

การศึกษาเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง isocenter ระหว่างแนวเหนือและใต้ต่อ nipple สำหรับ การฉายรังสีมะเร็งบริเวณทรวงอกและช่องท้องโดยการ ใช้ภาพ KV Orthogonal หรือ Cone-beam computed tomography (CBCT) ของโรงพยาบาลศิริราช

Comparison of Setup error of isocenter between above and below nipple levels in thoracic and upper abdominal malignancies using KV orthogonal or Cone-beam computed tomography (CBCT) images at Siriraj Hospital

นางสาวนิรนุช ทวีบุญ วท.บ. รังสีเทคนิค

นายคชา ดินทุกันนท์ วท.บ. รังสีเทคนิค

นายสุธี เดชะวงศ์สุวรรณ วท.บ. รังสีเทคนิค ,วท.ม. วิทยาศาสตร์รังสี

ABSTRACT

Background

The challenging point in radiotherapy at thoracic and upper abdominal region is the setup error from skin marker due to arm up positioning. The arm up position might not be identical for each day of treatment particularly in case of isocenter close to the arms. Therefore, in this study, we studied the setup error compared between levels of isocenter, above versus below nipple.

Objective

To study the variations of isocenter shifting from skin marker to bone matching by KV orthogonal (KV-KV) or Cone Beam CT (CBCT) matching in thoracic and upper abdominal radiotherapy with Wing board device and Wing board with Vac-lokTM positioning cushion.

Materials and Methods

Fifty consecutive patients who underwent thoracic or upper abdomen radiotherapy (lung, esophagus, liver and stomach) with Wing board device and Wing board with Vac-lokTM from June 2014- February 2016 at Siriraj hospital were retrospectively analyzed. The patients were assessed isocenter shifting in Vertical (Vrt.), Longitudinal (Lng.) and Lateral (Lat.) directions from skin marker to bone matching (KV-KV and CBCT imaging) and the patients were divided into two groups by location of isocenter, above versus below nipple. Datasets were statistically analyzed using percentage, mean, standard deviation and t-test.

Results

The setup error in the longitudinal direction was higher in isocenter above nipple groups, 0.41 cm. vs. 0.32 cm. (p-value 0.041). However, there is no statistical significant difference in setup error among vertical and lateral directions.

Conclusion

The skin marker and laser setup had significantly more error in longitudinal direction in thoracic and upper abdominal radiotherapy with arm up position with wing board device especially at isocenter above nipple. The possible reason would be due to daily setup uncertainty of arm up positioning.

Keywords: CBCT, isocenter, KV-KV, Setup error, Vac-lok™, Wing board

บทคัดย่อ

หลักการและเหตุผล

การฉายรังสีผู้ป่วยมะเร็งบริเวณทรวงอกและช่องท้องมีการจัดท่าผู้ป่วยในลักษณะยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าการยกแขนที่ไม่คงที่ในแต่ละวันจะส่งผลทำให้ตำแหน่งของ isocenter คลาดเคลื่อนได้ จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้ เพื่อศึกษาความคลาดเคลื่อนระหว่างตำแหน่ง isocenter บริเวณเหนือแนวหัวนม (nipple) และบริเวณต่ำกว่าหรือเท่ากับแนวหัวนม

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความคลาดเคลื่อนในการฉายรังสีของผู้ป่วยมะเร็งบริเวณทรวงอกและช่องท้อง ระหว่างตำแหน่ง isocenter เหนือแนว nipple เปรียบเทียบกับ isocenter ต่ำกว่าหรือเท่ากับแนว nipple โดยการประเมินความถูกต้องจากการเปรียบเทียบภาพ KV-KV หรือ cone beam computed tomography (CBCT) ก่อนการฉายรังสี ในกลุ่มผู้ป่วยที่ใช้ Wing board และใช้ Wing board ร่วมกับ Vac-lok™

วัสดุและวิธีการ

การศึกษาวิจัยเก็บข้อมูลย้อนหลังในผู้ป่วยมะเร็งบริเวณทรวงอกและช่องท้องจำนวน 50 คน (ได้แก่โรคมะเร็งปอด, หลอดอาหาร, ตับ และกระเพาะอาหาร) ที่เข้ารับฉายรังสีโดยใช้อุปกรณ์ Wing board และ Wing board ร่วมกับ Vac-lok™ ตั้งแต่ มิ.ย.57 – ก.พ. 59 ณ แผนกรังสีรักษา โรงพยาบาลศิริราช เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนในแนว Vertical (Vrt.), Longitudinal (Lng.) และ Lateral (Lat.) โดยการประเมินความถูกต้องจากการเปรียบเทียบภาพ KV-KV หรือ CBCT ก่อนการฉายรังสี ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีตำแหน่ง isocenter เหนือแนว nipple เทียบกับ isocenter ต่ำกว่าหรือเท่ากับแนว nipple ทดสอบสมมติฐานการวิจัยโดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ, ค่าเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test .

ผลการศึกษา

ความคลาดเคลื่อนจากการจัดท่าผู้ป่วยในแนว Longitudinal (Lng.) มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดเมื่อเทียบกับความคลาดเคลื่อนจากแนวอื่น นอกจากนี้ยังพบว่าความคลาดเคลื่อนในกลุ่มที่ ตำแหน่ง isocenter เหนือแนว nipple มีค่ามากกว่ากลุ่มที่มี isocenter ได้แนว nipple 0.41 ซม. และ 0.32 ซม. ตามลำดับ (p-value 0.041) อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแนว vertical (Vrt.) และ Lateral (Lat.)

ข้อสรุป

การจัดทำผู้ป่วยนั้น skin marker และ แนว laser มีความสำคัญอย่างมากต่อความคลาดเคลื่อนในแนว Longitudinal (Lng.) ในกลุ่มผู้ป่วยมะเร็งบริเวณทรวงอกและช่องท้องที่มีการจัดทำด้วย wing board ในท่ายกแขนขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผู้ป่วยที่มี isocenter อยู่ในตำแหน่งเหนือแนว nipple โดยพบว่ามีความคลาดเคลื่อนในแนว Longitudinal (Lng.) สูง เหตุผลที่เป็นไปได้เนื่องจากความไม่คงที่ของตำแหน่งการวางแขนในแต่ละวัน

คำสำคัญ: CBCT, isocenter, KV-KV, Setup error, Vac-lok™, Wing board

บทนำ (Introduction)

โรคมะเร็งทรวงอกและช่องท้อง เป็นโรคมะเร็งที่เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตเป็นอันดับต้นๆ ของประเทศไทย โรคมะเร็งทรวงอกและช่องท้อง ได้แก่ โรคมะเร็งปอด, โรคมะเร็งหลอดอาหาร, โรคมะเร็งตับ และโรคมะเร็งกระเพาะอาหาร จากรายงานสถิติของแผนกรังสีรักษา โรงพยาบาลศิริราชพบว่า โรคมะเร็งทรวงอกที่พบมากที่สุด คือ โรคมะเร็งปอด โดยมีรายงานจำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่แผนกรังสีรักษา โรงพยาบาลศิริราช ระหว่างปีพ.ศ.2555 – 2557 จำนวน 72 ราย, 55 ราย และ 66 ราย ตามลำดับ

โรคมะเร็งทรวงอกและช่องท้อง นั้นสามารถรักษาให้หายได้หากเป็นระยะต้นๆ หนึ่งในวิธีการรักษา คือ การฉายรังสี ปัจจุบันการรักษาผู้ป่วยมะเร็งทรวงอกและช่องท้อง ของแผนกรังสีรักษา โรงพยาบาลศิริราช นั้น ประกอบไปด้วยเทคนิคการฉายรังสีสามมิติ (3D-Conformal Radiotherapy : 3DCRT) และเทคนิคการฉายรังสีปรับความเข้ม (Intensity-modulated Radiotherapy: IMRT) โดยผู้ป่วยจะนอนในท่านอนหงาย ยกแขนขึ้นทั้งสองข้างเหนือศีรษะ เพื่อให้ลำรังสีสามารถเข้าทางด้านข้างลำตัวได้โดยไม่ผ่านแขนผู้ป่วย อุปกรณ์ยึดตรึงที่ใช้ในปัจจุบันเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการยกแขนผู้ป่วย (Wing board) หรืออาจมีการใช้ร่วมกับ Vac-Lok™ เพื่อช่วยในการพยุงแขนผู้ป่วยให้สะดวกมากยิ่งขึ้น ในการฉายรังสีต้องจัดทำให้เหมือนกันทุกครั้ง และผู้ป่วยต้องสามารถอยู่นิ่งตลอดการรักษา เพื่อให้การรักษามีความแม่นยำ

ความถูกต้องในการจัดทำผู้ป่วยระหว่างการฉายรังสีให้เหมือนกันทุกวันเป็นปัจจัยหลักของการฉายรังสีสมัยใหม่^[1] การจัดทำที่ไม่ตรงตำแหน่งที่ต้องการฉายนั้นทำให้ปริมาณรังสีที่ฉายไม่ครอบคลุมบริเวณที่ต้องการฉายรังสี (target tissue)

และบริเวณที่ไม่ต้องการฉายรังสีจะได้รับปริมาณรังสีโดยไม่จำเป็น^[2] ก่อนการฉายรังสีนั้นมีการถ่ายภาพด้วยระบบภาพนำวิถีก่อนการฉายรังสีเพื่อกำหนดตำแหน่งให้ถูกต้องก่อนการฉายรังสี

การถ่ายภาพด้วยระบบภาพนำวิถี Image-Guided Radiation Therapy (IGRT) คือการถ่ายภาพเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งการฉายรังสีจริง ประกอบไปด้วยระบบภาพ On Board Imager (OBI) มีส่วนของหัวเอกซเรย์สำหรับการถ่ายภาพ (KVS: KV x-ray source) และตัวรับภาพ (KVD: KV detector) แบ่งออกเป็นภาพแนวระนาบคู่ตั้งฉาก 2 มิติ (2D KV-pair planar image) หรือ KV Orthogonal หรือ KV-KV และภาพปริมาตร 3 มิติ (3D KV-CBCT) หรือ CBCT

ในการกำหนดการถ่ายภาพชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการของแพทย์ โดยทั่วไปแล้วแผนกรังสีรักษา โรงพยาบาลศิริราช มีการกำหนดให้มีการถ่ายภาพ KV-KV หรือ CBCT ก่อนการฉายรังสีครั้งแรกและสัปดาห์ละครั้งในผู้ป่วยที่ฉายด้วยเทคนิค IMRT และ 2 สัปดาห์ครั้งในผู้ป่วยที่ฉายด้วยเทคนิค 3DCRT โดยการถ่ายภาพ KV-KV หรือ CBCT ก่อนการฉายรังสีเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้เพิ่มความแม่นยำในการรักษา ซึ่งความแม่นยำเป็นปัจจัยสำคัญในการรักษาผู้ป่วยมะเร็งด้วยการฉายรังสี นอกเหนือจากการจัดทำผู้ป่วยให้เหมือนเดิมทุกครั้ง

ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการจัดทำผู้ป่วย สามารถลดได้โดยใช้อุปกรณ์ยึดตรึงที่เหมาะสม ร่วมกับการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนโดยการถ่ายภาพ KV-KV หรือ CBCT ก่อนการฉายรังสี ทั้งนี้ความถูกต้องในการกำหนดขอบเขตการฉายรังสีและการปรับปรุงเทคนิคการจัดทำผู้ป่วยมะเร็งทรวงอก นำไปสู่การลดขอบเขตการรักษา ซึ่งส่งผลดีในแง่ของการคำนวณปริมาณรังสีให้พอเหมาะกับขนาดของรอยโรค^[3-5]

การศึกษาการใช้อุปกรณ์ในการยึดตรึง (Immobilization) ในผู้ป่วยมะเร็งทรวงอกสำหรับการฉายรังสีมีการศึกษาค่อนข้างจำกัด^[6] ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาแบบย้อนกลับในแง่ของการใช้อุปกรณ์ยึดตรึงที่แตกต่างกัน^[1,6] ในงานวิจัยของ Bentel กล่าวว่า ความถูกต้องในการจัดทำผู้ป่วยมะเร็งทรวงอกระหว่างผู้ป่วยที่ใช้ cradle กับไม่ใช้ cradle โดยการตรวจสอบโดยใช้ภาพ 2D portal image พบว่า การใช้ cradle สามารถเพิ่มความถูกต้องมากกว่า^[1]

เนื่องจากการฉายรังสีผู้ป่วยมะเร็งทรวงอกและช่องท้อง มีการจัดทำผู้ป่วยในลักษณะยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง isocenter ในแต่ละวัน ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าการยกแขนที่ไม่เท่ากันในแต่ละวันจะส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง isocenter ได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการฉายรังสีจะมีการวางแผนความคลาดเคลื่อนไว้ล่วงหน้า โดยค่าเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง 0.5-0.7 ซม. แต่จากการสังเกตจากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่าผู้ป่วยที่มีตำแหน่ง isocenter บริเวณเหนือแนวหัวนม (nipple) หรือช่องกระดูกซี่โครงช่องที่ 4 (4th intercostals space) มีความคลาดเคลื่อนมากกว่าผู้ป่วยที่มีตำแหน่ง isocenter บริเวณต่ำกว่าหรือเท่ากับแนวหัวนม (nipple) โดยบางรายพบว่ามีความคลาดเคลื่อนมากถึง ± 1 ซม. ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยที่ได้วางแผนไว้ถึง 0.3-0.5 ซม. จึงเป็นที่มาของการศึกษานี้ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงการจัดทำการฉายรังสี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความคลาดเคลื่อนในการฉายรังสีของ ผู้ป่วยมะเร็งทรวงอกและช่องท้อง ระหว่างตำแหน่ง isocenter เหนือแนว nipple เทียบกับ isocenter ต่ำกว่าหรือเท่ากับแนว nipple โดยการประเมินความถูกต้องจากการเปรียบเทียบภาพ KV-KV หรือ CBCT ก่อนการฉายรังสี ในกลุ่มผู้ป่วยที่ใช้อุปกรณ์ 2 แบบ คือ กลุ่มผู้ป่วยที่ใช้ Wing board และ กลุ่มผู้ป่วยที่ใช้ Wing board ร่วมกับ Vac-LokTM

2. ศึกษาสาเหตุอื่นที่มีผลต่อความคลาดเคลื่อน ได้แก่ เพศ, ดัชนีมวลกาย, อายุ

วัสดุและวิธีการ (Materials and methods)

การคัดเลือกผู้ป่วย

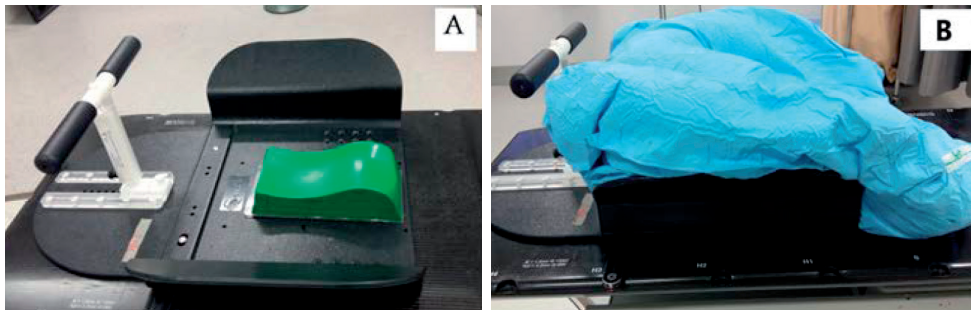
ประชากรที่เข้ารับการศึกษานี้ คือ กลุ่มผู้ป่วยมะเร็งทรวงอกและช่องท้อง ช่วงอายุ 20 – 90 ปี จำนวน 50 คน ที่

ได้รับการฉายรังสีด้วยเทคนิคการฉายรังสีสามมิติ (3DCRT) และเทคนิคการฉายรังสีปรับความเข้ม (IMRT) ในระหว่างเดือน มิ.ย. 57-ก.พ. 59 โดยใช้อุปกรณ์ 2 แบบ คือ กลุ่มผู้ป่วยที่ใช้ Wing board และ กลุ่มผู้ป่วยที่ใช้ Wing board ร่วมกับ Vac-LokTM

การศึกษานี้แบ่งกลุ่มการศึกษออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม Upper isocenter คือกลุ่มที่ตำแหน่ง isocenter อยู่เหนือแนว nipple ขึ้นไปจนถึงหมด Apex of lung และกลุ่ม Lower isocenter คือ กลุ่มที่มีตำแหน่ง isocenter ต่ำกว่าหรือเท่ากับแนว nipple ลงมาจนถึงขอบล่างของซี่โครงอันที่ 12 หรือบริเวณขอบบน Lumbar spine ที่ 3 และงานวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตตำแหน่ง isocenter แนวกึ่งกลางลำตัว (central) คือ ตำแหน่ง isocenter อยู่กึ่งกลางลำตัวตลอดแนว ส่วน isocenter แนวรอบนอกกึ่งกลางลำตัว (peripheral) คือ ตำแหน่ง isocenter อยู่ถัดจากแนวกึ่งกลางลำตัวออกไปทางด้านข้างในแนวซ้ายขวา

การจัดทำผู้ป่วย

การจัดทำผู้ป่วยในกลุ่มผู้ป่วยที่ใช้ Wing board ร่วมกับ Vac-LokTM นั้น ใช้ Vac-LokTM ขนาด 70×100 cm² วางทับลงบน Wing board ให้ผู้ป่วยนอนหงายลงให้พอดีกับอุปกรณ์ จากนั้นทำการดูดลมจาก Vac-LokTM ให้เป็นสุญญากาศจนรูปร่างของ Vac-LokTM พอดีกับแขนและช่วงตัวส่วนอกของผู้ป่วย ในส่วนของกลุ่มผู้ป่วยที่ใช้ Wing board อย่างเดียว จัดทำในลักษณะที่คล้ายกัน มือทั้งสองข้างยกขึ้นเหนือศีรษะจับอุปกรณ์ โดยวางแผนบน Wing board (ดังรูปที่ 1) ซึ่งในการจัดทำผู้ป่วยเพื่อการทำอุปกรณ์ จะทำในวันที่ผู้ป่วยมาทำ CT-planning เมื่อจบขั้นตอนการทำ CT-planning นักรังสีการแพทย์ทำการขีดเส้นบนตัวผู้ป่วยและ Vac-LokTM เพื่อใช้ในการจัดทำและใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิง (Reference) ในการวางแผนการรักษาโดยนักฟิสิกส์การแพทย์ ร่วมกับแพทย์ หลังจากวางแผนการรักษาเสร็จสิ้น เริ่มเข้าสู่ขั้นตอนในการจำลองการรักษา (Simulation) ผู้ป่วยต้องนอนในท่าเดิมและอุปกรณ์เดียวกันกับวันที่ทำ CT-planning โดยตำแหน่ง isocenter ที่ได้จากการจำลองการรักษาจะเป็นตำแหน่งที่ใช้ในการฉายรังสี



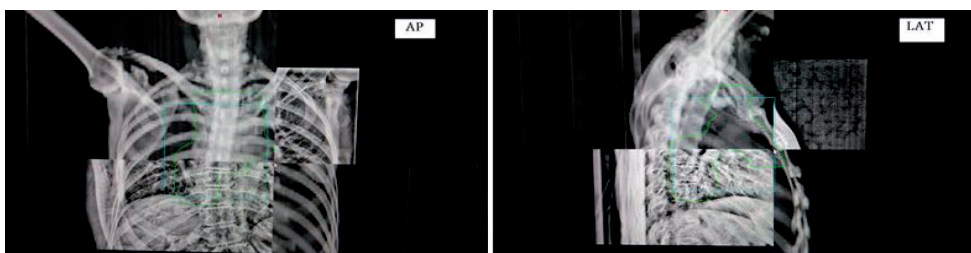
รูปที่ 1 อุปกรณ์จัดทำ (A) Wing board และ (B) Wing board ร่วมกับ Vac-Lok™

Treatment Verification

ก่อนการเริ่มฉายรังสี ขั้นตอนแรกผู้ป่วยต้องจัดอยู่ในท่าเดียวกับตอนจำลองการรักษา โดยการ set-up จาก skin mark ทั้ง 3 จุดบนตัวผู้ป่วย ด้วย laser เพื่อเข้าสู่ตำแหน่ง isocenter จากนั้นเริ่มขั้นตอนการถ่ายภาพเอกซเรย์ก่อนการฉายรังสีด้วยเครื่องฉายรังสีเร่งอนุภาคอิเล็กตรอน (Clinac iX, Varian Medical Systems Inc., Palo Alto, CA, USA) โดยมีระบบถ่ายภาพนำวิถี (On-Board Imager หรือ OBI) ในการถ่ายภาพ กำหนดปริมาณรังสี 125 kV, 270 mAs. ใช้ bowtie แบบ half fan และใช้ slice thickness ขนาด 3 มม. โดยขอบเขตการถ่ายภาพเท่ากับ 17.5 ซม. ในแนวนกลาง เมื่อได้ภาพ KV-KV หรือ CBCT แล้วทำการเปรียบเทียบกับภาพ DRRs (Digital reconstructed radiographs) หรือภาพ CT-planning (ดังรูปที่ 2 และ 3)

Setup error คือ ความคลาดเคลื่อนหรือความแตกต่างของตำแหน่งฉายรังสีที่เกิดจากการเปรียบเทียบกันระหว่างภาพ Digital reconstructed radiographs (DRRs) หรือภาพจาก CT-planning ซึ่งเป็นภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวางแผนการรักษากับภาพ KV-KV หรือ CBCT ซึ่งเป็นภาพเอกซเรย์ที่ถ่ายบนเตียงฉายรังสีด้วยระบบภาพ OBI ก่อนทำการฉายรังสีผู้ป่วย โดยระบบคอมพิวเตอร์ของเครื่องฉายรังสีจะรายงานผลความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งการฉายรังสีทั้งหมด 3 ทิศทาง ดังนี้^[7]

1. Longitudinal (Lng.) หรือ Crainal-Caudal (CC) คือ ทิศทางความคลาดเคลื่อนจากแนวศีรษะไปทางเท้าของผู้ป่วย
2. Lateral (Lat.) หรือ Left-Right (LR) คือ ทิศทางความคลาดเคลื่อนจากแนวซ้ายไปขวาของผู้ป่วย



รูปที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างภาพ DRR จาก CT Planning กับ 2DKV-KV ในแนว AP (Anterior) และ Lat (Lateral)



รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างภาพ CT Planning กับภาพ 3DKV-CBCT ในแนว Transverse, Sagittal และ Coronal

3. Vertical (Vrt.) หรือ Anterior-Posterior (AP) คือทิศทางความคลาดเคลื่อนจากแนวด้านหน้าไปทางด้านหลังของผู้ป่วย

การเปรียบเทียบภาพ KV-KV กับ DRRs ใช้การ match bone แนว spine ก่อนจากนั้นค่อยปรับยึดตำแหน่งให้ถูกต้องตามแนว bone บริเวณ isocenter ขณะที่ในส่วนของ CBCT ใช้วิธีการ Auto match bone ก่อน จากนั้นใช้วิธีการตรวจสอบขนาดรูปร่างของ GTV ให้ครอบคลุมตำแหน่ง tumor เมื่อทำการ match ภาพเสร็จ โปรแกรมจะแสดงค่าความคลาดเคลื่อนใน 3 ทิศทาง คือ Vertical (Vrt.), Longitudinal (Lng.) และ Lateral (Lat.) โดยมีข้อกำหนดคือ ถ้าความคลาดเคลื่อนมีค่ามากกว่า 2 มม. ให้ทำการบันทึกค่าความคลาดเคลื่อนของผู้ป่วยพร้อมขยับเตียงฉายเพื่อเข้าสู่ตำแหน่งที่ถูกต้องก่อนทำการฉายรังสี แต่หากมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 มม. ให้ทำการบันทึกค่าความคลาดเคลื่อนโดยไม่ต้องทำการขยับเตียงฉาย

สถิติ

ทดสอบสมมติฐานการวิจัยโดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ, ค่าเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, t-test. โดยมีเกณฑ์การตัดสินใจ คือ ค่า p-value < 0.05

ผลการศึกษา (Results)

ผู้ป่วยในการศึกษานี้มีช่วงอายุ 20-90 ปี ค่าเฉลี่ย 60 ปี , น้ำหนักตัวในช่วง 21-89 กก. ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 57 กก. ในขณะที่ความสูงของกลุ่มผู้ป่วยทั้งหมดมีค่า 145-182 ซม. ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 162 ซม. BMI มีค่าอยู่ระหว่าง 14-42 ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 22 โดยมีผู้ป่วยที่อยู่ในกลุ่มอ้วน 6 คนและ อ้วนมาก 3 คน ในส่วนของการประเมินสถานะของผู้ป่วย (KPS หรือ The Karnofsky Performance Status Scale) พบว่าในกลุ่มผู้ป่วยที่มีค่า KPS 90% หรือกลุ่มผู้ป่วยที่มีความสามารถช่วยเหลือตัวเองในเรื่องปกติพื้นฐานได้มีถึง 36 คนจากผู้ป่วยทั้งหมด 50 คนคิดเป็น 72 % ของกลุ่มผู้ป่วยทั้งหมด (ดังตารางที่1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยในกลุ่มที่ทำการศึกษา

ลักษณะ	Upper Isocenter n (%)	Lower Isocenter n (%)	p-value
เพศ			0.254
ชาย	12 (48.0%)	16 (64.0%)	
หญิง	13 (52.0%)	9 (36.0%)	
อายุ (ปี): mean (SD)	58.2 (16.8)	62.7 (13.7)	0.298
น้ำหนักตัว (กก.): mean (SD)	59.2 (15.0)	55.5 (10.4)	0.313
ดัชนีมวลกาย (BMI)			0.463
< 25 (ผอม – ปกติ)	19 (76.0%)	22 (88.0%)	
≥ 25 (อ้วน – อ้วนมาก)	6 (24.0%)	3 (12.0%)	
ตำแหน่ง isocenter			0.254
กึ่งกลางลำตัว (Midline)	12 (48.0%)	16 (64.0%)	
แนวรอบนอกกึ่งกลางลำตัว (Peripheral)	13 (52.0%)	9 (36.0%)	
ตำแหน่งรอยโรค			0.001
Respiratory and intrathoracic organs	22 (88.0%)	10 (40.0%)	
Digestive organs	3 (12.0%)	13 (52.0%)	
อื่นๆ	-	2 (8.0%)	
KPS			0.047
70 (รถเข็น)	1 (4.0%)	2 (8.0%)	
80 (รถนั่ง)	9 (36.0%)	2 (8.0%)	
90 (เดินได้)	15 (60.0%)	21 (84.0%)	
อุปกรณ์ Immobilization			0.189
Wing board	24 (96.0%)	20 (80.0%)	
Wing board + Vac-Lok™	1 (4.0%)	5 (20.0%)	

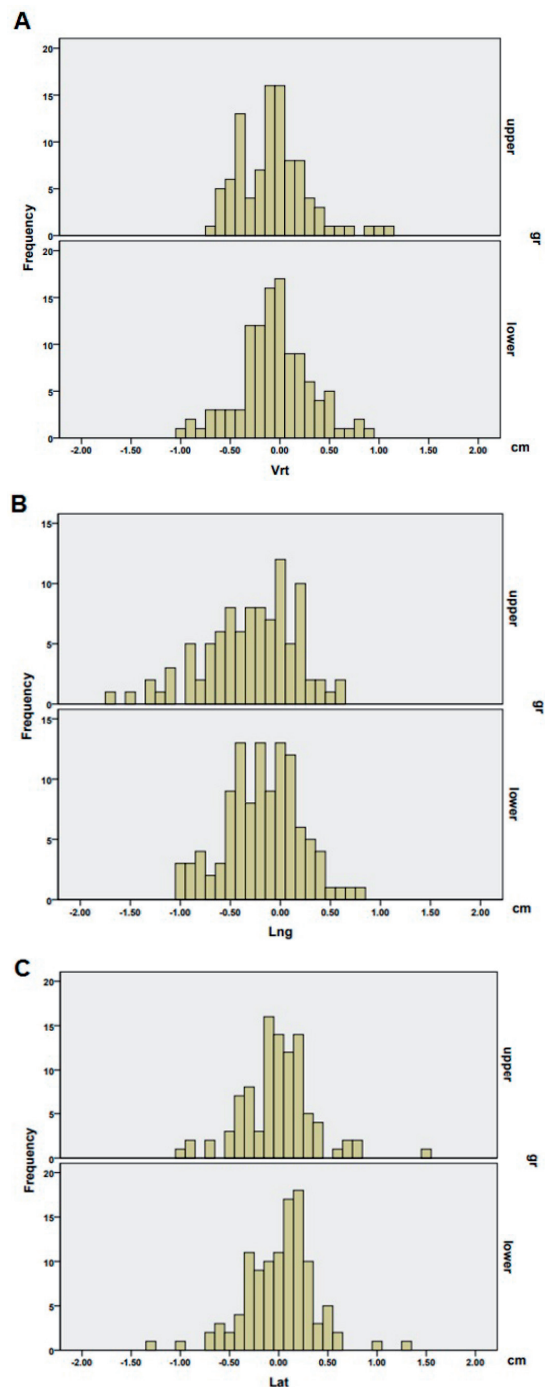
หมายเหตุ KPS (The Karnofsky Performance Status)

ในการศึกษาการศึกษาวิจัยจากผู้ป่วยทั้งหมด 50 ราย แบ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับการประเมินความคลาดเคลื่อนในตำแหน่ง isocenter เหนือ และ ใต้แนว nipple จำนวนกลุ่มละ 25 ราย ลักษณะข้อมูลของผู้ป่วย ได้แก่ เพศ, อายุ, น้ำหนัก, ดัชนีมวลกายและตำแหน่ง isocenter แนวกึ่งกลางลำตัว (central) กับ isocenter แนวรอบนอกกึ่งกลางลำตัว (peripheral) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มแล้วไม่พบความแตกต่างกันในทางสถิติ ยกเว้นในเรื่องตำแหน่งรอยโรค โดยในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ส่วนมากเป็นกลุ่มผู้ป่วยที่ใช้อุปกรณ์ Wing board คิดเป็น 96% ในกลุ่ม Upper isocenter และ 80% ในกลุ่ม Lower isocenter (ดังตารางที่ 1)

ภาพ KV-KV หรือ CBCT ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยมีทั้งหมด 208 ภาพ เฉลี่ย 4 ภาพต่อผู้ป่วย 1 ราย ประกอบไปด้วย ภาพ CBCT 69 ภาพ คิดเป็น 33% และ ภาพ KV-KV 137 ภาพ คิดเป็น 67% จากรูปที่ 4 แสดงแผนภูมิแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของผู้ป่วยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม Upper isocenter และ Lower isocenter ทั้ง 3 ทิศทาง พบว่า ในกลุ่ม Upper isocenter มีค่า mean±SD ในแนว Vertical (Vrt.), Longitudinal (Lng.) และ Lateral (Lat.) คือ 0.265 ± 0.233 , 0.414 ± 0.366 และ 0.261 ± 0.260 ซม. ตามลำดับ ขณะที่ในกลุ่ม Lower isocenter มีค่า 0.272 ± 0.241 , 0.323 ± 0.259 และ 0.268 ± 0.240 ซม.ตามลำดับ (ดังรูปที่ 4)

จากผลการวิจัย พบว่าความคลาดเคลื่อนในแนว Lng. มีความคลาดเคลื่อนและความแปรปรวนของข้อมูลมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนในแนว Vrt. และ Lat. โดยความคลาดเคลื่อนจากการจัดทำผู้ป่วยในแนว Lng. ระหว่างกลุ่ม Upper isocenter และ Lower isocenter มีความแตกต่างกันประมาณ 1 มม. อย่างไรก็ตามความแตกต่างดังกล่าวมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value 0.041) (ดังตารางที่ 2)

ปัจจัยเกี่ยวกับเพศ พบว่าเพศหญิงมีความคลาดเคลื่อนและความแปรปรวนของข้อมูลสูงสุดในแนว Lng. ในตำแหน่ง Upper isocenter มีค่า mean±SD คือ 0.461 ± 0.394 แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเพศชายและเพศหญิงพบว่าไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ อย่างไรก็ตามในกลุ่ม Lower isocenter พบว่าเพศหญิงมีความคลาดเคลื่อนในแนว Lat. มากกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value 0.024) ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนต่างกันประมาณ 1 มม. (ดังตารางที่ 3)



รูปที่ 4 แผนภูมิแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของผู้ป่วยจำนวน 50 ราย เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม Upper isocenter และ Lower isocenter ในแนว (A) Vertical (Vrt.), (B) Longitudinal (Lng.) และ (C) Lateral (Lat.)

ตารางที่ 2 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนจากการจัดทำผู้ป่วยในแนว Vertical (Vrt.), Longitudinal (Lng.) และ Lateral (Lat.) ระหว่างกลุ่ม Upper isocenter และ Lower isocenter

	Mean (cm) (SD)		p-value*
	Upper iso.	Lower iso.	
แนว Vrt. (Antero-Posterior)	0.265 (0.233)	0.272 (0.241)	0.829
แนว Lng. (Cranial-caudal)	0.414 (0.366)	0.323 (0.259)	0.041
แนว Lat. (Left-Right)	0.261 (0.260)	0.268 (0.240)	0.846

Note: *t-test

ตารางที่ 3 แสดงปัจจัยด้านเพศที่มีผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนจากการจัดทำผู้ป่วยในแนว Vertical (Vrt.), Longitudinal (Lng.) และ Lateral (Lat.) ในกลุ่ม Upper isocenter และ Lower isocenter

	ตำแหน่ง isocenter	Mean (cm) (SD)		p-value*
		ชาย	หญิง	
แนว Vrt.	Upper iso.	0.316 (0.244)	0.224 (0.218)	0.053
(Antero-Posterior)	Lower iso.	0.250 (0.228)	0.307 (0.259)	0.226
แนว Lng.	Upper iso.	0.356 (0.322)	0.461 (0.394)	0.160
(Cranial-caudal)	Lower iso.	0.312 (0.228)	0.340 (0.302)	0.607
แนว Lat.	Upper iso.	0.256 (0.243)	0.265 (0.276)	0.867
(Left-Right)	Lower iso.	0.225 (0.186)	0.335 (0.297)	0.033

Note: *t-test

ปัจจัยด้านดัชนีมวลกาย (BMI) พบว่าผู้ป่วยที่มี BMI ≥ 25 หรือกลุ่มผู้ป่วยที่อยู่ในเกณฑ์ อ้วน-อ้วนมาก มีความคลาดเคลื่อนและความแปรปรวนของข้อมูลสูงสุดในแนว Lng. ในตำแหน่ง Upper isocenter มีค่า mean $\pm$ SD คือ 0.716 $\pm$ 0.443 และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้ป่วยที่มีดัชนีมวลกายในเกณฑ์ปกติ (BMI < 25) พบว่ากลุ่มผู้ป่วยที่อยู่ในเกณฑ์ อ้วน-อ้วนมาก มีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าและมีความแตกต่างกันในทางสถิติ (p-value < 0.001) อย่างไรก็ตามจากข้อมูลโดยรวม พบว่ากลุ่มผู้ป่วยที่อยู่ในเกณฑ์อ้วน-อ้วนมาก มีค่าความคลาดเคลื่อนในแนวอื่นๆ คือ Vrt., Lng. และ Lat. มากกว่าในกลุ่มผู้ป่วยที่มีดัชนีมวลกายในเกณฑ์ปกติ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติเช่นกัน ยกเว้นความคลาดเคลื่อนในแนว Lat. ในตำแหน่ง Upper isocenter เท่านั้นที่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (p-value 0.915) (ดังตารางที่ 4)

ส่วนปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอายุ พบว่าผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 60 ปี มีความคลาดเคลื่อนสูงสุดในแนว Lng. ใน

ตำแหน่ง Upper isocenter มีค่า mean $\pm$ SD คือ 0.473 $\pm$ 0.323 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้ป่วยอายุน้อยกว่า 60 ปี พบว่าไม่ต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนในแนวอื่น เช่น แนว Lat. พบว่าผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 60 ปีมีความคลาดเคลื่อนมากกว่าผู้ป่วยที่มีอายุน้อยกว่า 60 ปีทั้งในตำแหน่ง Upper isocenter (p-value 0.037) และ Lower isocenter (p-value 0.024) อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ในตำแหน่ง Lower isocenter พบว่าผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 60 ปีมีความคลาดเคลื่อนมากกว่าผู้ป่วยที่มีอายุน้อยกว่า 60 ปี และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติทั้งในแนว Vrt. (p-value 0.015), Lng. (p-value <0.001), Lat. (p-value 0.024) (ดังตารางที่ 5)

บทวิจารณ์ (Discussion)

ค่าความคลาดเคลื่อนในแนว Lng. มีความแตกต่างกันเพียง 1 มม. แต่มีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม Upper isocenter

และ Lower isocenter (p-value 0.041) โดยผลการวิจัยพบว่ามีความคลาดเคลื่อนสูงสุดในแนว Lng. (Cranial-caudal) สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้^[6,8] และสูงสุดในกลุ่ม Upper isocenter ผลของความคลาดเคลื่อนอาจเกิดจากตำแหน่งการวางแนวของผู้ป่วยบนอุปกรณ์เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละวัน แม้ว่านักรังสีการแพทย์จะทำการขีดเส้นบริเวณหน้าอกส่วนบนและแขนของผู้ป่วยรวมถึงส่วนของ Vac-LokTM แล้วก็ตาม แต่เนื่องจากตำแหน่งของหน้าอกและแขนอาจเคลื่อนที่ไม่สอดคล้องกัน รวมทั้งการคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการหายใจ มีบางงานวิจัยเสนอให้ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์เป็นหน้ากาก S-Type Head Mask ที่มีลักษณะคลุมถึงหัวไหล่โดยเปลี่ยนเป็น

แขนวางข้างลำตัวแทน น่าจะเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งสำหรับผู้ป่วยในกลุ่ม upper isocenter เพื่อลดความคลาดเคลื่อน^[6] จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าปัจจัยเสริม คือ เพศ, BMI, อายุ น่าจะมีความสัมพันธ์กับความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น แต่เนื่องจากประชากรในการศึกษาวิจัยครั้งนี้อาจไม่เพียงพอ จึงต้องทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยเสริมดังกล่าวต่อไป

ข้อสรุป (Conclusion)

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พบว่า ตำแหน่ง Upper isocenter มีปัญหาด้านความคลาดเคลื่อนในแนว Longitudinal (Lng.) หรือ CC (Cranial-Caudal) มากกว่า

ตารางที่ 4 แสดงปัจจัยด้าน BMI ที่มีผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนจากการจัดทำผู้ป่วยในแนว Vertical (Vrt.), Longitudinal (Lng.) และ Lateral (Lat.) ในกลุ่ม Upper isocenter และ Lower isocenter

	ตำแหน่ง isocenter	Mean (cm) (SD)		p-value*
		BMI < 25	BMI ≥ 25	
แนว Vrt. (Antero-Posterior)	Upper iso.	0.233 (0.237)	0.356 (0.198)	0.023
	Lower iso.	0.249 (0.228)	0.429 (0.276)	0.009
แนว Lng. (Cranial-caudal)	Upper iso.	0.310 (0.268)	0.716 (0.443)	< 0.001
	Lower iso.	0.292 (0.225)	0.536 (0.369)	0.030
แนว Lat. (Left-Right)	Upper iso.	0.263 (0.271)	0.256 (0.233)	0.915
	Lower iso.	0.239 (0.209)	0.464 (0.341)	0.030

Note: *t-test

ตารางที่ 5 แสดงปัจจัยด้านอายุที่มีผลต่อค่าความคลาดเคลื่อนจากการจัดทำผู้ป่วยในแนว Vertical (Vrt.), Longitudinal (Lng.) และ Lateral (Lat.) ในกลุ่ม Upper isocenter และ Lower isocenter

	ตำแหน่ง isocenter	Mean (cm) (SD)		p-value*
		อายุ < 60 ปี	อายุ ≥ 60 ปี	
แนว Vrt. (Antero-Posterior)	Upper iso.	0.255 (0.248)	0.275 (0.220)	0.677
	Lower iso.	0.209 (0.180)	0.313 (0.266)	0.015
แนว Lng. (Cranial-caudal)	Upper iso.	0.357 (0.398)	0.473 (0.323)	0.120
	Lower iso.	0.216 (0.203)	0.393 (0.268)	< 0.001
แนว Lat. (Left-Right)	Upper iso.	0.206 (0.190)	0.317 (0.309)	0.037
	Lower iso.	0.211 (0.147)	0.304 (0.280)	0.024

Note: *t-test

ตำแหน่ง Lower isocenter อย่างชัดเจน ซึ่งปัจจัยนี้ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนนั้น ยังคงต้องศึกษาเพิ่มเติม เนื่องจากเป็นการศึกษาเฉพาะความคลาดเคลื่อนในแนว Translation เพียงอย่างเดียว ไม่ได้ศึกษาความคลาดเคลื่อนในแนว Rotation อีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำผู้ป่วยในการศึกษาในครั้งนี้มี 2 แบบ ดังนั้นการศึกษาโดยตรงโดยการจำแนกอุปกรณ์อาจจะเป็นวิธีหนึ่งเพื่อเพิ่มความชัดเจนในการแก้ปัญหาต่อไป ทั้งนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะหากสามารถเปลี่ยนอุปกรณ์จัดทำที่เหมาะสมกว่าการยกแขนได้ ควรทำโดยเฉพาะตำแหน่ง Upper isocenter โดยแพทย์และนักฟิสิกส์ต้องพิจารณาร่วมกันในการในการกำหนดทิศทางของการเข้าของลำรังสีให้เหมาะสมกับรอยโรค ส่วนกรณีของผู้ป่วยที่มีความคลาดเคลื่อนมากและไม่สามารถแก้ปัญหาได้ การทำ KV-KV ทุกวัน น่าจะเป็นทางเลือกที่ดี ทั้งนี้ผลของงานวิจัยในครั้งนี้เป็นเพียงค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน จึงไม่สามารถบอกถึงผลในทาง

คลินิกได้ จึงต้องมีการศึกษาต่อเนื่องเพื่อคำนวณ PTV margin ในส่วนของปัจจัยเสริมที่คาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับความคลาดเคลื่อน ได้แก่ เพศ, BMI, อายุ ควรมีการศึกษาต่อยอดเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว เพื่อที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาให้เกิดผลดีที่ถูกต้องต่อไป

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และการสนับสนุนอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นพ. กุลธร เทพมงคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พญ. จิราพร เสตกรณกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จุมพฏ คัคณาพร และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในสาขา รังสีรักษา ภาควิชารังสีวิทยา โรงพยาบาลศิริราช ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในการดำเนินการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง (References)

1. Bentel GC, Marks LB, Krishnamurthy R. Impact of cradle immobilization on setup reproducibility during external beam radiation therapy for lung cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1997; 38:527-31.
2. Balter JM, Chen GT, Pelizzari CA, Krishnasamy S, Rubin S, Vijayakumar S. Online repositioning during treatment of the prostate: A study of potential limits and gains. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1993; 27:137-43.
3. Nelson C, Starkschall G, Chang JY. The potential for dose escalation in lung cancer as a result of systematically reducing margins used to generate planning target volume. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2006; 65:573-86.
4. de Boer HC, van Sörnsen de Koste JR, Senan S, Visser AG, Heijmen BJ. Analysis and reduction of 3D systematic and random setup errors during the simulation and treatment of lung cancer patients with CT-base external beam radiotherapy dose planning. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2001; 49:857-68.
5. Erridge SC, Seppenwoolde Y, Muller SH, van Herk M, De Jaeger K, Belderbos JS, et al. Portal imaging to assess set-up errors, tumor motion and tumor shrinkage during conformal radiotherapy of non-small cell lung cancer. Radiother Oncol. 2003; 66:75-85.
6. Li W, Moseley DJ, Bissonnette JP, Purdie TG, Bezjak A, Jaffray DA. Setup reproducibility for thoracic and upper gastrointestinal radiation therapy : influence of immobilization method and on-line cone-beam CT guidance. Med Dos. 2010; 35:287-96.
7. Sutee , D.; Ruj, S.; Apinya, K.; Set up verification and PTV margins determination of rapid arc therapy in prostate cancer using an on-board imager. Siriraj Med. J. 2015; 67(suppl 1):S1-5.
8. Borst GR, Sonke JJ, Betgen A, Remeijer P, van Herk M, Lebesque JV. Kilo-voltage cone-beam computed tomography setup measurement for lung cancer patients; first clinical results and comparison with electronic portal-imaging device. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2007; 68:555-61.

