้ำบนหน้าจอโทรศัพท์มีค่าเป็นเลขศูนย์ (รูปขวา)



รูปที่ 6 ศัลยแพทย์ขยับด้ามจับให้แนว B/Braun-Aesculap alignment guide ขนานกับ pelvic alignment pin โดยมองจากด้านบนลงมา (รูปซ้าย) ผู้ช่วยนำโทรศัพท์ซึ่งเปิดใช้งาน Spirit Level application วางทาบลงบนแท่งโลหะแล้วขยับด้ามจับขึ้นลงในแนวตั้งจนกระทั่งมุมของระดับน้ำมีค่าเป็นศูนย์ (รูปขวา)



รูปที่ 7 การประเมินด้วยภาพถ่ายรังสี ให้หาเส้นปากขอบของ acetabular cup ที่เป็นรูปวงรี, radiographic inclination คือมุมระหว่าง long axis ของรูปวงรีกับ teardrop line (รูปซ้าย), radiographic anteversion คำนวณจากสูตร $\arcsin [h/D / (m/D - m^2/D^2)^{1/2}]$ (รูปขวา)

double bar ด้วยสถิติ t-test และ Wilcoxon's rank sum test วิเคราะห์ความสอดคล้องของผู้ประเมินคนเดียวกันและต่างคนกัน (intra-and

inter-observer consistency) ด้วย Pearson's correlation coefficient กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติ ที่ $p < 0.05$

ตารางที่ 1 มุม inclination และ anteversion เปรียบเทียบระหว่างการใช้อุปกรณ์เล็งแนวเพียงอย่างเดียว (ไม่ใช่ smartphone) กับการใช้ร่วมกับ smartphone

การวางเบ้าสะโพกเทียม	ไม่ใช่ smartphone	ใช้ smartphone	ค่า p
มุม inclination (องศา)			
- อุปกรณ์เล็งแนว X-bar			
mean (SD)	47.5 (1.5)	44.9 (0.6)	<0.001
range (95% CI)	44.9-51.1 (47.1-48.0)	42.8-46.5 (44.8-45.1)	
- อุปกรณ์เล็งแนว double bar			
mean (SD)	46.3 (1.4)	45.6 (1.0)	0.004
range (95% CI)	43.6-49.5 (45.9-46.7)	43.5-47.9 (45.3-45.9)	
มุม anteversion (องศา)			
- อุปกรณ์เล็งแนว X-bar			
mean (SD)	10.6 (2.0)	12.6 (2.6)	<0.001
range (95% CI)	7.5-14.9 (10.1-11.2)	8.5-18.8 (11.8-13.3)	
- อุปกรณ์เล็งแนว double bar			
mean (SD)	9.3 (1.7)	10.1 (2.5)	0.208
range (95% CI)	4.8-13.4 (8.8-9.8)	6.1-15.0 (9.4-10.8)	

ตารางที่ 2 มุม inclination และ anteversion เปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์เล็งแนวชนิด X-bar กับ double bar

การวางเบ้าสะโพกเทียม	ชนิด X-bar	ชนิด double bar	ค่า p
มุม inclination (องศา)			
- ไม่ใช่ smartphone			
mean (SD)	47.5 (1.5)	46.3 (1.4)	<0.001
range (95% CI)	44.9-51.1 (47.1-48.0)	43.6-49.5 (45.9-46.7)	
- ใช้ smartphone			
mean (SD)	44.9 (0.6)	45.6 (1.0)	0.001
range (95% CI)	42.8-46.5 (44.8-45.1)	43.5-47.9 (45.3-45.9)	
มุม anteversion (องศา)			
- ไม่ใช่ smartphone			
mean (SD)	10.6 (2.0)	9.3 (1.7)	<0.001
range (95% CI)	7.5-14.9 (10.1-11.2)	4.8-13.4 (8.8-9.8)	
- ใช้ smartphone			
mean (SD)	12.6 (2.6)	10.1 (2.5)	<0.001
range (95% CI)	8.5-18.8 (11.8-13.3)	6.1-15.0 (9.4-10.8)	

ผลการศึกษา

การวางตำแหน่งของเบ้าสะโพกเทียมโดยใช้อุปกรณ์เล็งแนวเพียงอย่างเดียวมีค่าเฉลี่ยของมุม radiographic inclination มากกว่าการใช้ร่วมกับ smartphone อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งอุปกรณ์เล็งแนวชนิด X-bar [47.5 (SD 1.5) vs 44.9 (SD 0.6) องศา, $p < 0.001$] และ double bar [46.3 (SD 1.4) vs 45.6 (SD 1.0) องศา, $p = 0.004$] แต่มีค่าเฉลี่ยของมุม radiographic anteversion น้อยกว่าเมื่อใช้อุปกรณ์เล็งแนวชนิด X-bar [10.6 (SD 2.0) vs 12.6 (SD 2.6) องศา, $p < 0.001$] และไม่แตกต่างกันในชนิด double bar [9.3 (SD 1.7) vs 10.1 (SD 2.5) องศา, $p = 0.208$] (ตารางที่ 1)

การวางเบ้าสะโพกเทียมโดยใช้อุปกรณ์เล็งแนวชนิด X-bar มีค่าเฉลี่ยของมุม radiographic inclination และ anteversion มากกว่าชนิด double bar อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใช้อุปกรณ์เล็งแนวเพียงอย่างเดียว [inclination 47.5 (SD 1.5) vs 46.3 (SD 1.4) องศา, $p < 0.001$ และ anteversion 10.6 (SD 2.0) vs 9.3 (SD 1.7) องศา, $p < 0.001$] แต่เมื่อใช้ร่วมกับ smartphone พบว่ามุม inclination มีค่าน้อยกว่า [44.9 (SD 0.6) vs 45.6 (SD 1.0) องศา, $p = 0.001$] และมุม anteversion มีค่ามากกว่าชนิด double bar อย่างมีนัยสำคัญ [12.6 (SD 2.6) vs 10.1 (SD 2.5) องศา, $p < 0.001$] (ตารางที่ 2)

การวัดมุม inclination มีความสอดคล้องของผู้ประเมินอยู่ในระดับสูง กล่าวคือ Pearson's correlation coefficient (ค่า r) ของผู้ประเมินต่างคนกันและคนเดียวกันมีค่า 0.872 และ 0.883 ตามลำดับ การวัดมุม anteversion มีความสอดคล้องของผู้ประเมินอยู่ในระดับสูงมาก ($r = 0.941$ และ 0.953 สำหรับผู้ประเมินต่างคนกันและคนเดียวกันตามลำดับ)

วิจารณ์

การวางเบ้าสะโพกเทียมโดยใช้อุปกรณ์เล็งแนวร่วมกับ smartphone มีค่าเฉลี่ยของมุม radiographic inclination ใกล้เคียงกับมุม inclination 45 องศา ที่ระบุบนอุปกรณ์เล็งแนวของบริษัทผู้ผลิต (44.9 องศาสำหรับ Zimmer และ 45.6 องศาสำหรับ B/Braun-Aesculap alignment guide) กล่าวคือ มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 องศา ซึ่งน้อยกว่าการศึกษาของ Minoda และคณะ⁽⁶⁾ ที่พบว่า Zimmer alignment guide ให้มุม radiographic inclination มากกว่ามุมที่ระบุไว้ 2 องศา และการศึกษาของ Jolles และคณะ⁽⁷⁾ ที่พบว่าอุปกรณ์เล็งแนวชนิด double bar มีความคลาดเคลื่อนของมุม radiographic inclination 4 องศา สำหรับมุม radiographic anteversion พบว่ามีค่าน้อยกว่ามุม anteversion 20 องศาที่ระบุบนอุปกรณ์เล็งแนวของบริษัทผู้ผลิต (Zimmer 12.6 องศา และ B/Braun-Aesculap 10.1 องศา) กล่าวคือ มีความคลาดเคลื่อน 7.4-9.9 องศา ซึ่งมากกว่าการศึกษาของ Minoda และคณะ⁽⁶⁾ ที่พบว่า Zimmer alignment guide ให้มุม radiographic anteversion น้อยกว่ามุมที่ระบุไว้ 6 องศา และการศึกษาของ Jolles และคณะ⁽⁷⁾ ที่พบว่าอุปกรณ์เล็งแนวชนิด double bar มีความคลาดเคลื่อนของมุม radiographic anteversion 8 องศา ความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์เล็งแนวนี้อธิบายได้จากสมการทางคณิตศาสตร์และ nomogram ของ Murrey⁽⁹⁾ ที่เปรียบเทียบมุมของเบ้าสะโพกเทียมตาม operative definition และ radiographic definition ซึ่งพบว่า ตำแหน่งมุม operative inclination 45 องศาและ anteversion 20 องศาจะแปลงได้เป็นมุม radiographic inclination 46.7 องศาและ anteversion 13.7 องศา กล่าวคือมุม inclination จากภาพถ่าย

รังสีจะมากกว่ามุม inclination ที่วัดจากอุปกรณ์ เล็งแนวขณะผ่าตัด 1.7 องศาและมุม anteversion จากภาพถ่ายรังสีจะน้อยกว่ามุม anteversion ที่วัด จากอุปกรณ์เล็งแนวขณะผ่าตัด 6.3 องศา ดังนั้น ศัลยแพทย์จึงควรระวังไว้เสมอถึงความคลาดเคลื่อน นี้ ถึงแม้ค่ามุมที่ได้จากภาพรังสีนั้นจะยังคงอยู่ใน Lewinnek safe zone ก็ตาม โดยเฉพาะในกรณีที่ทำผ่าตัด ผู้ป่วยด้วย posterior approach ในท่านอนตะแคง และมีการหดรั้งของเนื้อเยื่อรอบข้อสะโพกมาก⁽¹⁰⁾ การดึง anterior retractor และ inferior retractor ของผู้ช่วยผ่าตัดจะทำให้กระดูกเชิงกรานหมุนเอียง ไปทางด้านหน้าและลงไปทางปลายเท้ามากขึ้น ทำให้เบ้าสะโพกอยู่ในตำแหน่งที่มีมุม anteversion เพิ่มขึ้นและ inclination ลดลง หากศัลยแพทย์ยังคง เล็ง alignment guide ให้วางขนานไปกับพื้นโลกและ แนวลำตัวของผู้ป่วยเช่นเดิมแล้วโดยไม่ขยับด้ามจับ ไปในทิศทางเดียวกันเพื่อชดเชยมุมของกระดูก เชิงกรานที่เปลี่ยนไปก็อาจทำให้มุม radiographic inclination เกิน 50 องศาและมุม anteversion น้อยกว่า 5 องศาได้

เมื่อใช้อุปกรณ์เล็งแนวเพียงอย่างเดียวใน การวางตำแหน่งของเบ้าสะโพกเทียบพบว่า มุม radiographic inclination มีความคลาดเคลื่อน เฉลี่ย 2.5 องศาในชนิด X-bar และ 1.3 องศาใน ชนิด double bar โดยที่มุม inclination พบได้สูงสุด ถึง 49.5-51.1 องศาแต่เมื่อใช้ร่วมกับ smartphone พบว่า ความคลาดเคลื่อนลดลงเหลือเพียง 0.6-1 องศาโดยมีมุม inclination สูงสุด 47.9 องศา การใช้ Spirit Level application ใน smartphone มาช่วย ลดความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือผ่าตัดที่ต้องใช้ การคาดคะเนด้วยสายตานั้นมีหลักการเช่นเดียวกับการใช้มาตรวัดระดับน้ำหรือมาตรวัดระดับความเอียง

(inclinometer) ในงานก่อสร้าง ดังเช่นการศึกษาของ Vendittoli และคณะ⁽¹¹⁾ ที่นำ inclinometer โลหะ มายึดติดกับด้ามจับ acetabular positioner เพื่อ บอกความเอียงในแนวตั้งโดยใช้ลูกตุ้มเป็นเข็มชี้ บอกมุมบนหน้าปัดตามแรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อ ทดลองในโครงกระดูกศพและวัดมุมด้วยภาพถ่าย รังสีพบว่า มุม inclination มากกว่ามุมเป้าหมาย 2.2 ± 3.8 องศา เมื่อเทียบกับการวางโดยคาดคะเน ด้วยสายตาที่มีความคลาดเคลื่อน 4.4 ± 11.4 องศา และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Peters และ คณะ⁽¹²⁾ ที่ใช้ level indicator application ของ โทรศัพท์ iPhone มาช่วยกำหนดมุม inclination โดยนำโทรศัพท์ไปวางทาบกับด้ามจับ acetabular positioner ให้เอียง 40 องศา ประเมินผลด้วยภาพรังสี หลังผ่าตัดในผู้ป่วย 50 รายพบว่า มุม radiographic inclination มีค่าเฉลี่ย 40 องศา (พิสัย 26-45 องศา) การวิจัยนี้ใช้โปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานร่วมกับ accelerator sensor ในโทรศัพท์ Oppo เช่นเดียวกับ โทรศัพท์ iPhone ในการศึกษาของ Peters และ คณะ แทนการใช้ inclinometer โลหะที่ต้องออกแบบ และสั่งเป็นการเฉพาะดังที่ใช้ในการศึกษาของ Vendittoli และคณะ เนื่องจากอ่านค่ามุมได้ละเอียด ใช้งานง่าย น้ำหนักเบา เครื่องโทรศัพท์หาซื้อได้ ทั่วไป และราคาไม่แพง สามารถนำมาใช้ในการ ผ่าตัดจริงได้โดยบรรจุลงในซองซิปลิที่ผ่านการฆ่า เชื้อแล้ว

มุม radiographic anteversion มีความคลาด เคลื่อนน้อยที่สุดเมื่อใช้อุปกรณ์เล็งแนวชนิด X-bar ร่วมกับ smartphone และคลาดเคลื่อนมากที่สุด เมื่อใช้อุปกรณ์เล็งแนวชนิด double bar เล็งแนว เพียงอย่างเดียว อธิบายได้ว่า อุปกรณ์เล็งแนว ชนิด X-bar มีความยาวของแท่งโลหะมากกว่าชนิด

double bar ถึง 3 เท่า ทำให้เล็งแนวได้ง่ายกว่า และการทดลองในกลุ่มที่ใช้ร่วมกับ smartphone ได้มีการติดตั้ง pelvic alignment pin ที่ปุ่มกระดูก anterior superior iliac spine ให้แนวแกนของ pin ขนานไปกับขอบเตียงเพื่อเป็นจุดอ้างอิงสำหรับการเล็งแนวได้แม่นยำกว่าแนวขอบเตียงจริงๆ ที่ถูกล้อมทับด้วยผ้าปูผ่าตัดที่ยับและอาจมองเห็นได้ไม่ชัดเจนนัก ซึ่งการติดตั้ง pelvic alignment pin นี้ใช้หลักการเดียวกันกับ acetabular alignment guide ที่ใช้ในการศึกษาของ Kanoh และคณะ⁽¹³⁾ ซึ่งพบว่าช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวางตำแหน่งของเบ้าสะโพกเทียม

ข้อจำกัดของการศึกษานี้ก็คือ เป็นการศึกษาในโครงกระดูกพลาสติกที่มีความยืดหยุ่นไม่เหมือนกระดูกจริง รูปร่างขนาดความสมมาตรไปบ้างเมื่อดูจากภาพถ่ายรังสี ศัลยแพทย์ไม่ได้ถอดด้ามจับออกจากเบ้าสะโพกเทียมก่อนที่จะถ่ายภาพรังสีแต่ละครั้งเนื่องจากไม่ได้ตอกเบ้าสะโพกเทียมให้ยึดแน่นเข้าไปในโครงกระดูกพลาสติกดังเช่นการศึกษาก่อนหน้านี้ที่ทำในกระดูกศพหรือผู้ป่วยจริง อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ติด long K-wire ไว้กับจอร์รับภาพรังสีให้แนวของ K-wire ตั้งฉากกับพื้นโลกและทอดผ่าน teardrop line พอดีเพื่อใช้แนวของ K-wire เป็นจุด

อ้างอิงและเพิ่มความแม่นยำในการวัดมุม inclination นอกจากนี้การศึกษาในโครงกระดูกพลาสติกที่ยึดตรึงกับเตียงอย่างมั่นคงให้ระนาบ anterior pelvic plane ขนานกับขอบเตียงเพื่อให้เบ้าสะโพกอยู่ในตำแหน่งมาตรฐานในการถ่ายภาพรังสี อาจไม่เหมือนสภาพจริงในการผ่าตัดผู้ป่วยที่ไม่สามารถจัดทำมาตรฐานเช่นนี้บนเตียงผ่าตัดหรืออาจมีการเคลื่อนขยับของกระดูกเชิงกรานขณะผ่าตัด ซึ่งควรมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

สรุป

โทรศัพท์มือถืออัจฉริยะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวางตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียมโดยลดความคลาดเคลื่อนของมุม radiographic inclination จาก 1.3-2.5 องศาเหลือเพียง 0.1-0.6 องศาและมุม anteversion จาก 9.4-10.7 องศาเหลือ 7.4-9.9 องศา การใช้ร่วมกับอุปกรณ์เล็งแนวชนิดก้านยาวมีความแม่นยำกว่าชนิดก้านสั้นทั้งมุม inclination และ anteversion

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการส่งเสริมงานวิจัย รพ.ลำปางที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Paterno SA, Lachiewicz PF, Kelley SS. The influence of patient-related factors and the position of the acetabular component on the rate of dislocation after total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:1202-10.
2. Del Schutte H Jr, Lipman AJ, Bannar SM, Livermore JT, Ilstrup D, Morrey BF. Effects of acetabular abduction on cup wear rates in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 1998;13:621-6.
3. Kennedy JG, Rogers WB, Soffe KE, Sullivan RJ, Griffen DG, Sheehan LJ. Effect of acetabular component orientation on recurrent dislocation, pelvic osteolysis, polyethylene wear, and component migration. *J Arthroplasty* 1998;13:530-4.
4. Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr R, Compere CL, Zimmerman JR. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60(2):217-20.
5. Callanan MC, Jarrett B, Bragdon CR, Zurakowski D, Rubash HE, Freiberg AA, et al. The John Charnley Award: risk factors for cup malpositioning: quality improvement through a joint registry at a tertiary hospital. *Clin Orthop Relat Res* 2011;469(2):319-29.
6. Minoda Y, Ohzono K, Aihara M, Umeda N, Tomita M, Hayakawa K. Are acetabular component alignment guides for total hip arthroplasty accurate?. *J Arthroplasty* 2010;25(6):986-9.
7. Jolles BM, Genoud P, Hoffmeyer P. Computer-assisted cup placement techniques in total hip arthroplasty improve accuracy of placement. *Clin Orthop Relat Res* 2004;426:174-9.
8. Hassan DM, Johnston GH, Dust WN, Watson G, Dolovich AT. Accuracy of intraoperative assessment of acetabular prosthesis placement. *J Arthroplasty* 1998;13(1):80-4.
9. Murray DW. The definition and measurement of acetabular orientation. *J Bone Joint Surg Br* 1993;75(2):228-32.
10. Digioia III AM, Jaramaz B, Plakseychuk AY, Moody JE Jr, Nikou C, Labarca RS, et al. Comparison of a mechanical acetabular alignment guide with computer placement of the socket. *J Arthroplasty* 2002;17:359-64.
11. Vendittoli PA, Duval N, Stitson DJ, Mâsse B. Vertical acetabular positioning with an inclinometer in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2002;17(7):936-41.
12. Peters FM, Greeff R, Goldstein N, Frey CT. Improving acetabular cup orientation in total hip arthroplasty by using smartphone technology. *J Arthroplasty* 2012;27(7):1324-30.
13. Kanoh T, Hasegawa Y, Masui T, Yamaguchi J, Kawabe K, Ishiguro N. Accurate acetabular component orientation after total hip arthroplasty using an acetabular alignment guide. *J Arthroplasty* 2010;25(1):81-6.

Smartphone Improves Accuracy of Alignment Guide for Acetabular Cup Positioning: a Study in Plastic Bone Model

Hemmaraj Sukapan M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Lampang Hospital, Lampang, Thailand

Lampang Med J 2014; 35(2): 56-67

Abstract

Background: Total hip arthroplasty requires accuracy of acetabular cup positioning. Traditional acetabular alignment guide is mostly relied on surgeon's perception and probably cause error. Use of smartphone with angle measurement application may increase its accuracy.

Objective: To determine the accuracy of acetabular cup positioning with 2 types of alignment guides (X-bar and double bar), comparing between alignment guide alone and combined with smartphone.

Material and method: The pelvis plastic model was fixed to the x-ray table in lateral position. Ten surgeons placed acetabular cups at the target angle of operative inclination 45° and anteversion 20° by using 2 types of alignment guides. Thereafter, the cups were placed by using alignment guide combined with smartphone. Standard AP radiographs were taken and each surgeon repeated cup placement 5 times per technique. Radiographic inclination and anteversion were measured by using PACS program. Comparison between each techniques were analyzed by t-test and Wilcoxon's rank sum test.

Results: The cups positioned by alignment guide alone had more inclination than by using with smartphone significantly in both X-bar type [47.5° (SD 1.5°) vs 44.9° (SD 0.6°), $p < 0.001$] and double bar type [46.3° (SD 1.4°) vs 45.6° (SD 1.0°), $p = 0.004$]. They also had less anteversion in X-bar type [10.6° (SD 2.0°) vs 12.6° (SD 2.6°), $p < 0.001$] and double bar type [9.3° (SD 1.7°) vs 10.1° (SD 2.5°), $p = 0.208$]. Using alignment guide combined with smartphone yielded cup position in less inclination in X-bar type ($p = 0.001$) and more anteversion in double bar type ($p < 0.001$).

Conclusion: Smartphone improved the accuracy of alignment guide for positioning acetabular cup by significantly reduced error of radiographic inclination and anteversion. Using with the X-bar alignment guide was more accurate than the double bar guide.

Keywords: Acetabular cup position, Alignment guide, Smartphone