

ความแม่นยำของการใช้โทรศัพท์มือถืออัจฉริยะช่วยในการวางตำแหน่ง
เบ้าสะโพกเทียม: เปรียบเทียบระหว่าง 2 โปรแกรมประยุกต์และระบบปฏิบัติการ

นรินทร์ ประสพโชค พ.บ.

กลุ่มงานศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลลำปาง

บทคัดย่อ

ภูมิหลัง: การผ่าตัดข้อสะโพกเทียมในปัจจุบัน นิยมวางตำแหน่งเบ้าสะโพกโดยใช้การเล็ง alignment guide ด้วยสายตาซึ่งมีความคลาดเคลื่อนได้ จึงมีการใช้โทรศัพท์ iPhone ที่ติดตั้งโปรแกรมประยุกต์มาช่วยในการเล็งแนว พบว่ามีความแม่นยำขึ้น

วัตถุประสงค์: เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำในการวางตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียมโดยใช้โปรแกรมประยุกต์เดี่ยวในโทรศัพท์ Android 1 เครื่องร่วมกับ alignment guide กับการใช้โปรแกรมประยุกต์คู่ในโทรศัพท์ iPhone 2 เครื่อง

วัสดุและวิธีการ: เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้โครงกระดูกเชิงกรานพลาสติกจัดทำอนตะแคง ศัลยแพทย์แต่ละคน (อาจารย์แพทย์ 5 คนและแพทย์ซัดใช้ทุน 5 คน) ใช้ด้ามจับ insertion rod ต่อกับ cementless cup นำไปวางในเบ้าสะโพกคนละ 20 ครั้ง เล็งแนวด้วย 2 วิธีคือ วิธีแรกใช้ 1 โปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์ Android 1 เครื่องวางทาบไปกับ alignment guide วิธีที่สองใช้ 2 โปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์ iPhone 2 เครื่องวางทาบไปกับ insertion rod และขนานกับขอบเตียง กำหนดมุมเป้าหมาย 2 ตำแหน่งคือ operative inclination 45°/operative anteversion 20° (OI45°/OA20°) และ OI40°/OA30° ถ่ายภาพรังสีแล้ววัดมุม radiographic inclination (RI) และ radiographic anteversion (RA) ด้วยโปรแกรม PACS วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของมุมในการวางเบ้า เปรียบเทียบแต่ละวิธีและระหว่างกลุ่มอาจารย์แพทย์กับแพทย์ซัดใช้ทุนด้วยสถิติ t-test และ Mann-Whitney U test

ผลการศึกษา: การใช้โทรศัพท์ Android ทำให้เบ้าสะโพกเทียมที่มุมเป้าหมาย OI45°/OA20° มีค่ามุม RI น้อยกว่าโทรศัพท์ iPhone ($44.9^\circ \pm 0.6^\circ$ vs $45.8^\circ \pm 1.1^\circ$, $p < 0.001$) แต่มีค่าเฉลี่ยของมุม RA มากกว่า ($12.6^\circ \pm 2.6^\circ$ vs $11.0^\circ \pm 3.1^\circ$, $p = 0.009$) เมื่อเปลี่ยนมุมเป็น OI40°/OA30° พบว่ามุม RI และ RA ไม่แตกต่างกันระหว่างโทรศัพท์ทั้ง 2 ระบบ ($p = 0.524$ และ 0.526 ตามลำดับ) เบ้าสะโพกเทียมในกลุ่มอาจารย์แพทย์มีมุม RA มากกว่ากลุ่มแพทย์ซัดใช้ทุน ($13.0^\circ \pm 2.8^\circ$ vs $10.6^\circ \pm 2.7^\circ$, $p < 0.001$) ที่มุมเป้าหมาย OI45°/OA20° แต่มุม RI ไม่ต่างกัน ($p = 0.929$) เมื่อเปลี่ยนเป็น OI40°/OA30° พบว่ากลุ่มอาจารย์แพทย์มีมุม RI และ RA มากกว่า [RI $43.7^\circ \pm 1.5^\circ$ vs $42.7^\circ \pm 1.4^\circ$, $p = 0.001$ และ RA $18.2^\circ \pm 2.9^\circ$ vs $14.3^\circ \pm 3.2^\circ$, $p < 0.001$] การลดมุม OI 5° และเพิ่มมุม OA 10° ทำให้ได้มุม RI ลดลง 2°-3° และมุม RA เพิ่มขึ้น 4°-5°

สรุป: โทรศัพท์มือถืออัจฉริยะระบบ Android ที่ใช้โปรแกรมประยุกต์เดี่ยวมีความแม่นยำในการวางตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียมมากกว่าระบบ iPhone ที่ใช้โปรแกรมประยุกต์คู่ที่มุมเป้าหมาย OI45°/OA20° แต่ไม่แตกต่างกันที่มุม OI40°/OA30°

คำสำคัญ: โทรศัพท์มือถืออัจฉริยะ, โปรแกรมประยุกต์, ตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียม, ข้อสะโพกเทียม

ติดต่อบทความ: นพ.นรินทร์ ประสพโชค กลุ่มงานศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์ รพ.ลำปาง 280 ถ.พหลโยธิน ต.หัวเวียง อ.เมือง จ.ลำปาง 52000 โทร. 0-5423-7400 ต่อ 5121, E-mail: narataun@yahoo.com

บทนำ

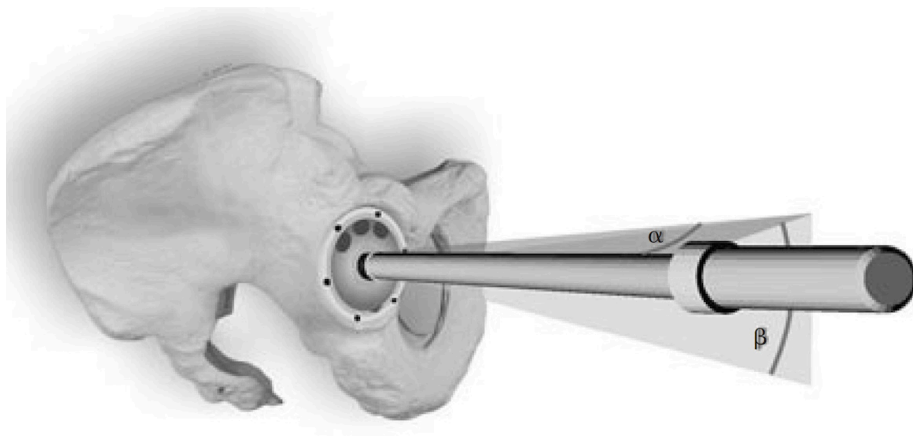
ตำแหน่งของเบ้าสะโพกเทียม (acetabular cup orientation) เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการผ่าตัดเปลี่ยนข้อสะโพกเทียม (total hip arthroplasty) ทั้งพิสัยการเคลื่อนไหวของข้อ, การเคลื่อนไหวหลุดภายหลังการผ่าตัด, การสึกกร่อนของวัสดุรองเบ้า (polyethylene wear) และการขยับของเบ้าสะโพกเทียม (cup migration)⁽¹⁻³⁾ สาเหตุที่สำคัญของการวางเบ้าสะโพกเทียมผิดตำแหน่ง (malposition) ได้แก่ การเอียงของกระดูกเชิงกรานของผู้ป่วยเมื่อจัดท่านอนบนเตียงก่อนผ่าตัดและมีการเคลื่อนขยับไปจากเดิมขณะผ่าตัด⁽⁴⁾ รวมทั้งความคลาดเคลื่อนของการใช้อุปกรณ์เล็งแนวขณะผ่าตัด^(5,6)

โดยทั่วไปแล้วศัลยแพทย์จะวางตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียมโดยใช้ alignment guide ของบริษัทผู้ผลิตข้อเทียม เล็งด้วยสายตาให้แนวแกนของแท่งโลหะวางขนานไปกับแนวลำตัวของผู้ป่วยและพื้นโลก ทำให้ด้ามจับ insertion rod มีมุมเปิดขึ้นบน (inclination) 45° และมุมหงายไปด้านหน้า (anteversion) 20° (รูปที่ 1) ซึ่งเป็นมุมที่ศัลยแพทย์ใช้เล็งแนวในขณะผ่าตัด (เรียกชื่อว่ามีมุม operative inclination และ operative anteversion ตามลำดับ) ในขณะที่ตำแหน่งของเบ้าสะโพกเทียมที่เหมาะสมนั้นเมื่อวัดจากภาพถ่ายรังสีควรมีมุม inclination 40°±10° และ anteversion 15°±10°⁽⁷⁾ จากรายงานการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า มีเบ้าสะโพกเทียมร้อยละ 25.7-70.5 ถูกวางในตำแหน่งที่เหมาะสมในโซนดังกล่าว⁽⁸⁾

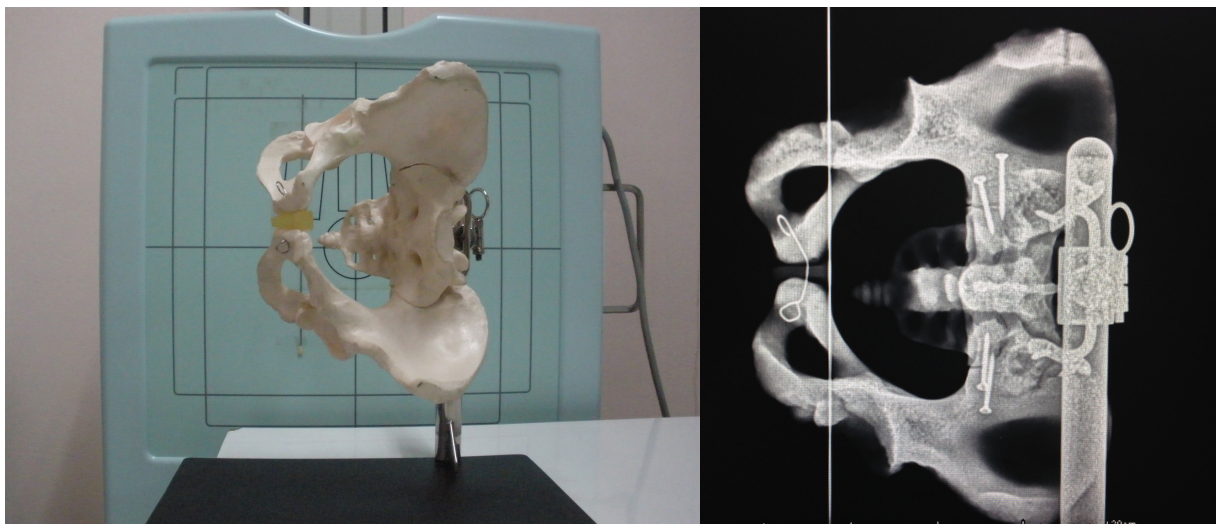
เพื่อลดปัญหาเบ้าสะโพกเทียมวางผิดตำแหน่ง จึงได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยนำร่องสำหรับการผ่าตัด (computer navigation) ซึ่งผลการศึกษาในผู้ป่วยพบว่ามีความแม่นยำกว่าการใช้ alignment guide หรือคาดคะเนด้วยสายตา^(9,10) เนื่องจาก computer navigation ในปัจจุบันมีราคาประมาณ 8-10 ล้านบาท มีการใช้งานอยู่ในโรงพยาบาลไม่กี่แห่งในประเทศไทยได้มีความพยายาม

ในการใช้เทคโนโลยีจากโทรศัพท์มือถืออัจฉริยะ หรือ smartphone (ซึ่งได้ถูกมองว่าเป็นคอมพิวเตอร์พกพาที่ทำงานในลักษณะของโทรศัพท์เคลื่อนที่) มาช่วยผ่าตัดโดยติดตั้งโปรแกรมประยุกต์ (application) เพื่อเพิ่มความสามารถของโทรศัพท์ อีกทั้งมีราคาไม่แพงและหาซื้อได้ทั่วไป จึงมีความน่าสนใจที่จะนำมาใช้เพื่อการวางตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียม

Peters และคณะ⁽¹¹⁾ ได้ใช้ accelerator function ของโทรศัพท์ iPhone ใน Level Indicator application มาช่วยกำหนดมุม inclination โดยนำโทรศัพท์ไปวางทาบกับด้ามจับ insertion rod ให้เอียง 40° และใช้ camera function ใน Protractor application มาช่วยกำหนดมุม anteversion โดยมองภาพในกล้องโทรศัพท์จากด้านบนลงมาที่พื้นเตียงผ่าตัด ให้ขอบแนวเครื่องโทรศัพท์ทำมุม 15° กับ insertion rod ประเมินผลด้วยภาพรังสีหลังผ่าตัด พบว่ามีมุม inclination ของเบ้าสะโพกเทียมในผู้ป่วย 50 รายมีค่าเฉลี่ย 40° และ anteversion อยู่ในช่วงที่เหมาะสมทุกราย อย่างไรก็ตามการใช้ smartphone application ของ Peters และคณะเพื่อเล็งแนวของ insertion rod โดยไม่ใช้ alignment guide ช่วยเล็งแนวเลยนั้น ต้องใช้ผู้ช่วย 2 คนถือโทรศัพท์ iPhone 2 เครื่องที่เปิด 2 application พร้อมกันจึงจะแม่นยำและทันเวลาจริง (real time) ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าจะหากใช้โทรศัพท์เครื่องเดียวที่มี 1 application วางทาบไปกับ alignment guide จะให้ความแม่นยำในการวางตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียมแตกต่างกันหรือไม่ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแม่นยำในการวางตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียมด้วยการใช้ smartphone 2 วิธีคือ วิธีแรกใช้ application เดียวในโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android 1 เครื่องวางทาบไปกับ alignment guide และวิธีที่สองใช้ 2 application ในโทรศัพท์ iPhone 2 เครื่องวางทาบไปกับ insertion rod (โดยไม่ใช้ alignment guide) แล้วประเมินผลด้วยการวัดมุมจากภาพถ่ายรังสีเปรียบเทียบกัน



รูปที่ 1 การวางตำแหน่งของเบ้าสะโพกเทียมในท่าผู้ป่วยนอนตะแคงเมื่อมองจากเพดานลงมา operative inclination (OI) คือมุมระหว่าง insertion rod กับพื้นโลก (alpha), operative anteversion (OA) คือมุมระหว่างด้ามจับกับเส้นแนวลำตัวของผู้ป่วย (beta)

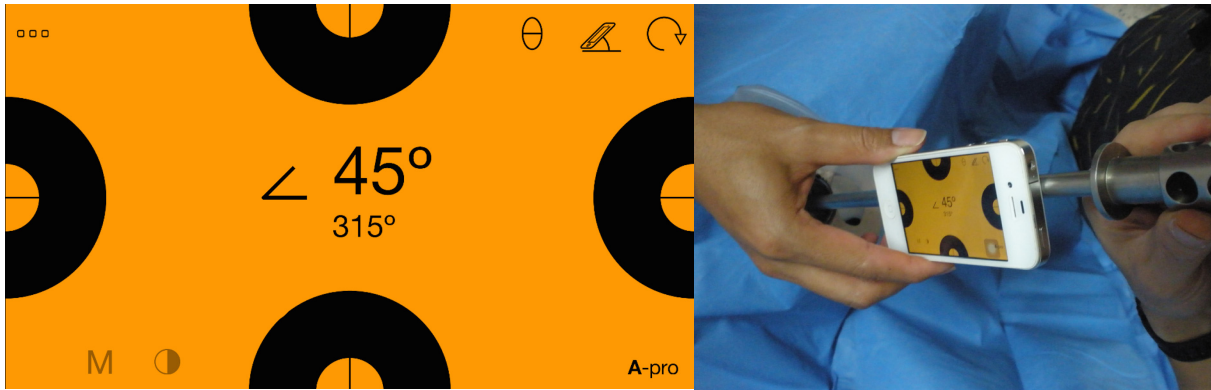


รูปที่ 2 โครงกระดูกเชิงกรานพลาสติกยึดกับเตียงด้วยฐานเหล็กในท่า lateral decubitus หันด้านหน้า เข้าหา x-ray tube ให้ระนาบ anterior pelvic plane ตั้งฉากกับแนว x-ray tube (รูปซ้าย) และแนว teardrop line ตั้งฉากกับพื้นโลกโดยดูจากเงาของ long K-wire ในภาพรังสี (รูปขวา)

วัสดุและวิธีการ

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental study) โดยใช้โครงกระดูกเชิงกรานพลาสติกขนาดมาตรฐาน จัดท่าให้เหมือนกับผู้ป่วยนอนตะแคง (lateral decubitus) ด้วยการยึดตรึงกับเตียงและหันด้านหน้าเข้าหา x-ray tube ให้ระนาบ anterior pelvic plane (กำหนดจาก 3 จุดคือ anterior superior iliac

spine 2 ข้างและขอบหน้าของ pubic symphysis) ตั้งฉากกับแนว x-ray tube ติด long K-wire ไว้กับจอร์รับภาพรังสีด้วยเทปกาวให้แนวของ K-wire ตั้งฉากกับพื้นโลก (โดยใช้ไม้วัดระดับน้ำเป็นเครื่องมืออ้างอิง) และผ่านขอบล่างของ medial wall of acetabulum ทั้ง 2 ข้าง (teardrop line) พอดีเมื่อดูจากภาพรังสี (รูปที่ 2)



รูปที่ 3 ผู้ช่วยคนแรกนำโทรศัพท์ iPhone ซึ่งเปิดใช้งาน Angle Pro application (รูปซ้าย) ไปวางทาบกับ insertion rod ให้เอียง 45° (รูปขวา)



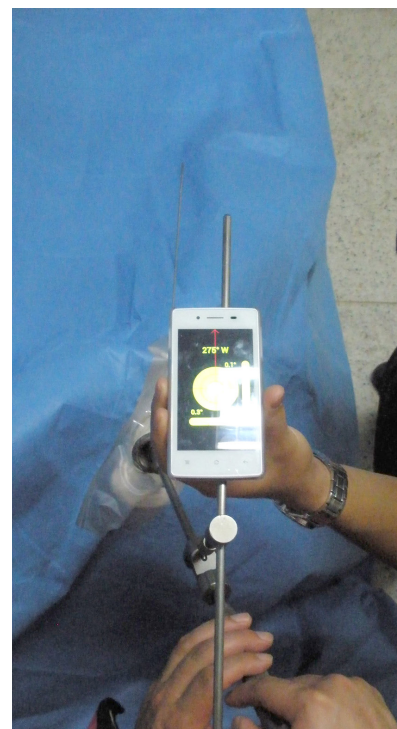
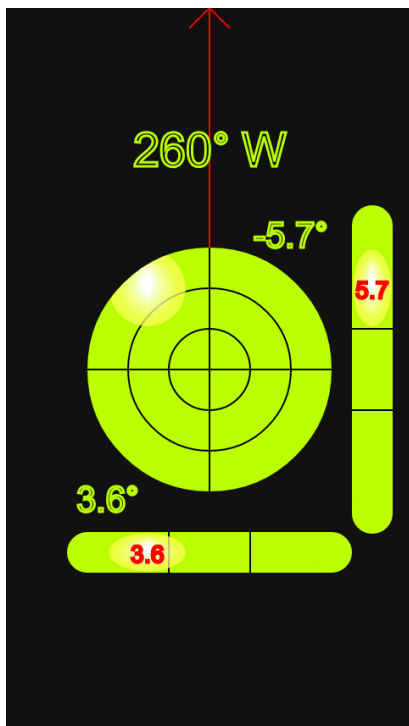
รูปที่ 4 ผู้ช่วยคนที่สองนำโทรศัพท์ iPhone อีกเครื่องหนึ่งซึ่งเปิดใช้งาน Protractor application (รูปซ้าย) มาช่วยกำหนดมุม anteversion โดยมองภาพในกล้องโทรศัพท์จากด้านบนลงมาที่พื้นเตียง เล็งแนวให้เส้นขอบล่างของหน้าจอโทรศัพท์ขนานไปกับขอบเตียง ศัลยแพทย์ขยับ insertion rod ในแนวระนาบให้ขนานกับแนวเส้น 20° ที่เห็นจากหน้าจอโทรศัพท์

นำผ้าสังเคราะห์มาคลุมโครงกระดูกและเจาะรูไว้เฉพาะบริเวณเบ้าสะโพกให้เสมือนขณะผ่าตัดจริง ประกอบด้ามจับ insertion rod เข้ากับ cementless cup ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มม. ให้ศัลยแพทย์คนแรกนำไปวางให้แนบกับเบ้าสะโพก ผู้ช่วยคนแรกนำโทรศัพท์ iPhone เครื่องหนึ่งซึ่งเปิดใช้งาน Angle Pro application (5FUF5 Co) ไปวางทาบกับ insertion rod ให้เอียง 45° (รูปที่ 3) ผู้ช่วยคนที่สองนำโทรศัพท์ iPhone อีกเครื่องหนึ่งซึ่งเปิดใช้งาน camera function ใน Protractor application (iTech Developers Inc) มาช่วยในการกำหนดมุม anteversion 20° โดยมองภาพในกล้องโทรศัพท์จากด้านบนลงมาที่พื้นเตียง (top view)

วางแนวให้เส้นขอบล่างของหน้าจอโทรศัพท์ขนานไปกับขอบเตียง (รูปที่ 4) ศัลยแพทย์ขยับ insertion rod ในแนวระนาบให้ขนานกับแนวเส้น 20° ที่เห็นจากหน้าจอโทรศัพท์ ถ่ายภาพรังสีโครงกระดูกในแนว AP view ศัลยแพทย์ดึง insertion rod และ cup ออกจากเบ้าสะโพก แล้วนำไปวางใหม่ด้วยวิธีการเช่นเดิมและถ่ายภาพรังสีซ้ำจนครบ 5 ครั้ง แล้วจึงเปลี่ยนมุมของ Angle Pro application จาก 45° เป็น 40° และมุมของ Protractor application จาก 20° เป็น 30° ถ่ายภาพรังสีซ้ำจนครบ 5 ครั้ง หลังจากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นศัลยแพทย์คนที่ 2-10 ทำเช่นเดียวกันจนครบ 10 คน (อาจารย์แพทย์ 5 คน, แพทย์ซดใช้ทุน 5 คน)

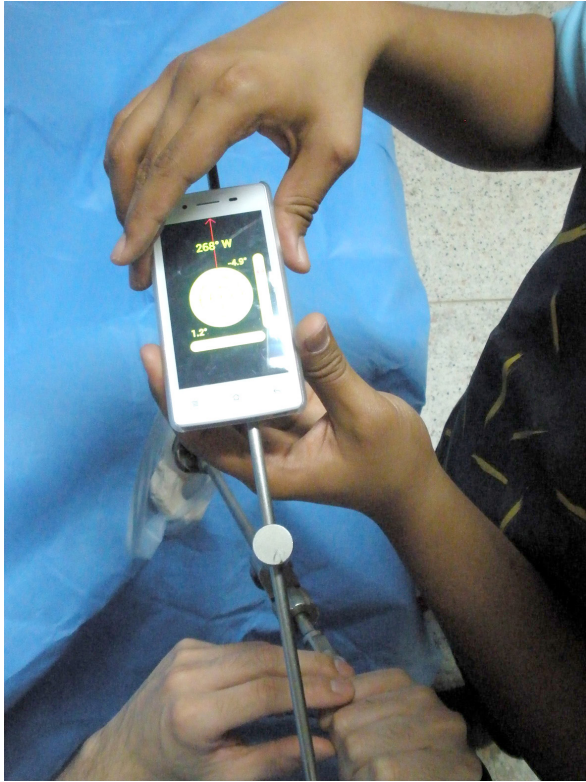
ติด pelvic alignment pin ที่ปุ่มกระดูก anterior superior iliac spine (ประดิษฐ์จาก Schanz pin และ long K-wire เชื่อมติดกันเป็นรูปตัว T) ให้แนวแกนของ K-wire ขนานกับขอบเตี้ย ประกอบ insertion rod เข้ากับ cup และ alignment guide (Zimmer, USA) ให้ศัลยแพทย์คนแรกนำไปวางให้แนบกับเบ้าสะโพก ขยับด้ามจับให้แนว alignment guide (ซึ่งระบุมุม operative inclination 45° และ operative anteversion 20° หรือ $OI45^{\circ}/OA20^{\circ}$ จากบริษัทผู้ผลิต) ขนานกับ pelvic alignment pin ผู้ช่วยนำโทรศัพท์ Oppo (รุ่น Find Piano) ซึ่งเปิดใช้งาน Spirit Level application (plaYaid, รูปที่ 5) วางทาบไปบน alignment guide ให้แนวเส้น

กึ่งกลางที่ปรากฏบนหน้าจอโทรศัพท์และแนวของ guide ซ้อนทับกันตลอดเวลา ศัลยแพทย์ขยับด้ามจับขึ้นลงในแนวตั้งให้มุมของแท่งแนวตั้งบนหน้าจอโทรศัพท์เป็นเลขศูนย์ (รูปที่ 6) ถ่ายภาพรังสีโครนกรกระดูก ศัลยแพทย์ดึงอุปกรณ์ทั้งหมดออกจากเบ้าสะโพกแล้วนำไปวางใหม่ด้วยวิธีการเช่นเดิมและถ่ายภาพรังสีซ้ำจนครบ 5 ครั้งแล้วจึงเปลี่ยนมุม inclination จาก 45° เป็น 40° และ anteversion จาก 20° เป็น 30° ($OI40^{\circ}/OA30^{\circ}$) โดยกดด้ามจับลงในแนวตั้งจนกระทั่งมุมของแท่งแนวตั้งบนหน้าจอโทรศัพท์มีค่าเป็น -5° และขยับในแนวนอนไปทางด้านหน้าให้ค่าเข็มทิศบนหน้าจอโทรศัพท์เปลี่ยนไปจากเดิม 10° (รูปที่ 7) ถ่ายภาพ



รูปที่ 5 Spirit Level application ในโทรศัพท์ระบบปฏิบัติการ Android (Oppo) แสดงมุมใน 3 ระนาบ ได้แก่พร้อมกันคือ ระนาบ coronal ดูจากตัวเลขของแท่งแนวขวาง, ระนาบ sagittal ดูจากตัวเลขของแท่งแนวตั้งและระนาบ transverse ดูจากตัวเลขแถวบนสุดที่บอกองศาของเข็มทิศ

รูปที่ 6 ศัลยแพทย์ขยับด้ามจับให้แนว alignment guide และ pelvic alignment pin ขนานกัน ผู้ช่วยนำโทรศัพท์ Oppo วางทาบลงบน alignment guide แล้วขยับด้ามจับขึ้นลงในแนวตั้งให้มุมของแท่งแนวตั้งบนหน้าจอโทรศัพท์เป็นเลขศูนย์เพื่อให้ได้ค่ามุม $OI45^{\circ}/OA20^{\circ}$

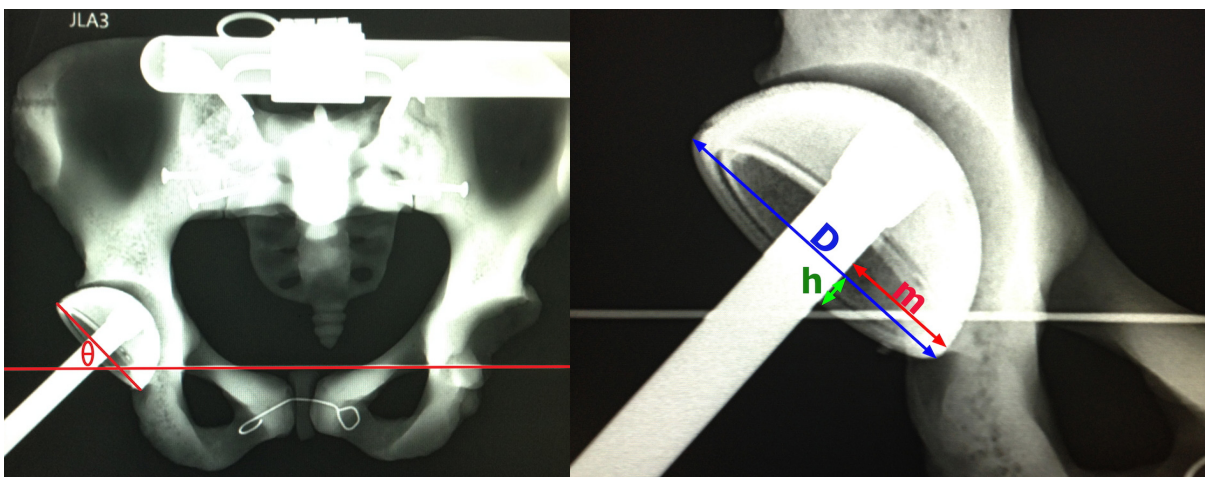


รูปที่ 7 เพื่อให้ได้ค่ามุม $OI40^\circ/OA30^\circ$ ศัลยแพทย์กดด้ามจับลงในแนวตั้งให้มุมของแท่งแนวตั้งบนหน้าจอโทรศัพท์เป็น -5° และขยับในแนวนอนไปทางด้านหน้าให้ตัวเลขเข็มทิศเปลี่ยนไปจากเดิม 10° เช่น จากทิศ $258^\circ W$ เป็น $268^\circ W$

รังสีซ้ำจนครบ 5 ครั้ง หลังจากนั้นจึงเปลี่ยนเป็น ศัลยแพทย์คนที่ 2-10 ทำเช่นเดียวกันจนครบ 10 คน

ใส่รหัสบนภาพรังสีทั้ง 200 ภาพ วัดค่ามุม โดยนักรังสีเทคนิค 2 คนเป็นผู้วัดคนละ 2 ครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์ด้วยโปรแกรมใน PACS (picture archiving and communication system) มุม radiographic inclination (RI) วัดจาก teardrop line ทำมุมกับ เส้นกึ่งกลางปากขอบรูปวงรีของ acetabular cup และมุม radiographic anteversion (RA) ใช้วิธีของ Hassan และคณะ⁽¹²⁾ (รูปที่ 8) คำนวณโดยใช้สูตร anteversion = $\arcsin [h/D / (m/D - m^2/D^2)^{1/2}]$

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของมุมในแต่ละเทคนิค การวางเข้าสะโพกเทียมของศัลยแพทย์ทั้ง 10 คน โดยเปรียบเทียบระหว่างการใช้ alignment guide ร่วมกับโทรศัพท์ Oppo 1 เครื่อง (1 application) กับการใช้โทรศัพท์ iPhone 2 เครื่อง (2 application) ที่มุม $OI45^\circ/OA20^\circ$ และ $OI40^\circ/OA30^\circ$ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มอาจารย์แพทย์กับกลุ่มแพทย์ชุดใช้ทุนด้วยสถิติ t-test และ Mann-Whitney U test วิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินต่างคนกัน และคนเดียวกัน (inter- and intra-rater reliability) ด้วย Pearson's correlation coefficient กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า $p < 0.05$



รูปที่ 8 radiographic inclination (RI) คือมุมระหว่าง teardrop line กับ long axis ของเส้นปากขอบ acetabular cup ที่เป็นรูปวงรี (รูปซ้าย), radiographic anteversion (RA) คำนวณจากสูตรของ Hassan และคณะ (รูปขวา)

ผลการศึกษา

การใช้ alignment guide ร่วมกับโทรศัพท์ Oppo ทำให้เบ้าสะโพกเทียมที่มุม OI45°/OA20° มีค่าเฉลี่ยของมุม RI น้อยกว่าการใช้โทรศัพท์ iPhone ($44.9^\circ \pm 0.6^\circ$ vs $45.8^\circ \pm 1.1^\circ$, $p < 0.001$) แต่มีค่าเฉลี่ยของมุม RA มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($12.6^\circ \pm 2.6^\circ$ vs $11.0^\circ \pm 3.1^\circ$, $p = 0.009$) เมื่อเปลี่ยนมุมเป้าหมายเป็น OI40°/OA30° พบว่า smartphone ทั้ง 2 ชนิดทำให้มุม RI และ RA ไม่แตกต่างกัน ($p = 0.524$ และ 0.526 ตามลำดับ, ตารางที่ 1)

การวางเบ้าสะโพกเทียมที่มุม OI45°/OA20°

โดยอาจารย์แพทย์และแพทย์ชุดใช้ทุนมีมุม radiographic inclination ใกล้เคียงกันมาก ($p = 0.929$) แต่ในกลุ่มอาจารย์แพทย์มีมุม anteversion มากกว่ากลุ่มแพทย์ชุดใช้ทุนอย่างมีนัยสำคัญ ($13.0^\circ \pm 2.8^\circ$ vs $10.6^\circ \pm 2.7^\circ$, $p < 0.001$) เมื่อเปลี่ยนมุมเป้าหมายเป็น OI40°/OA30° พบว่ามุมของเบ้าสะโพกเทียมในกลุ่มอาจารย์แพทย์มากกว่ากลุ่มแพทย์ชุดใช้ทุนอย่างมีนัยสำคัญทั้งมุม inclination และ anteversion [$43.7^\circ \pm 1.5^\circ$ vs $42.7^\circ \pm 1.4^\circ$, $p = 0.001$ และ $18.2^\circ \pm 2.9^\circ$ vs $14.3^\circ \pm 3.2^\circ$, $p < 0.001$ ตามลำดับ] (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 มุม radiographic inclination และ anteversion เปรียบเทียบระหว่างการใส่ smartphone 2 ชนิด จำแนกตามมุม OI และ OA 2 เป้าหมาย

มุมของเบ้าสะโพกเทียม	iPhone	Oppo	ค่า p
มุม OI45/OA20 องศา			
- radiographic inclination (°)			
mean ± SD	45.8 ± 1.1	44.9 ± 0.6	<0.001
min-max	43.0-48.1	42.8-46.5	
95% CI	45.5-46.1	44.8-45.1	
- radiographic anteversion (°)			
mean ± SD	11.0 ± 3.1	12.6 ± 2.6	0.009
min-max	4.0-18.4	8.5-18.8	
95% CI	10.1-11.9	11.8-13.3	
มุม OI40/OA30 องศา			
- radiographic inclination (°)			
mean ± SD	43.1 ± 1.7	43.3 ± 1.4	0.524
min-max	39.7-46.3	40.7-46.8	
95% CI	42.6-43.6	42.9-43.7	
- radiographic anteversion (°)			
mean ± SD	16.0 ± 3.5	16.5 ± 3.8	0.526
min-max	7.4-22.4	9.5-24.0	
95% CI	15.0-17.0	15.4-17.6	

ตารางที่ 2 มุม radiographic inclination และ anteversion เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มอาจารย์แพทย์ กับกลุ่มแพทย์ชุดใช้ทุน จำแนกตามมุม OI และ OA 2 เป้าหมาย

มุมของเบ้าสะโพกเทียม	อาจารย์แพทย์	แพทย์ชุดใช้ทุน	ค่า p
มุม OI45/OA20 องศา			
- radiographic inclination (°)			
mean ± SD	45.4 ± 1.0	45.4 ± 1.0	0.929
min-max	42.8-48.1	43.0-48.1	
95% CI	45.1-45.7	45.1-45.7	
- radiographic anteversion (°)			
mean ± SD	13.0 ± 2.8	10.6 ± 2.7	<0.001
min-max	6.0-18.8	4.0-15.5	
95% CI	12.2-13.8	9.9-11.4	
มุม OI40/OA30 องศา			
- radiographic inclination (°)			
mean ± SD	43.7 ± 1.5	42.7 ± 1.4	0.001
min-max	40.7-46.8	39.7-45.0	
95% CI	43.2-44.1	42.3-43.1	
- radiographic anteversion (°)			
mean ± SD	18.2 ± 2.9	14.3 ± 3.2	<0.001
min-max	11.8-24.0	7.4-22.3	
95% CI	17.4-19.0	13.4-15.3	

การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินต่างคนกันและคนเดียวกันด้วย Pearson's correlation coefficient (ค่า r) พบว่าอยู่ในระดับสูงมากกล่าวคือการวัดมุม RA มีค่า r=0.957 และ 0.953 ตามลำดับ มุม RI มีค่า r=0.903 และ 0.911 ตามลำดับ

วิจารณ์

มุม RI ของเบ้าสะโพกเทียมที่วางโดยใช้ iPhone หรือ alignment guide ร่วมกับโทรศัพท์ Oppo มีค่าใกล้เคียงกับมุม OI 45° ที่กำหนดเป็นเป้าหมาย (iPhone 45.8° และ Oppo 44.9°) กล่าวคือ มีความคลาดเคลื่อนหรือต่างกันไม่เกิน 1° ในขณะที่มุม

RA มีค่าน้อยกว่ามุม OA (เป้าหมาย 20°) ถึง 9° ในกลุ่ม iPhone และ 7.4° ในกลุ่ม Oppo ความแตกต่างนี้อธิบายได้จากสมการตรีโกณมิติและ nomogram ของ Murrey⁽¹³⁾ ที่เปรียบเทียบมุมของเบ้าสะโพกเทียมตาม operative และ radiographic definition โดยพบว่ามุม OI 45° และ OA 20° จะเท่ากับมุม RI 46.7° และ RA 13.7° ดังนั้นมุม RA ในกลุ่ม Oppo จึงใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณทางทฤษฎีมากกว่ากลุ่ม iPhone ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเล็งแนว anteversion ด้วย camera function ใน iPhone ให้แนวเส้นขอบล่างของหน้าจอโทรศัพท์ขนานไปกับขอบเตียงนั้นที่ถูกคลุมทับด้วยผ้าปูเตียงทำได้ยากกว่าการเล็งให้

alignment guide ขนานกับ pelvic alignment pin ที่ใช้ในกลุ่ม Oppo การที่มุม anteversion มีความคลาดเคลื่อนมากกว่ามุม inclination นั้นสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Peters และคณะ⁽¹¹⁾ ที่ใช้ iPhone มาช่วยกำหนดมุมที่ OI40°/OA15° แล้วพบว่ามุม RI หลังผ่าตัดมีค่าเฉลี่ย 40° (พิสัย 26°-45°) ผู้ป่วยร้อยละ 46 มีความคลาดเคลื่อนของมุม RA 1°-2° และร้อยละ 22 มีความคลาดเคลื่อนตั้งแต่ 3° ขึ้นไป ซึ่งก็ยังน้อยกว่าผลการศึกษาในที่พบว่า iPhone มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของมุม RA 9° ทั้งนี้อาจเกิดจากการหมุนเอียงของกระดูกเชิงกรานของผู้ป่วยไปทางด้านหลังขณะผ่าตัด⁽⁴⁾ ทำให้เบ้าสะโพกอยู่ในตำแหน่งที่มีมุม anteversion น้อยลงเมื่อเทียบกับการจัดทำมาตรฐานของโครงกระดูกในงานวิจัยนี้ที่ยึดตรึงกระดูกเชิงกรานไว้ไม่ให้เคลื่อนไหว

เมื่อเปลี่ยนมุมเป้าหมายเป็น OI40°/OA30° พบว่า smartphone ทั้ง 2 ชนิดทำให้มุมเบ้าสะโพกเทียมไม่แตกต่างกันทั้ง RI (43.1° vs 43.3°) และ RA (16.0° vs 16.5°) เมื่ออธิบายด้วยสมการตรีโกณมิติและ nomogram ของ Murrey⁽¹³⁾ ที่พบว่ามุม OI40°/OA30° จะเท่ากับมุม RI 44° และ RA 22.5° ก็จะได้เห็นว่ามุม RI จากการถ่ายภาพรังสีจริงใกล้เคียงกับมุมที่คำนวณทางทฤษฎี (ต่างกันไม่เกิน 1°) แต่มุม RA จากการถ่ายภาพรังสีจริงกลับน้อยกว่ากับมุมที่คำนวณทางทฤษฎีถึง 6° ซึ่งก็ยังไม่สามารถอธิบายได้ว่าเกิดจากสาเหตุใด อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบการวางเบ้าสะโพกเทียมที่มุม OI45°/OA20° กับ OI40°/OA30° แล้วการศึกษานี้พบว่าเมื่อลดมุม OI ลง 5° พร้อมกับเพิ่มมุม OA ขึ้น 10° จะทำให้มุม RI ลดลง 2°-3° และมุม RA เพิ่มขึ้น 4°-5° กล่าวคือประมาณครึ่งหนึ่งของมุม OI/RI ที่เปลี่ยนไป นอกจากนี้หากพิจารณาถึงตำแหน่งของเบ้าสะโพกเทียมที่เหมาะสมซึ่งควรมีมุม RI 40°±10° และ RA 15°±10° แล้ว การตั้งมุมเป้าหมายที่ OI40°/OA30° น่าจะเหมาะสมกว่าที่มุม OI45°/OA20° เพราะจะได้มุม RI ใกล้เคียงค่ากลาง 40° และได้มุม RA มากกว่าค่ากลาง 15° เล็กน้อยซึ่งช่วยลดโอกาสเคลื่อนหลุดของข้อสะโพกได้มากกว่าโดยเฉพาะเมื่อใช้การผ่าตัด

ทาง posterolateral approach

การตั้งมุม OI40°/OA30° ให้แม่นยำนั้นไม่สามารถทำได้หากใช้การเล็งแนวด้วย alignment guide เพียงอย่างเดียวเนื่องจากบริษัทผู้ผลิตส่วนใหญ่จะกำหนดมุม alignment guide ไว้ตายตัวที่ OI45°/OA20° มีบางบริษัทที่สามารถปรับมุมได้บ้างที่ OI 35°-45°/OA 10°-20° จึงจำเป็นต้องใช้ smartphone มาช่วยในการกำหนดมุมซึ่งเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 ระบบปฏิบัติการและโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้แล้ว โทรศัพท์ Oppo น่าจะเหมาะสมกว่า iPhone เนื่องจากใช้โทรศัพท์เพียงเครื่องเดียวร่วมกับ 1 application ที่สามารถบอกมุมที่เปลี่ยนแปลงได้พร้อมกันทั้ง 3 ระนาบในหน้าจอเดียวกันและสามารถดาวน์โหลดได้ฟรีจาก Playstore โปรแกรมมีความเสถียรสูง นอกจาก Protractor application แล้วยังมีโปรแกรมอื่นที่มีลักษณะเช่นเดียวกันให้เลือกใช้ได้ เช่น Field Compass Holo (Chartcross Limited) เป็นต้น ราคาเครื่องโทรศัพท์ของรุ่นที่มี accelerator และ magnetic sensor ถูกกว่า iPhone 4-5 เท่า ทำให้มีความคุ้มค่าในการนำมาใช้ในการผ่าตัดจริง

การวางเบ้าสะโพกเทียมในกลุ่มอาจารย์แพทย์มีมุม RA แม่นยำกว่ากลุ่มแพทย์ชุดใช้ทุนอย่างมีนัยสำคัญทั้งที่มุม OI45°/OA20° และ OI40°/OA30° ส่วนมุม RI ในกลุ่มอาจารย์แพทย์แม่นยำกว่าเฉพาะที่มุม OI40°/OA30° แต่ที่มุม OI45°/OA20° ไม่แตกต่างกันสอดคล้องกับการศึกษาของ Jolles และคณะ⁽¹⁴⁾ ที่ศึกษาความแม่นยำของการวางเบ้าสะโพกเทียมในโครงกระดูกจำลองโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยนำร่องในศัลยแพทย์ 10 ราย พบว่ามุม anteversion ในกลุ่มศัลยแพทย์ที่มีประสบการณ์สูงจะแม่นยำกว่าศัลยแพทย์ที่มีประสบการณ์น้อยแต่มุม inclination ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ Honl และคณะ⁽¹⁵⁾ ได้เปรียบเทียบความแม่นยำของคอมพิวเตอร์ช่วยนำร่อง 5 ชนิดในโครงกระดูกศพโดยศัลยแพทย์ 3 รายที่มีประสบการณ์ไม่เท่ากัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันของมุม RI และ RA ระหว่างศัลยแพทย์ทั้ง 3 ราย แสดงให้เห็นว่าการใช้ smartphone หรือ

คอมพิวเตอร์ช่วยนำร่องมีความแม่นยำสูงกว่าในมุม inclination ส่วนมุม anteversion อาจต้องใช้ประสบการณ์ของศัลยแพทย์มาช่วยเสริมเนื่องจากการขยับ insertion rod ในแนวนอนที่ต้องใช้จุดอ้างอิงในการเล็งแนว

การศึกษานี้มีข้อจำกัดคือ เป็นการศึกษาในโครงกระดูกพลาสติกที่มีความยืดหยุ่นต่างจากกระดูกจริงและศัลยแพทย์ไม่ได้ตอกเข้าสะโพกเทียมให้ยึดแน่นเข้าไปในโครงกระดูกก่อนที่จะถ่ายภาพรังสีดังเช่นการผ่าตัดจริง รวมทั้งการวัดมุมโดยผู้ประเมินที่อาจมีความคลาดเคลื่อนได้ อย่างไรก็ตามก็ดี เครื่องมือวัดมุมของโปรแกรม PACS ที่มีความแม่นยำสูงและการอบรมเทคนิคการวัดมุมที่ถูกต้องให้แก่ผู้ประเมิน ทำให้ความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินต่างคนกันและคนเดียวกันอยู่ในระดับสูงมาก นอกจากนี้การยึดตรึงโครงกระดูกไว้กับเตียงอย่างมั่นคงให้ anterior pelvic plane ตั้งฉากกับแนวรังสีและขนานกับจอร์รับภาพ เบ้าสะโพกจึงอยู่ในตำแหน่งมาตรฐานในการถ่ายภาพรังสี การศึกษา

นี้ยังเป็นการศึกษาแรกที่ใช้การวัดมุม RI และ RA ถูกต้องตามนิยามของ Murrey⁽¹³⁾ และเหมือนกับการปฏิบัติในผู้ป่วยจริงมากกว่าการศึกษาก่อนหน้านี้ ในโครงกระดูกที่ใช้การวัดมุมจากการคำนวณและสร้างภาพเสมือนของโปรแกรมใน navigation system โดยไม่ใช้ภาพรังสี

สรุป

โทรศัพท์มือถือในระบบปฏิบัติการ Android ที่ใช้โปรแกรมประยุกต์เดียวแสดงค่ามุมระดับน้ำและเข็มทิศดิจิทัลมีความแม่นยำในการวางตำแหน่งเบ้าสะโพกเทียมมากกว่า iPhone ที่ใช้โปรแกรมประยุกต์คู่แสดงค่ามุมระดับน้ำและ protractor ที่มุม $OI45^\circ/OA20^\circ$ แต่ไม่แตกต่างกันที่มุม $OI40^\circ/OA30^\circ$

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการส่งเสริมงานวิจัย รพ.ลำปางที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. 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.
2. Patil S, Bergula A, Chen PC, Colwell CW Jr, D'Lima DD. Polyethylene wear and acetabular component orientation. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85(Suppl 4):56-63.
3. Little NJ, Busch CA, Gallagher JA, Rorabeck CH, Bourne RB. Acetabular polyethylene wear and acetabular inclination and femoral offset. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(11):2895-900.
4. Ayasama I, Akiyoshi Y, Naito M, Ezo M. Intraoperative pelvic motion in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 2004;19:992-7.
5. 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.
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. 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.
8. Callanan MC¹, 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.
9. Gandhi R, Marchie A, Farrokhyar F, Mahomed N. Computer navigation in total hip replacement: a meta-analysis. *Intl Orthop (SICOT)* 2009;33:593-7.
10. Moskal JT, Capps SG. Acetabular component positioning in total hip arthroplasty: An evidence-based analysis. *J Arthroplasty* 2011;26:1432-7.
11. 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.
12. 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.
13. Murray DW. The definition and measurement of acetabular orientation. *J Bone Joint Surg Br* 1993;75(2):228-32.
14. 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.
15. Honl M, Schwieger K, Salineros M, Jacobs J, Morlock M, Wimmer M. Orientation of the acetabular component. A comparison of five navigation systems with conventional surgical technique. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88(10):1401-5.

Accuracy of Acetabular Cup Positioning by Using Smartphone: Comparison between Two Program Applications and Operating System

Narat Prasopchoke M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Lampang Hospital, Lampang, Thailand

Lampang Med J 2014; 35(2): 68-79

Abstract

Background: Acetabular cup positioning in total hip arthroplasty is usually performed by using alignment guide for cup orientation and often difficult to assess. Smartphone technology of the iPhone and its downloaded applications were found to be accurate for improving acetabular cup placement in the optimal zone.

Objective: To compare the accuracy of acetabular cup positioning between using single application of 1 Android phone with alignment guide and dual applications of 2 iPhones without alignment guide.

Material and method: An experimental study was conducted on pelvic sawbone secured on the table in lateral decubitus position. Each surgeon (5 experienced staffs and 5 residents) placed cementless cup into the pelvis 20 times by holding an insertion rod and orientating by two methods. Firstly, handling 1 Android phone on top and parallel to the alignment guide and secondly, handling 2 iPhones on top the insertion rod and parallel to table border. The target positions were operative inclination 45°/ operative anteversion 20° (OI45°/OA20°) and OI40°/OA30°. AP digitized radiographs were taken. Radiographic inclination (RI) and radiographic anteversion (RA) were measured and calculated by using PACS program. Cup positions were analyzed, compared between each methods and between two groups of surgeons by using t-test and Mann-Whitney U test.

Results: Using Android phone with alignment guide at OI45°/OA20° target resulted less average RI than using iPhones ($44.9^\circ \pm 0.6^\circ$ vs $45.8^\circ \pm 1.1^\circ$, $p < 0.001$) but more average RA ($12.6^\circ \pm 2.6^\circ$ vs $11.0^\circ \pm 3.1^\circ$, $p = 0.009$). At OI40°/OA30° target, there was no difference between groups in both RI ($p = 0.524$) and RA ($p = 0.526$). Cups positioned by experienced staffs had more RA than by residents ($13.0^\circ \pm 2.8^\circ$ vs $10.6^\circ \pm 2.7^\circ$, $p < 0.001$) at OI45°/OA20° target but no difference in RI ($p = 0.929$). At OI40°/OA30° target, experienced staffs positioned cups in more RI ($43.7^\circ \pm 1.5^\circ$ vs $42.7^\circ \pm 1.4^\circ$, $p = 0.001$) and RA ($18.2^\circ \pm 2.9^\circ$ vs $14.3^\circ \pm 3.2^\circ$, $p < 0.001$). Reducing OI by 5° and increasing OA by 10° resulted in 2°- 3° less RI and 4°- 5° more RA.

Conclusion: Android smartphone with single application was more accurate in acetabular cup positioning than iPhones with dual applications at OI45°/OA20° target but indifferent at OI40°/OA30° target.

Keywords: Smartphone, Application, Acetabular cup positioning, Total hip arthroplasty.