

การประยุกต์ใช้อุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดอ่านค่าตัวเลขแบบดิจิทัลช่วยกำหนดระยะขนาดเอียงของพื้นผิวของทรวงอกในการจัดทำฉายรังสีผู้ป่วยมะเร็งเต้านม

ชนทอง ไชยมงคล¹, รัชดาภรณ์ ประเสริฐสม¹, ชาญวิทย์ มากะ¹, อนัตตา เครือวงษา¹, รังษิณพดล โถทอง²

บทคัดย่อ การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและความแม่นยำของการใช้ระบบ Laser ร่วมกับการใช้อุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดอ่านค่าตัวเลขแบบดิจิทัล (Digital spirit water level: DSL) เปรียบเทียบกับการใช้ระบบ Laser ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน โดยตรวจสอบและประเมินความคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดได้หลายปัจจัย เช่น การใช้อุปกรณ์ยัดตรง ความชำนาญในการจัดทำของนักรังสีการแพทย์ และตัวผู้ป่วยเอง ในการจัดทำผู้ป่วยมะเร็งเต้านมก่อนการฉายรังสี ด้วยเทคนิค Three Dimension Conformal Radiotherapy (3DCRT), Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT), Volumetric Arc radiotherapy (VMAT) ในเครื่องฉายรังสียี่ห้อ ELEKTA InfinityTM และยี่ห้อ Accuray TomoH จำนวน 34 ราย ด้วยวิธีการคัดเลือกตามเกณฑ์คัดเข้าและคัดออก ซึ่งประเมินความคลาดเคลื่อน 3 แกน ได้แก่ แกนซ้าย-ขวา หรือ แกน X แกนศีรษะ-เท้า หรือ แกน Y และแนวหน้า-หลัง หรือ แกน Z จากการถ่ายภาพเอกซเรย์ในโหมด kV-kV- imaging และ Cone beam Computed Tomography (CBCT) เปรียบเทียบกับภาพเอกซเรย์จากการจำลองการฉายรังสีด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ผลการศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยมะเร็งเต้านมที่ได้รับการจัดทำก่อนฉายรังสีโดยใช้ระบบ Laser เพียงอย่างเดียว มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน แกนแกน X แกนแกน Y และแกนแกน Z เท่ากับ -0.23 ± 2.67 มม., -0.09 ± 2.02 มม. และ 3.09 ± 2.84 มม. ตามลำดับ กลุ่มที่ใช้ระบบ Laser+DSL มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน แกนแกน X แกนแกน Y และแกนแกน Z เท่ากับ -1.01 ± 1.54 มม. -0.38 ± 2.05 มม. และ -0.26 ± 1.68 มม. ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติ Independent t-tests เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนระหว่าง 2 ระบบ พบว่าค่าเฉลี่ยแกน X และแกนแกน Y ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P=0.305$ และ $P=0.689$ ตามลำดับ) แกนแกน Z พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P=0.003$) และศึกษาระยะเวลาเฉลี่ยในการจัดทำทางผู้ป่วยพบว่าการจัดทำโดยใช้ระบบ Laser ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 40 ± 21.86 นาที ส่วนการใช้ระบบ Laser+DSL ใช้เวลาจัดทำทางเฉลี่ย เท่ากับ 7.94 ± 6.13 นาที ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.001$) นอกจากนี้ได้เปรียบเทียบจำนวนครั้งเฉลี่ยของการถ่ายภาพซ้ำในการใช้ระบบ Laser และระบบ Laser+DSL พบว่ามีค่าเท่ากับ 8.00 ± 4.37 ครั้ง และ 1.58 ± 1.23 ครั้ง ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.001$) สำหรับค่าความคลาดเคลื่อนโดยรวม (Total Vector Error: TVE) ของอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser และที่ใช้ระบบ Laser+DSL มีค่าเท่ากับ 3.12 และ 1.11 มม. ตามลำดับ และได้ศึกษาค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของขอบเขตของปริมาตรเป้าหมายการวางแผน (Planning Target Volume margin: PTV margin) ทั้ง แกนแกน X แกนแกน Y และแกนแกน Z ของอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser และที่ใช้ระบบ Laser+DSL มีค่าดังนี้ 11.34, 12.49, 17.48 และ 8.85, 8.92 และ 7.56 มม. ตามลำดับ สรุปการเปรียบเทียบ

การใช้อุปกรณ์ 2 ระบบ คือ ระบบ Laser ซึ่งเป็นระบบมาตรฐาน และระบบ Laser+DSL พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนในการจัดทำผู้ป่วยมะเร็งเต้านมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในแนวแกน X และแนวแกน Y ยกเว้นแนวแกน Z ดังนั้นการใช้ระบบ Laser+DSL จึงช่วยเพิ่มความแม่นยำในการจัดทำผู้ป่วยเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะแนวแกน Z ลดค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยโดยรวม (TVE) ลดค่าความคลาดเคลื่อนขอบเขต PTV margin และลดเวลาในการจัดทำผู้ป่วย รวมถึงลดจำนวนครั้งของการถ่ายภาพซ้ำส่งผลให้ผู้ป่วยไม่ได้รับปริมาณรังสีเพิ่มโดยไม่จำเป็นตามหลักด้านความปลอดภัยและการป้องกันอันตรายจากรังสี (วารสารโรคมะเร็ง 2567;44:157-172)

คำสำคัญ: ความคลาดเคลื่อนในการจัดทำผู้ป่วยฉายรังสี ระบบ Laser อุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดอ่านค่าตัวเลขแบบดิจิทัล

¹กลุ่มงานรังสีรักษา สถาบันมะเร็งแห่งชาติ

²กลุ่มงานวิจัยและประเมินเทคโนโลยีทางการแพทย์ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ

Application of a Digital Spirit Water Level to Measure and Determine The Slope of The Chest Surface in Radiotherapy Positioning of Breast Cancer Patients.

By Khanthong Chaimongkhon¹, Ratchadaporn Prasertsom¹, Chanwit Maka¹, Anatta Khruaewongsa¹, Rungsinoppadol Thotong²

¹Department of Radiation Oncology Therapy, National Cancer Institute, Thailand

²Department of Research and Technology Assessment, National Cancer Institute, Thailand

Abstract This research is to study the efficiency and accuracy of the application of using the laser system with the digital spirit water level (DSL) compared to using a laser system, which is a standard method. The study examined and assessed the errors, which could be caused by many factors, such as the use of fixation devices, the expertise of the radiotechnologist, and the patient. In the positioning of breast cancer patients before radiation therapy, using the Three Dimension Conformal Radiotherapy (3DCRT) techniques, Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT) techniques, Volumetric Arc radiotherapy (VMAT) techniques. In ELEKTA InfinityTH and Accuray TomoH radiation machines of totaling 34 cases by selecting according to the inclusion and exclusion criteria, which assessed the error in 3 dimensions: left-right (X-axis), head-foot (Y-axis), and front-back (Z-axis) from X-rays in kV-kV-imaging mode and Cone Beam Computed Tomography (CBCT) mode. Compared with computed tomography simulation image. The results were the group of breast cancer patients who received pre-irradiation positioning using only the laser system had mean error in the X-axis, Y-axis, and Z-axis of -0.23 ± 2.67 mm, -0.09 ± 2.02 mm, and 3.09 ± 2.84 mm, respectively. The groups using the laser and DSL systems had mean error in the X-axis, Y-axis, and Z-axis of -1.01 ± 1.54 mm, -0.38 ± 2.05 mm, and -0.26 ± 1.68 mm, respectively. When analyzed by the independent t-tests to compare the mean error between the 2 systems, it was found that the mean in the X-axis and Y-axis was not significantly different ($P=0.305$ and $P=0.689$ respectively), while the mean in the Z-axis was significantly different ($P=0.003$). The study of the average time for patient positioning found that the positioning using the Laser system average of 40 ± 21.87 minutes, while using the Laser system and DSL average of 7.94 ± 6.13 minutes, which was statistically significantly different ($P<0.001$).

In addition, the average number of repeated imaging sessions between the laser system and the laser system and DSL were compared and found to be 8.00 ± 4.37 times and 1.58 ± 1.23 times, respectively, which were statistically significantly different ($P < 0.001$). The Total Vector Error (TVE) of the device using the laser system and the device using the Laser and DSL system were 3.12 and 1.11 mm, respectively. The average error of the planning target volume margin (PTV margin) in the X-axis, Y-axis, and Z-axis of the device using the laser system and the device using the Laser and DSL system were 11.34, 12.49, 17.48 and 8.85, 8.92, 7.56 mm, respectively. In summary, the comparison of the use of two systems, the standard laser system and the laser system combined with DSL, found that the positioning error values in breast cancer patients were not significantly different in the X-axis and Y-axis, except in the Z-axis. Therefore, the use of the laser system and DSL helped increase the accuracy of patient positioning, especially in the Z-axis, reduce the overall mean error (TVE), reduce the PTV margin error, and reduce the time for patient positioning, as well as reduce the number of re-imaging. There are resulting in patients not receiving unnecessary additional radiation doses according to the principles of safety and radiation hazard prevention. (*Thai Cancer J 2024;44:157-172*)

Keywords: Discrepancies in positioning radiation patients, Laser system, Water level measuring device that reads digital numbers.

บทนำ

มะเร็งเต้านมเป็นโรคเรื้อรังประเภทหนึ่งที่มีความชุกเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ข้อมูลล่าสุดทั่วโลกพบมีผู้ป่วยมะเร็งรายใหม่ประมาณ 2 ล้านราย และมีผู้เสียชีวิตจากมะเร็งเต้านมราว 6 แสนราย โดยส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยมะเร็งในทวีปเอเชีย ร้อยละ 50 รายงานข้อมูลทะเบียนของประเทศไทยปีล่าสุด มีผู้ป่วยมะเร็งเต้านมรายใหม่ 17,043 ราย หรือมีอุบัติการณ์ 34.2 รายต่อแสนประชากร มากกว่าครึ่งหนึ่งเป็นผู้ป่วยที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป^{1,2} จากรายงานข้อมูลทะเบียนมะเร็งสถาบันมะเร็งแห่งชาติ พ.ศ. 2563-2565 มีผู้ป่วยมะเร็งเต้านมรายใหม่ 655, 616, 792 ราย ตามลำดับ³⁻⁵ การรักษามะเร็งเต้านมในปัจจุบันจึงเป็นวิธีการแบบผสมผสาน เช่น การผ่าตัด เคมีบำบัด ฮอโมนบำบัด และการฉายรังสี เป็นต้น การรักษาหลักของผู้ป่วยมะเร็งเต้านมระยะเริ่มต้น ได้แก่ การผ่าตัดเต้านมซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นการผ่าตัดเต้านมทั้งเต้า การผ่าตัดแบบสงวนเต้านม และการผ่าตัดต่อมน้ำเหลือง⁶ การฉายรังสีในมะเร็งเต้านมระยะต้นมีจุดประสงค์หลักคือเป็นการรักษาเสริมหลังการผ่าตัดโดยหวังผลเพื่อลดการกำเริบเฉพาะที่บริเวณผนังหน้าอกในกรณีที่ผ่าตัดเต้านมทั้งเต้า⁶ และลดการกำเริบบริเวณเนื้อเยื่อเต้านมในกรณีที่ผ่าตัดสงวนเต้านม⁷ นอกจากนี้ยังช่วยลดอัตราการกำเริบบริเวณต่อมน้ำเหลือง

บริเวณรักแร้ บริเวณเหนือไหปลาร้า และในบริเวณผนังทรวงอกด้วย^๑ การรักษาด้วยการฉายรังสี โดยหลักการที่สำคัญคือต้องให้ปริมาณรังสีที่ถูกต้องแม่นยำไปยังก้อนมะเร็ง ขณะที่อวัยวะที่ปกติโดยรอบต้องได้รับปริมาณรังสีน้อยที่สุด ซึ่งก่อนฉายรังสีจะตรวจสอบตำแหน่งฉายรังสีด้วยระบบภาพนำวิถี (Image Guide Radiation Therapy: IGRT) เพื่อให้พื้นที่ฉายรังสีซ้อนทับพอดีกับตำแหน่งที่รังสีแพทย์วางแผนการรักษาไว้ ในผู้ป่วยมะเร็งเต้านมจะมีการตัดเต้านมด้านที่เป็นมะเร็งออกไปทำให้เต้านมทั้ง 2 ข้างไม่สมดุลกัน ทำให้การนอนเพื่อฉายรังสีแต่ละครั้งจะต้องตั้งรังสีผิวทรวงอกให้ตำแหน่งการวางตัวของเต้านมไม่เหมือนเดิม เกิดปัญหาหระนาบลาดเอียงของพื้นผิวของทรวงอก ส่งผลให้การจดทำยากขึ้น เกิดความคลาดเคลื่อนได้ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการจัดตำแหน่งผู้ป่วยให้เหมือนกันทุกครั้งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ทั้งในช่วงการจำลองการรักษาด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และช่วงจัดทำผู้ป่วยก่อนการฉายรังสี โดยผู้ป่วยมะเร็งเต้านมต้องนอนในท่าหนึ่ง ไม่ขยับตัว หรือเคลื่อนไหวน้อยที่สุด ปัจจุบันมีการนำระบบภาพ 3 มิติ (3D Surface imaging system) มาช่วยจัดตำแหน่งผู้ป่วยก่อนและระหว่างฉายรังสี ข้อดีคือไม่ใช้รังสี ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย มีความแม่นยำสูง แสดงข้อมูลรูปร่างและตำแหน่งภาพผิวเต้านมได้เป็นบริเวณกว้าง แต่อุปกรณ์นี้มีราคาสูงมาก ซึ่งยังไม่มีให้บริการในหน่วยงาน จากปัญหาดังกล่าวและข้อจำกัดที่มีอยู่ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำอุปกรณ์วัดระดับน้ำอ่านค่าแบบดิจิทัล (Digital spirit water level: DSL) ที่มีในหน่วยงาน มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบ Laser เนื่องจากเครื่องวัด DSL แสดงข้อมูลทั้งมุมมองเสาแนวตั้ง และมุมมองเสาแนวนอนได้ทันที สะดวกต่อการใช้งาน การนำเครื่องวัด DSL น่าจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนจากการจัดทำผู้ป่วยก่อนฉายรังสีได้ ลดระยะเวลาการนอนในห้องฉายรังสีลงได้ ซึ่งอาจมีผลกระทบด้านจิตใจผู้ป่วย และญาติมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อการให้บริการของโรงพยาบาล ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในการจัดทำผู้ป่วยมะเร็งเต้านมก่อนฉายรังสี ระหว่างการใช้ระบบ Laser และใช้ระบบ Laser+DSL 2) คำนวณหาค่าขอบเขตของการวางแผนการรักษา (Planning Target Volume margin: PTV margin) ที่เหมาะสมสำหรับการฉายรังสีบริเวณเต้านม 3) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลาและจำนวนครั้งของการจัดทำผู้ป่วยด้วยอุปกรณ์ทั้ง 2 ระบบ

วัสดุและวิธีการ

รูปแบบการวิจัย (Research Design)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Analytical cross sectional study)

ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)

ประชากร คือ ผู้ป่วยโรคมะเร็งเต้านมที่มารับบริการฉายรังสีในสถาบันมะเร็งแห่งชาติ กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยมะเร็งเต้านมที่ได้รับการสร้างภาพด้วยเครื่องจำลองการรักษาเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT-Simulator) ยี่ห้อ TOSHIBA รุ่น AquilionLB ชนิด 16 สไลด์ ด้วยเทคนิค Three Dimension Conformal Radiotherapy (3DCRT), Intensity Modulated Radiotherapy (IMRT), Volumetric Arc radiotherapy (VMAT) ได้รับการฉายรังสีด้วยเครื่องเร่งอนุภาค ยี่ห้อ ELEKTA InfinityTM และเครื่องฉายรังสีแบบเกลียวหมุน ยี่ห้อ Accura TomoH จำนวน 34 ราย ในช่วงระหว่างเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2566 ถึงเดือน กันยายน พ.ศ. 2567 กลุ่มตัวอย่าง

ได้รับการคัดเลือกตามเกณฑ์คัดเข้าและคัดออก ซึ่งจะได้รับการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนก่อนการฉายรังสี โดยการประเมินจากการถ่ายภาพในโหมด KV-KV- imaging และ Cone beam Computed Tomography (CBCT) หาความคลาดเคลื่อนใน 3 แกน ได้แก่ แนวซ้าย-ขวา หรือ แกน X แนวศีรษะ-เท้า หรือ แกน Y และแนวหน้า-หลัง หรือ แกน Z ที่กลุ่มงานรังสีรักษา สถาบันมะเร็งแห่งชาติ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นผู้ป่วยมะเร็งเต้านมก่อนฉายรังสี จัดทำด้วยระบบ Laser เป็นวิธีมาตรฐาน จำนวน 17 ราย

กลุ่มที่ 2 เป็นผู้ป่วยมะเร็งเต้านมก่อนฉายรังสี จัดทำด้วยด้วยระบบ Laser+DSL จำนวน 17 ราย

เกณฑ์คัดเข้า คือ 1) ผู้ป่วยที่เข้ารับบริการฉายรังสีบริเวณเต้านม ด้วยเครื่องเร่งอนุภาค ยี่ห้อ ELEKTA InfinityTM และเครื่องฉายรังสีแบบเกลียวหมุน ยี่ห้อ Accuray TomoH 2) ผู้ป่วยต้องได้รับการประเมินการรักษาด้วยเทคนิค 3DCRT/ IMRT/ VMAT และเข้ารับบริการฉายรังสีอย่างน้อย 16 ครั้ง 3) ผู้ป่วยต้องได้รับการตรวจสอบตำแหน่งการฉายรังสี (IGRT) ด้วยการถ่ายภาพในโหมด KV-KV- imaging และ CBCT และ 4) ผู้ป่วยมะเร็งเต้านม อายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป มีสติ สัมผัสสัญญาณดี สามารถสื่อสารภาษาไทยได้และยินดียอมรับร่วมโครงการ

เกณฑ์คัดออก คือ 1) ผู้ป่วยเข้ารับบริการฉายรังสีบริเวณเต้านมน้อยกว่า 16 ครั้ง ที่กลุ่มงานรังสีรักษา สถาบันมะเร็งแห่งชาติ 2) เกิดตั้งครรภ์ในระหว่างการรักษาด้วยฉายรังสี 3) มีภาวะอาการทางจิต นอนนิ่งไม่ได้ 4) มีอาการแทรกซ้อน หรือเจ็บป่วยฉุกเฉินจนไม่สามารถเข้ารับบริการฉายรังสีบริเวณเต้านมได้

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

คำนวณขนาดตัวอย่างตามสมการ⁹ $n = (Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \frac{2\sigma_d^2}{\mu_d^2}$ เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน เมื่อ n เท่ากับขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม ค่า σ_d คือ ค่าความแปรปรวนรวมของประชากร Z_{α} คือ ค่าความเชื่อมั่นที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เท่ากับ 1.96 ค่า Z_{β} คือ อำนาจการทดสอบ ร้อยละ 80 เท่ากับ 0.84 ค่า μ_d คือ ส่วนต่างค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนจากการจัดทำก่อนเข้ารับการฉายรังสีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การศึกษาที่ผ่านมาของบัญชา พันธุ์แดง และคณะ⁹ รายงานความต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนจากการจัดทำก่อนเข้ารับการฉายรังสีของกลุ่มทดลอง (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.61) และกลุ่มควบคุม (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.06) มีค่า เท่ากับ 0.55 และความแปรปรวนรวมทั้งสองกลุ่ม เท่ากับ 0.56 แทนค่าตามสมการได้ขนาดตัวอย่างกลุ่มละประมาณ 17 ราย รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเท่ากับ 34 ราย การวิจัยครั้งนี้ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สถาบันมะเร็งแห่งชาติ โครงการวิจัยเลขที่ EC67012 เลขที่ 2567/030

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 5 ส่วน คือ

1) แบบบันทึกข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนในการจัดทำผู้ป่วยมะเร็งเต้านมก่อนฉายรังสี ประกอบด้วย อายุ น้ำหนัก ระยะเวลาโรค รูปแบบการผ่าตัด รูปแบบการรักษา ความคลาดเคลื่อน ตามแนวซ้าย-ขวา แกน X แนวศีรษะ-เท้า แกน Y และแนวหน้า-หลัง แกน Z จำนวนครั้งของการถ่ายภาพซ้ำ และระยะเวลาการจัดทำแต่ละครั้ง (นาทีก) 2) อุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดอ่านค่าตัวเลขแบบดิจิทัลยี่ห้อ Johnson ขนาด นิ้ว 6 เป็นอุปกรณ์

ตรวจสอบความลาดเอียงของพื้นที่ วัดในแนวราบ แนวตั้ง และแนวตั้งฉาก สามารถวัดเป็นองศา, เพอร์เซ็นต์, มม./ม., นิ้ว/ฟุต เป็นทศนิยม ความแม่นยำ $\pm 0.1^\circ$ สำหรับ 0° และ 90° และ $\pm 0.2^\circ$ สำหรับ 1° ถึง 0.89° ความละเอียด $\pm 0.1^\circ$, 0.1% , $1/8"$, $0.02"$, 1.7 มม. ช่วงทำงาน 0 ถึง 90 องศา อ่านค่าเป็นตัวเลข ผลิตจากประเทศอเมริกา 3) เครื่องจำลองการรักษาเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT-Simulator) 4) เครื่องเร่งอนุภาค ยี่ห้อ ELEKTA InfinityTM และมีโหมดระบบภาพนำวิถี (IGRT) และ 5) เครื่องฉายรังสีแบบเกลียวหมุนยี่ห้อ Accuray TomoH ที่มีโหมดระบบภาพนำวิถี (IGRT)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

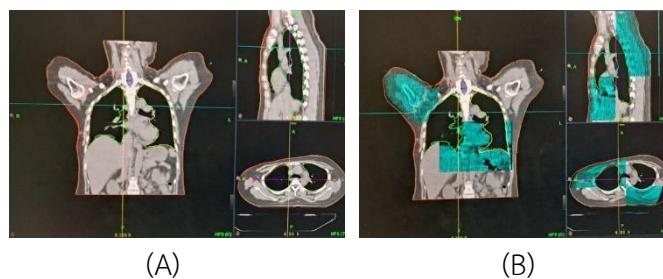
1. จัดทำผู้ป่วยให้อยู่ในท่านอนหงายและยกมือเหนือศีรษะจับอุปกรณ์รองแขน (wing board) รองด้วยเบาะรองนอนสูญญากาศเพื่อยึดตรึงตัวผู้ป่วย ใช้อุปกรณ์รองเข่า นำอุปกรณ์ DSL วางบนตัวผู้ป่วยตามแนวยาว และแนวขวางตัวผู้ป่วยตรงจุดศูนย์กลาง (Isocenter) ของการทำเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT Simulator) จัดบันทึกค่าที่อ่านได้เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิง (Reference)
2. จัดทำผู้ป่วยก่อนฉายรังสี 2 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 จัดทำด้วยระบบ Laser ร่วมกับเส้นกำหนดขอบเขตพื้นที่ฉายรังสีบนตัวผู้ป่วย (skin marks) ดังรูปที่ 1 และ วิธีที่ 2 จัดทำด้วยระบบ Laser ร่วมกับเส้นกำหนดขอบเขตพื้นที่ฉายรังสีบนตัวผู้ป่วย จัดทำผู้ป่วยอยู่ในช่วงของอุปกรณ์วัดระดับน้ำที่อ่านค่าได้และบันทึกไว้จากห้องจำลองการรักษา ดังรูปที่ 2
3. การตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำในการจัดทำผู้ป่วยมะเร็งเต้านมทั้ง 2 ระบบ ด้วยระบบภาพนำวิถี (IGRT) โดยเปรียบเทียบกับภาพรังสีจากโปรแกรมวางแผนรังสีรักษาแบบสามมิติ (Digitally Reconstructed Radiograph: DRR) โดยใช้โปรแกรมการซ้อนทับภาพ (image registration) ให้ได้ภาพที่ซ้อนทับพอดีกับภาพที่วางแผนการรักษาไว้ (DRR) ดังรูปที่ 3
4. บันทึกข้อมูลของการจัดทำผู้ป่วยทั้ง 2 ระบบลงในแบบบันทึกข้อมูลค่าความคลาดเคลื่อนในการจัดทำผู้ป่วยมะเร็งเต้านมก่อนฉายรังสีของผู้ป่วยแต่ละราย



รูปที่ 1 แสดงการจัดทำโดยใช้ระบบ Laser ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน



รูปที่ 2 แสดงการจัดท่าโดยใช้ระบบ Laser ร่วมกับอุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดอ่านค่าตัวเลขแบบดิจิทัล



รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบการตรวจสอบภาพด้วยระบบภาพนำวิถี (IGRT) รูป (A)-DRRs (Reference), รูป (B)-ภาพเปรียบเทียบระหว่าง DRR กับภาพ CBCT โดยใช้โปรแกรมการซ้อนทับภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การศึกษานี้คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนโดยรวม (Total Vector Error: TVE) ของการจัดท่าผู้ป่วยจากทั้ง 2 ระบบ คือ ระบบ Laser และระบบ Laser+DSL ค่าความคลาดเคลื่อนโดยรวมคำนวณได้จาก Total Vector Error: $TVE = \sqrt{(Lateral)^2 + (Long)^2 + (Vertical)^2}$

2) หาความคลาดเคลื่อนของ Systematic error (Σ) ซึ่งได้จากการคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในการจัดท่าผู้ป่วยแต่ละราย และหา Random error (σ) ซึ่งหาได้จากค่าเฉลี่ยกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำไปคำนวณหาขอบเขตของ PTV margin สำหรับอุปกรณ์ 2 ระบบที่ใช้ในการจัดท่าผู้ป่วยมะเร็งเต้านม โดยคำนวณค่า PTV margin ตามข้อเสนอแนะของ Van Herk M^{10} ดังสมการนี้ คือ $PTV \text{ margin (mm)} = 2.5\Sigma + 0.7\sigma$

3) การกระจายตัวของข้อมูลทดสอบด้วยสถิติ Shapiro-Wilk Test ข้อมูลลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ป่วยมะเร็งเต้านมที่เข้ารับการฉายรังสี นำเสนอด้วยสถิติพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าต่ำสุด-สูงสุด ค่าเฉลี่ย สถิติ Chi-square test และ สถิติ Fisher exact test ใช้เปรียบเทียบลักษณะข้อมูลของทั้งสองกลุ่ม สถิติ Independent t-test และสถิติ Wilcoxon rank-sum test ใช้เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนจากการจัดท่าผู้ป่วยมะเร็งเต้านม ค่าเฉลี่ยเวลา และจำนวนครั้งของการจัดท่าผู้ป่วยระหว่างการใช้ระบบ Laser และระบบ Laser+DSL กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลการศึกษา

การศึกษาในผู้ป่วยที่ฉายรังสีบริเวณเต้านมทั้งหมด 34 ราย โดยใช้อุปกรณ์ยึดตรึงด้วยเบาะรองนอน สูญญากาศ ร่วมกับอุปกรณ์รองแขน และอุปกรณ์รองขาที่เหมือนกัน ผู้ป่วยได้รับการฉายรังสีด้วยเทคนิค 3DCRT, IMRT และ VMAT โดยใช้ระบบ Laser ในห้องฉายรังสีช่วยจัดทำผู้ป่วยจำนวน 17 ราย และใช้ระบบ Laser+DSL ช่วยจัดทำจำนวน 17 ราย ข้อมูลโดยรวมของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม พบว่ามีอายุระหว่าง 36-55 ปี มากที่สุด ร้อยละ 58.8 อายุเฉลี่ย 53.76 ± 11.86 ปี น้ำหนักระหว่าง 51-60 กิโลกรัมและน้ำหนักระหว่าง 61-70 กิโลกรัมมีค่าเท่ากัน คือ ร้อยละ 29.4 และ น้ำหนักเฉลี่ย 58.47 ± 11.19 กิโลกรัม เป็นการผ่าตัดเต้านมออกทั้งเต้า (MRM) ร้อยละ 94.1 ผู้ป่วยส่วนใหญ่ได้รับการให้เคมีบำบัดร่วมกับการฉายรังสี (CCRT) ร้อยละ 94.1 และเป็นผู้ป่วยอยู่ในระยะโรค stage II ร้อยละ 50.0 ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้ป่วยทั้งสองกลุ่ม จำแนกตามกลุ่ม ระบบ Laser ในห้องฉายรังสีช่วยจัดทำฉายรังสีผู้ป่วยจำนวน 17 ราย และกลุ่มที่ใช้ระบบ Laser+DSL จำนวน 17 ราย เพื่อหาความแตกต่างระหว่างกลุ่มของอายุ น้ำหนัก ระยะโรค รูปแบบการผ่าตัดเต้านม และรูปแบบการรักษา ทั้งสองกลุ่มด้วยสถิติ Chi-square test หรือ Fisher exact test พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ อายุ และน้ำหนัก หลังจากทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล พบว่าข้อมูลทั้งสองกลุ่มมีการกระจายตัวแบบปกติ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างอายุเฉลี่ย และน้ำหนักเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม โดยใช้สถิติ Independent t-test ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของผู้ป่วยที่ฉายรังสีบริเวณเต้านม (n=34)

ตัวแปร	รวมสองกลุ่ม	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	P-value
		(Laser)	(Laser+DSL)	
	จำนวน (%)	จำนวน (%)	จำนวน (%)	
อายุ (ปี)				1.000
20-35	3 (8.8)	2 (11.8)	1 (5.9)	
36-55	20 (58.8)	9 (52.9)	10 (58.8)	
56 ขึ้นไป	11 (32.4)	6 (35.3)	6 (35.3)	
อายุเฉลี่ย $\pm$ SD	53.76 ± 11.86	54.18 ± 12.28	53.35 ± 11.79	0.843
น้ำหนัก (กิโลกรัม)				1.000
40-50	9 (26.5)	5 (29.4)	4 (23.5)	
51-60	10 (29.4)	5 (29.4)	5 (29.4)	
61-70	10 (29.4)	5 (29.4)	5 (29.4)	

ตัวแปร	รวมสองกลุ่ม	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	P-value
		(Laser)	(Laser+DSL)	
	จำนวน (%)	จำนวน (%)	จำนวน (%)	
71 ขึ้นไป	5 (14.7)	2 (11.8)	3 (17.7)	
น้ำหนักเฉลี่ย±SD	58.47±11.19	57.96±10.14	58.98±12.44	0.627
ระยะโรค				0.053
I	14 (41.2)	10 (58.8)	4 (23.5)	
II	17 (50.0)	5 (29.4)	12 (70.6)	
III	2 (5.9)	1 (5.9)	1 (5.9)	
IV	1 (2.9)	1 (5.9)	0 (0.0)	
รูปแบบการผ่าตัดเต้านม				1.000
ผ่าตัดออกทั้งเต้า (MRM)	32 (94.1)	16 (94.1)	16 (94.1)	
ผ่าตัดแบบสงวนเต้า (BCS)	2 (5.9)	1 (5.9)	1 (5.9)	
รูปแบบการรักษา				1.000
การฉายรังสีอย่างเดียว	2 (5.9)	1 (5.9)	1 (5.9)	
(RT alone)				
การให้เคมีร่วมกับการฉาย	32 (94.1)	16 (94.1)	16 (94.1)	
รังสี (CCRT)				

หมายเหตุ SD=ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ตัวแปร อายุ น้ำหนัก ระยะโรค รูปแบบการผ่าตัดเต้านม และรูปแบบการรักษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Chi-square test หรือ Fisher exact test, เปรียบเทียบความแตกต่างอายุเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่จัดทำด้วยระบบ Laser และกลุ่มที่ใช้ระบบ Laser+DSL โดยใช้สถิติ Independent t-test

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนจากการจัดทำผู้ป่วยมะเร็งเต้านมจากการจัดทำทั้ง 2 ระบบ

แนวทางการจัดทำ	ค่าเฉลี่ย±SD (mm)	ส่วนต่าง ค่าเฉลี่ย 2 วิธี	95%CI of different mean	P-value
ตามแนวแกน X				
ระบบ Laser	-0.23±2.67	0.78	-0.76-2.32	0.305
ระบบ Laser+DSL	-1.01±1.54			
ตามแนวแกน Y				
ระบบ Laser	-0.09±2.02	0.29	-1.14-1.70	0.689
ระบบ Laser+DSL	-0.38±2.05			

แนวทางการจัดทำ	ค่าเฉลี่ย±SD (mm)	ส่วนต่าง ค่าเฉลี่ย 2 วิธี	95%CI of different mean	P-value
ตามแนวแกน Z				
ระบบ Laser	3.09±2.84	3.35	1.73-4.99	0.003*
ระบบ Laser+DSL	-0.26±1.68			

หมายเหตุ ระบบ Laser = การจัดทำโดยใช้ระบบ Laser, ระบบ Laser+DSL = การจัดทำโดยใช้ระบบ Laser ร่วมอุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดอ่านค่าตัวเลขแบบดิจิทัล, SD=ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, mm= มิลลิเมตร = มม. , เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Independent t-test, *มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ $P<0.05$

เมื่อวิเคราะห์หาการกระจายตัวข้อมูลทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนทั้ง 3 แนว มีการกระจายตัวแบบปกติ ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนของการจัดทำผู้ป่วยมะเร็งเต้านมก่อนการฉายรังสี แนวซ้าย-ขวา แกน X, แนวศีรษะ-เท้า แกน Y และแนวหน้า-หลัง แกน Z โดยใช้ระบบ Laser ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -0.23 ± 2.67 , -0.09 ± 2.02 และ 3.09 ± 2.84 มม. ตามลำดับ ส่วนการใช้ระบบ Laser+DSL มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -1.01 ± 1.54 , -0.38 ± 2.05 และ -0.26 ± 1.68 มม. ตามลำดับ การคำนวณค่าเฉลี่ยได้คิดเครื่องหมายที่แสดงทิศทางของความคลาดเคลื่อนรวมด้วย เมื่อใช้สถิติ Independent t-test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนระหว่าง 2 ระบบ พบว่า ส่วนต่างค่าเฉลี่ยในแนวซ้าย-ขวา แกน X, แนวศีรษะ-เท้า แกน Y มีค่าเท่ากับ 0.78 และ 0.29 มม. ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P=0.305$ และ $P=0.689$ ตามลำดับ) ส่วนแนวหน้า-หลัง แกน Z พบว่ามีส่วนต่างค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.35 มม. ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P=0.003$) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 3 แสดงค่า Total Vector Error (TVE) ระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser และ ระบบ Laser+DSL

ความคลาดเคลื่อน	แนวซ้าย-ขวา แกน X (mm)	แนวศีรษะ-เท้า แกน Y (mm)	แนวหน้า-หลัง แกน Z (mm)	TVE*
ระบบ Laser	-0.23	-0.09	3.10	3.12
ระบบ Laser+DSL	-1.01	-0.38	-0.26	1.11

หมายเหตุ *TVE = $\sqrt{(x)^2 + (y)^2 + (z)^2}$, ระบบ Laser = การจัดทำโดยใช้ระบบ Laser, ระบบ Laser+DSL = การจัดทำโดยใช้ระบบ Laser ร่วมอุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดอ่านค่าตัวเลขแบบดิจิทัล, mm= มิลลิเมตร = มม.

ข้อมูลในตารางที่ 3 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนโดยรวม Total Vector Error (TVE) ของอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser+DSL มีค่าเท่ากับ 3.12 และ 1.11 มม. ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การใช้ระบบ Laser+DSL ช่วยลดความคลาดเคลื่อนโดยรวมลงได้



รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบ Systematic error (A), Random error (B), และค่า PTV margin (C)

ในการจัดทำผู้ป่วยก่อนฉายรังสีระหว่างใช้ระบบ Laser และระบบ Laser+DSL

ตารางที่ 4 การคำนวณความคลาดเคลื่อนเป็นแบบระบบและแบบสุ่ม ทั้ง 2 ระบบ

ความคลาดเคลื่อน	แนวซ้าย-ขวา แกน X (mm)	แนวศีรษะ-เท้า แกน Y (mm)	แนวหน้า-หลัง แกน Z (mm)
Laser: Systematic error (Σ)	2.67	2.02	2.84
Laser+DSL: Systematic error (Σ)	1.54	2.05	1.68
Laser: Random error (σ)	6.66	10.63	14.82
Laser+DSL: Random error (σ)	7.13	5.43	4.80

หมายเหตุ ระบบ Laser = การจัดทำโดยใช้ระบบ Laser, ระบบ Laser+DSL = การจัดทำโดยใช้ระบบ Laser ร่วมอุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดอ่านค่าตัวเลขแบบดิจิทัล, Systematic error=ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ, Random error=ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม, mm= มิลลิเมตร =มม.

ข้อมูลในตารางที่ 4 แสดงค่า Systematic error (Σ) ของทั้ง 2 ระบบ ในแนวซ้าย-ขวา แกน X, แนวศีรษะ-เท้า แกน Y และแนวหน้า-หลัง แกน Z โดยอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser มีค่าความคลาดเคลื่อนเชิงระบบเท่ากับ 2.67, 2.02 และ 2.84 มม. ตามลำดับ ส่วนการใช้ระบบ Laser+DSL มีค่าความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

เท่ากับ 1.54, 2.05 และ 1.68 มม. ตามลำดับ และแสดงค่า Random error (o) ในแนวซ้าย-ขวา แกน X, แนวศีรษะ-เท้า แกน Y, แนวหน้า-หลัง แกน Z ของอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser เท่ากับ 6.66, 10.63 และ 14.82 มม. ตามลำดับ และอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser+DSL มีค่าความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม เท่ากับ 7.13, 5.43 และ 4.80 มม. ตามลำดับวิเคราะห์ข้อมูลระบบ Laser+DSL มีความคลาดเคลื่อนแบบระบบน้อยกว่าทุกแนว ยกเว้นแนวซ้าย-ขวาที่ระบบ Laser+DSL มีค่ามากกว่า

ตารางที่ 5 การคำนวณความคลาดเคลื่อน PTV margin

ความคลาดเคลื่อน	แนวซ้าย-ขวา แกน X (mm)	แนวศีรษะ-เท้า แกน Y (mm)	แนวหน้า-หลัง แกน Z (mm)
ระบบ Laser	11.34	12.49	17.48
ระบบ Laser+DSL	8.85	8.92	7.56

หมายเหตุ ระบบ Laser = การจัดทำโดยใช้ระบบ Laser, ระบบ Laser+DSL = การจัดทำโดยใช้ระบบ Laser ร่วมอุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดอ่านค่าตัวเลขแบบดิจิทัล, mm= มิลลิเมตร=มม.

เมื่อนำค่า systematic error และ random error มาใช้เพื่อคำนวณหาขอบเขตของการวางแผนรักษา PTV margin ทั้ง 3 แกน โดยอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser แนวแกน X, แนวแกน Y, แนวแกน Z มีค่าเท่ากับ 11.34, 12.49 และ 17.48 มม. ตามลำดับ ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser + DSL ทั้ง 3 แกน เท่ากับ 8.85, 8.92 และ 7.56 มม. ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าการอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser + DSL มีค่าขอบเขตของการวางแผนรักษา PTV margin น้อยกว่าอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser ทั้ง 3 แกน แสดงในตารางที่ 5 และรูปกราฟที่ 4

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเวลา และจำนวนครั้งของการจัดทำผู้ป่วยด้วยอุปกรณ์ทั้ง 2 ระบบ

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย±SD	ส่วนต่าง เฉลี่ย 2 วิธี	95%CI of different mean	Wilcoxon value (z)	P-value [†]
เวลา (นาที)					
ระบบ Laser	40.00±21.86	32.06	20.51-43.61	4.844	<0.001*
ระบบ Laser+DSL	7.94±6.13				
จำนวนครั้งจัดทำ (ครั้ง)					
ระบบ Laser	8.00±4.37	6.42	4.10-8.72	4.844	<0.001*
ระบบ Laser+DSL	1.58±1.23				

หมายเหตุ ระบบ Laser = การจัดทำโดยใช้ระบบ Laser, ระบบ Laser+DSL = การจัดทำโดยใช้ระบบ Laser ร่วมอุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดอ่านค่าตัวเลขแบบดิจิทัล, SD=ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, mm= มิลลิเมตร= มม., [†]สถิติ Wilcoxon rank-sum test; *มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ P<0.05

เมื่อวิเคราะห์หาการกระจายตัวข้อมูลเวลา และจำนวนครั้งของการจัดทำผู้ป่วยที่ใช้ระบบ Laser และระบบ Laser+DSL พบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ การจัดทำผู้ป่วยของอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser มีจำนวน เท่ากับ 8 ครั้ง ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser+DSL มีจำนวน เท่ากับ 1.58 ครั้ง หลังจาก

เปรียบเทียบความแตกต่างจำนวนครั้งเฉลี่ยระหว่าง 2 ระบบด้วยสถิติ Wilcoxon rank-sum test พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$) และค่าเฉลี่ยของเวลาของอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser เท่ากับ 40 นาที ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser+DSL เท่ากับ 7.94 นาที เมื่อนำมาคำนวณค่าทางสถิติเปรียบเทียบระหว่าง 2 ระบบ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$) ดังแสดงในตารางที่ 6

วิจารณ์

การจัดทำผู้ป่วยก่อนการฉายรังสีในผู้ป่วยมะเร็งเต้านมเป็นขบวนการที่สำคัญซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพและความถูกต้องในการฉายรังสี เนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีว่าไม่สามารถกำจัดความคลาดเคลื่อนให้หมดไปได้ เมื่อนำค่า systematic error และ random error มาคำนวณหาขอบเขตของการวางแผนรักษา PTV margin พบว่าอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser+DSL มีค่า PTV margin น้อยกว่าอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ Laser ทั้ง 3 แกน นอกจากนี้ค่าขอบเขต PTV margin จำเป็นต้องคำนึงถึงค่าความคลาดเคลื่อนจากการจัดทำร่วมด้วย และการใช้ระบบ Laser+DSL ช่วยลดความคลาดเคลื่อนโดยรวมลงได้

การจัดทำผู้ป่วยในการฉายรังสีบริเวณเต้านมให้เหมือนเดิมทุกครั้งตลอดจนครบการรักษานั้นเป็นเรื่องยาก โดยสาเหตุปัจจัยหลักคือ ทักษะความชำนาญของนักรังสีการแพทย์ในการจัดทำฉายรังสีในแต่ละวัน ปัจจัยรอง คือ การขยับตัวของผู้ป่วย การหายใจ การเกร็งตัว และปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างคือผู้ป่วยที่เป็นมะเร็งเต้านมจะมีการตัดเต้านมด้านที่เป็นมะเร็งออกไปทำให้เต้านมทั้ง 2 ข้างไม่สมดุลกัน เกิดปัญหาระดับความลาดเอียงที่มองด้วยตาเปล่าไม่เท่ากันในการจัดตำแหน่งพื้นที่ฉายรังสี และปัญหาของเต้านมด้านที่ยังไม่ตัดออก ในการนอนแต่ละครั้งจะดึงรั้งผิวหนังอกทำให้ตำแหน่งการวางตัวของเต้านมไม่เหมือนเดิม ส่งผลให้การจัดทำยากขึ้น

การศึกษาที่ผ่านมาของบัญชา พันธุ์แดง และคณะ⁹ เปรียบเทียบการจัดทำผู้ป่วยมะเร็งเต้านมก่อนฉายรังสีด้วยระบบ Laser เพียงอย่างเดียวกับระบบ Laser+AlignRT พบว่าระบบ Laser+AlignRT แนวซ้าย-ขวา (Lateral), แนวศีรษะ-เท้า (Longitudinal) ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการจัดทำผู้ป่วยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.08$ และ $P = 0.06$ ตามลำดับ) แต่แนวหน้า-หลัง (Vertical) ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนของผู้ป่วยเต้านมขนาดเล็กแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.01$) ซึ่งมีความคล้ายกับงานวิจัยครั้งนี้โดยเป็นการนำอุปกรณ์ 2 ระบบ มาใช้ในการจัดทำผู้ป่วยมะเร็งเต้านม โดยระบบแรกเป็นระบบ Laser ซึ่งเป็นระบบมาตรฐาน ส่วนระบบที่สองใช้ระบบ Laser+DSL พบว่าระบบ Laser+DSL แนวซ้าย-ขวา แกน X, แนวศีรษะ-เท้า แกน Y ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการจัดทำผู้ป่วยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.305$ และ $P = 0.689$ ตามลำดับ) แต่แนวหน้า-หลัง แกน Z ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการจัดทำผู้ป่วยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.003$) ซึ่งค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นน่าจะมาจากตัวผู้ป่วยที่ทำเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์ (CT simulator) วันแรกมีอาการเกร็งตัวเนื่องจากต้องถอดเสื้อออกทั้งหมดเพื่อทำอุปกรณ์ยึดตรึงบริเวณที่จะฉายรังสีก่อนทำเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์ ทำให้ได้ภาพรังสีอ้างอิง (Reference Image) มีการยกอกขึ้น แม้นักรังสีการแพทย์จะอธิบายทุกขั้นตอนเพื่อลดการเกร็งตัวของผู้ป่วยแล้วก็ตาม ในวันเริ่มฉายรังสีวันแรกผู้ป่วยเริ่มผ่อนคลาย ไม่เกร็งตัวเหมือนวันทำเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์ ทำให้การถ่ายภาพประจำวันในห้องฉายรังสีไม่ซ้อนทับพอดีกับภาพรังสีอ้างอิง และอีกสาเหตุหนึ่งผู้ป่วยที่ตัดเต้านมด้านที่เป็นมะเร็งออกทั้งเต้า เต้านมด้านที่ยังไม่ตัดออกในการนอนแต่ละครั้ง

จะตั้งรังสีวิทยาทรงอกทำให้ตำแหน่งการวางตัวของเต้านมไม่เหมือนเดิมจะส่งผลให้การถ่ายภาพประจำวันในห้องฉายรังสีไม่ซ้อนทับพอดีกับภาพรังสีอ้างอิงได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้อุปกรณ์ระบบ Laser+DSL ได้ช่วยลดจำนวนครั้งของการถ่ายภาพซ้ำและลดเวลาในการจัดทำผู้ป่วย ทำให้สามารถเพิ่มผู้ป่วยรายใหม่ได้อีก ข้อจำกัดของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คืออุปกรณ์วัดระดับน้ำชนิดอ่านค่าตัวเลขแบบดิจิทัล วัดได้ในพื้นที่จำกัดไม่ครอบคลุมพื้นที่เต้านมทั้งหมด ข้อเสนอแนะ ควรศึกษาวิจัยความคุ้มค่าการใช้ระบบภาพ 3 มิติ (3D Surface imaging system) มาช่วยจัดตำแหน่งผู้ป่วยก่อนและระหว่างฉายรังสีเนื่องจากมีราคาสูง

สรุป

การฉายรังสีผู้ป่วยมะเร็งเต้านม มีการจัดทำผู้ป่วยก่อนฉายรังสีด้วยอุปกรณ์ 2 ระบบคือ ระบบ Laser และระบบ Laser+DSL พบว่าแนวซ้าย-ขวา แกน X, แนวศีรษะ-เท้า แกน Y, ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการจัดทำผู้ป่วยก่อนการฉายรังสีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.305$ และ $P=0.689$ ตามลำดับ) แต่แนวหน้า-หลัง แกน Z ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในการจัดทำผู้ป่วยก่อนการฉายรังสีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P=0.003$) ดังนั้นการใช้ระบบ Laser+DSL จึงช่วยเพิ่มความแม่นยำในการจัดทำผู้ป่วยในแนวแกน Z, ลดความคลาดเคลื่อนโดยรวม (TVE), ลดเวลาในการจัดทำผู้ป่วย, ลดจำนวนครั้งของการถ่ายภาพซ้ำ, และเมื่อคำนวณหาขอบเขต PTV margin มีค่าน้อยกว่าทั้ง 3 แกน โดยข้อมูลจะเป็นแนวทางให้รังสีแพทย์นำไปร่วมใช้ในการวางแผนการรักษาเพื่อให้ครอบคลุมขอบเขตการให้ปริมาณรังสีของก้อนมะเร็งอย่างถูกต้อง ผลการศึกษาในครั้งนี้จึงช่วยเป็นแนวทางที่ทำให้ทราบค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการจัดทำผู้ป่วยก่อนการฉายรังสีและเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมเพื่อกำหนดขอบเขตของการวางแผนการรักษาได้ถูกต้อง ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการรักษาดีขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จด้วยดี ทีมผู้ศึกษาวิจัย ขอขอบคุณ รังสีแพทย์ทุกท่าน อาจารย์สมศักดิ์ เชื้อนชนะ นักรังสีการแพทย์เชี่ยวชาญ และขอขอบคุณคณะกรรมการวิจัยและจริยธรรม สถาบันมะเร็งแห่งชาติ ที่พิจารณาเห็นชอบและอนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณนักฟิสิกส์การแพทย์ นักรังสีการแพทย์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในกลุ่มงานรังสีรักษา สถาบันมะเร็งแห่งชาติ ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในการดำเนินการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Arnold M, Morgan E, Rumgay H, Mafra A, Singh D, Laversanne M, et al. Current and future burden of breast cancer: Global statistics for 2020 and 2040. Breast (Edinburgh, Scotland) 2022;66:15-23.
2. สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์. Cancer in Thailand IX, 2016-2018. Bangkok. [Internet]. 2024 [cited 2024 Jun 27]. Available from: https://www.nci.go.th/e_book/cit_x/index.html

3. สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์. ทะเบียนมะเร็งระดับโรงพยาบาล พ.ศ. 2563 (Hospital-based cancer registry 2020) [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กรมการแพทย์, สถาบันมะเร็งแห่งชาติ; 2565 [สืบค้นวันที่ 3 ส.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.nci.go.th/e_book/hosbased_2563/index.html
4. สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์. ทะเบียนมะเร็งระดับโรงพยาบาล พ.ศ. 2564 (Hospital-based cancer registry 2021) [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กรมการแพทย์, สถาบันมะเร็งแห่งชาติ; 2565 [สืบค้นวันที่ 2 ส.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.nci.go.th/th/cancer_record/download/HOSPITAL-BASED_2021.pdf
5. สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์. ทะเบียนมะเร็งระดับโรงพยาบาล พ.ศ. 2565 (Hospital-based cancer registry 2022) [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ: กรมการแพทย์, สถาบันมะเร็งแห่งชาติ; 2565 [สืบค้นวันที่ 1 ส.ค. 2567]. เข้าถึงได้จาก: https://www.nci.go.th/th/cancer_record/download/Hosbased-2022-1.pdf
6. McGale P, Taylor C, Correa C, Cutter D, Duane F, Ewertz M, et al. Effect of radiotherapy after mastectomy and axillary surgery on 10-year recurrence and 20-year breast cancer mortality: meta-analysis of individual patient data for 8135 women in 22 randomised trials. Lancet 2014;383:2127-35.
7. Darby S, McGale P, Correa C, Taylor C, Arriagada R, Clarke M, et al. Effect of radiotherapy after breastconserving surgery on 10-year recurrence and 15-year breast cancer death: meta-analysis of individual patient data for 10,801 women in 17 randomised trials. Lancet 2011;378:1707-16.
8. Verma V, Vicini F, Tendulkar RD, Khan AJ, Wobb J, Edwards-Bennett S, et al. Role of internal mammary node radiation as a part of modern breast cancer radiation therapy: a systematic review. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2016;95:617-31.
9. บัญชา พันธุ์แดง, กนกพร ม่วงคำพร, ภัทราพร ฐาศิรี, สกฤตลา รื่นจิตร, ปณิชา นวลสุธา, ทวีป แสงแห่งธรรม. การประเมินความคลาดเคลื่อนของการจัดทำสำหรับการฉายรังสีรักษาในผู้ป่วยมะเร็งเต้านมโดยใช้ระบบภาพผิวแบบสามมิติ. J Thai Assoc Radiat Oncol 2020;26:R68-R75.
10. Van Herk M. Errors and margins in radiotherapy. Semin Radiat Oncol 2004;14:52-64
11. Chung MJ, Lee GJ, Suh YJ, Lee HC, Lee S-W, Jeong S, et al. Setup error and effectiveness of weekly image-guided radiation therapy of TomoDirect for early breast cancer. Cancer Res Treat Off J Korean Cancer Assoc 2015;47:774-80.