

ความรู้สำหรับนักรังสีการแพทย์เรื่องการฉายรังสีร่วมฟิสิกส์บริเวณปอด
Knowledge for radiotherapists about stereotactic body radiotherapy
for lung lesions

วรญา เงินเถื่อน , สิริพร ว่อง

สาขารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ฝ่ายรังสีวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

ผู้นิพนธ์ประสานงาน

วรญา เงินเถื่อน

สาขารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ฝ่ายรังสีวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

1873 ถนนพระราม 4 เขตปทุมวัน แขวงปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

อีเมล: mol_nooky@hotmail.com

Woraya Nguanthean, Siriporn Wong

*Division of Radiation Oncology, Department of Radiology, King Chulalongkorn Memorial Hospital,
Thai Red Cross Society*

Corresponding author

Woraya Nguanthean

*Division of Radiation Oncology, Department of Radiology, King Chulalongkorn Memorial Hospital,
Thai Red Cross Society*

1873 Rama 4 Rd., Pathumwan, Bangkok 10330

E-Mail: mol_nooky@hotmail.com

Submitted: April 1, 2022

Revised: July 20, 2022

Accepted: Sep 29, 2022

บทคัดย่อ

การรักษาโรคมะเร็งปอดหรือมะเร็งกระจายไปยังปอดด้วยเทคนิคการฉายรังสีร่วมพิกัด (stereotactic body radiotherapy, SBRT) เป็นวิธีหนึ่งที่เหมาะสม และแม่นยำ สามารถลดปริมาณรังสีต่ออวัยวะใกล้เคียงได้ดี จึงวิวัฒนาการมาเป็นทางเลือกแทนการผ่าตัดสำหรับผู้ป่วยที่ไม่สามารถผ่าตัดได้ ซึ่งมีปัจจัยในการพิจารณาเลือกผู้ป่วยขึ้นกับ สภาพร่างกาย การรักษาชนิดอื่นๆ ระยะเวลาปลอดโรคมะเร็ง จำนวนก้อนมะเร็ง ขนาดของก้อนมะเร็ง ชนิดของมะเร็งต้นกำเนิด เป็นต้น การฉายรังสีด้วยวิธีนี้ต้องการความแม่นยำสูง ซึ่งขึ้นอยู่กับการจัดท่าและการเลือกใช้อุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยที่เหมาะสมในแต่ละราย รวมถึงในผู้ป่วยที่ก้อนมะเร็งอยู่บริเวณที่มีการเคลื่อนไหวมาก ควรมีการจัดการเรื่องการหายใจ (respiratory motion management) ขึ้นอยู่กับวิธีที่ใช้ตามคำแนะนำของ AAPM task group 76 เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการฉายรังสี นอกจากนี้การตรวจสอบตำแหน่งก่อนการฉายรังสีด้วยเทคนิคการใช้รังสีร่วมพิกัดมีความจำเป็นและสำคัญมาก โดยมีการใช้ระบบภาพนำวิถี (image-guided radiotherapy, IGRT) เข้ามาช่วยในการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งการฉายรังสีด้วยเทคนิคการฉายรังสีร่วมพิกัด

คำสำคัญ: มะเร็งปอด, การฉายรังสีร่วมพิกัด, ระบบภาพนำวิถี, การจัดท่าผู้ป่วย

Abstract

Stereotactic body radiation therapy (SBRT) is a technique that utilizes precisely targeted radiation to a tumor while minimizing radiation to adjacent normal tissue for lung cancer and lung metastasis. SBRT has been evolved as option for medically inoperable patients. Factors that are considered in selecting patients lung SBRT are performance status, option of treatments, disease-free interval, number of lesions, size of the tumor, histopathology of primary tumor. The overall goal of SBRT technique is to target tumor accurately, which depends on the positioning and selection of the immobilization device. Moreover, respiratory motion management should be carried out for moving target as recommended by the AAPM task group 76. To minimize the error of treatment, checking the position before irradiation is necessary. Image-guided radiotherapy (IGRT) is essential for SBRT.

Keyword: Lung cancer, stereotactic body radiation therapy (SBRT), image-guided radiotherapy (IGRT), positioning

J Thai Assoc Radiat Oncol 2022; 28(2): O1-O13

1. บทนำ (Introduction)

โรคมะเร็งปอดเป็นโรคมะเร็งที่เป็นโรคที่พบมากเป็นลำดับที่สองรองจากมะเร็งเต้านมและเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตในลำดับต้นๆของประเทศไทย จากรายงานสถิติของผู้ป่วยมะเร็งที่เข้ารับการรักษาที่สาขารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ มีจำนวนผู้ป่วยมะเร็งปอดรายใหม่ที่เข้ามารับการรักษาแต่ละปี ระหว่างปี พ.ศ. 2560 – 2564 จำนวน 274 ราย, 258 ราย, 333 ราย, 306 ราย และ 309 ราย ตามลำดับ

ผู้ป่วยมักจะมาพบแพทย์ด้วยอาการหายใจไม่สะดวกและมีอาการมากขึ้นเรื่อยๆ บางรายพบความผิดปกติจากเอกซเรย์ปอดหรือมีอาการข้างเคียงที่ไม่จำเพาะของโรคมะเร็ง เช่น อาการเบื่ออาหาร น้ำหนักลด เป็นต้นที่เป็นเช่นนี้เพราะผู้ป่วยมะเร็งปอดระยะแรกมักไม่มีอาการ ถ้ามีอาการก็มักไม่จำเพาะทำให้เกิดการวินิจฉัยที่ล่าช้า จึงส่งผลให้โรคลุกลามหรือแพร่กระจายไป^[1]

ปัจจุบันการรักษาโรคมะเร็งปอดมีหลากหลายวิธี ทั้งการผ่าตัด ยาเคมีบำบัด ยาพุ่งเป้า หรือยาภูมิคุ้มกันบำบัด ทำให้การรักษาได้ผลดีขึ้น อย่างไรก็ตามการรักษาด้วยการฉายรังสียังถือว่ามีความสำคัญอีกวิธีหนึ่ง การเลือกวิธีการรักษานั้นก็ขึ้นอยู่กับพิจารณาขนาดของก้อน ระยะของโรค และชนิดของเซลล์มะเร็ง เป็นต้นเพื่อนำมาใช้ในการเลือกวิธีการรักษาที่เหมาะสมแก่ผู้ป่วยแต่ละบุคคล

การรักษาด้วยการฉายรังสีนั้น เทคนิคในการฉายรังสีมีหลายวิธี ซึ่งวิธีหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับการฉายรังสีผู้ป่วยมะเร็งปอดได้ดีคือการฉายรังสีร่วมฟิสิกส์ (stereotactic ablative radiotherapy, SABR หรือ stereotactic body radiotherapy, SBRT) ซึ่งเป็นเทคนิคการฉายรังสีที่ได้ผลดีและมีผลข้างเคียงต่ำซึ่ง โดยถือเป็นการรักษามาตรฐานหนึ่งในมะเร็งปอดระยะเริ่มต้น (T1-2 N0) โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่ไม่สามารถผ่าตัดได้เนื่องจากมีความเสี่ยงสูงจากการผ่าตัด

นอกจากการฉายรังสีร่วมฟิสิกส์สำหรับการรักษาโรคมะเร็งปอดระยะเริ่มต้นแล้ว ปัจจุบันยังได้นำการ

ฉายรังสีร่วมฟิสิกส์เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการรักษาโรคในปอดอันเกิดจากการแพร่กระจายมาจากมะเร็งชนิดอื่นๆ^[2-9] โดยการพิจารณาเลือกผู้ป่วยเพื่อเข้ารับการรักษาด้วยการฉายรังสีร่วมฟิสิกส์ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น สภาพร่างกาย การรักษาชนิดอื่นๆ ระยะเวลาปลอดโรคมะเร็ง จำนวนก้อนมะเร็งขนาดของก้อนมะเร็ง ชนิดของมะเร็งต้นกำเนิด เป็นต้น

2. การจำลองการรักษาและการเลือกอุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วย (Treatment simulation and immobilization selection)

การรักษาผู้ป่วยมะเร็งระยะแพร่กระจายไปปอดด้วยการฉายรังสีร่วมฟิสิกส์ เริ่มต้นที่การจำลองการรักษาผู้ป่วย (simulation) โดยควรจัดทำให้ผู้ป่วยนอนหงายในท่าที่สบาย สามารถเข้ามาในการฉายรังสีได้ง่ายและให้ปริมาณรังสีในตำแหน่งของก้อนมะเร็งได้ การเลือกท่าและวิธีการเก็บภาพของผู้ป่วยจะมีรังสีแพทย์เป็นผู้ตัดสินใจในขั้นตอนการจำลองการรักษา โดยใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ 3 มิติ (computed tomography, CT) หรือ เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ 4 มิติ (4D computed tomography, 4D-CT) ในการเก็บภาพจำลองการรักษา ใช้ slice thickness 1-3 มิลลิเมตร โดยขอบเขตของการเก็บภาพครอบคลุมขอบบนตั้งแต่เหนือหัวไหล่ 2 นิ้ว จนถึงขอบล่างคลุมตับ ในกรณีที่มีการเก็บภาพด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ 4 มิติที่มีระบบเครื่องช่วยจับจังหวะการหายใจ จำเป็นต้องมีการวางกล่องรับสัญญาณอุปกรณ์ตรวจจับการหายใจ (respiratory position monitor, RPM) ไว้ที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างลิ้นปี่บริเวณกระดูก xyphoid (xyphoid process) กับสะดือของผู้ป่วยดังแสดงในภาพที่ 1 โดยผู้ป่วยต้องให้ความร่วมมือที่ดี และสามารถกลั้นใจได้ 10-20 วินาที หรือหายใจเข้าออกได้สม่ำเสมอ ขึ้นกับเทคนิคที่แพทย์ผู้ทำการรักษาจะประเมินและกำหนดไว้สำหรับการวางแผนการฉายรังสี



ภาพที่ 1 ตำแหน่งการวางกล่องรับสัญญาณ

ส่วนสำคัญอีกประการเพื่อให้ผู้ป่วยอยู่นิ่งไม่ขยับควรมีอุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยที่ดี ซึ่งอุปกรณ์ที่นิยมใช้เป็นอุปกรณ์ยึดตรึง ได้แก่ อุปกรณ์ยึดตรึงสำหรับการฉายรังสีบริเวณทรวงอกชนิด wing board สำหรับผู้ป่วยที่ไม่สามารถยกแขนได้สุด หรือผู้ป่วยที่มีกายภาพอ่อนไหวไม่สามารถนำอุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยแบบสูญญากาศ (Vac-Lok) มารองรับลักษณะดังกล่าวได้ สำหรับผู้ป่วยที่ไม่สามารถยกแขนได้เลยและตำแหน่งการฉายอยู่บริเวณเหนือราวนม อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับช่วยยึดตรึงผู้ป่วยคือ หน้ากากยาว (long mask) รายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยสำหรับการฉายรังสีบริเวณปอด ดังนี้

2.1 อุปกรณ์ยึดตรึงสำหรับการฉายรังสีบริเวณทรวงอก (wing board) เป็นอุปกรณ์ที่มีฐานรองช่วงศีรษะผู้ป่วยและมีที่รองแขนลักษณะคล้ายปีกกางออกมา ดังแสดงในภาพที่ 2 มีแกนตรงกลางเหนือศีรษะสำหรับให้ผู้ป่วยใช้มือจับสามารถปรับระดับ ขึ้น-ลง หรือ เลื่อนเข้า-ออก ได้ตามสรีระ อุปกรณ์นี้เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่สามารถยกแขนขึ้นเหนือศีรษะได้สะดวกและทำให้แพทย์

สามารถวางแผนการฉายรังสีได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงแขนผู้ป่วยที่อาจเข้ามาอยู่ในแนวรังสีที่ต้องการฉาย แต่มีข้อจำกัดคือ หากผู้ป่วยยกแขนเป็นเวลานานอาจเกิดอาการเกร็งแขนทำให้ลักษณะท่าเกิดความคลาดเคลื่อนได้

2.2 อุปกรณ์ยึดตรึงสำหรับการฉายรังสีบริเวณทรวงอกร่วมกับอุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยแบบสูญญากาศ (wing board with Vac-Lok) โดยอุปกรณ์อุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยแบบสูญญากาศมีลักษณะเป็นเมดโฟมอยู่ภายใน สามารถสูบลมเข้า-ออก เพื่อให้อุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยแบบสูญญากาศแข็งและคงรูปตามความต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 3 อุปกรณ์นี้มักใช้ควบคู่กับอุปกรณ์ยึดตรึงสำหรับการฉายรังสีบริเวณทรวงอก ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้ป่วยอยู่ในท่าเดิมได้ดียิ่งขึ้น เหมาะกับผู้ป่วยที่สามารถยกแขนได้สูงแต่ไม่สามารถกางแขนเพื่อวางศอกลงบนฐานรองต้นแขนของอุปกรณ์ยึดตรึง อุปกรณ์ชนิดนี้ยังเหมาะสำหรับผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพที่หลังโค้งเพราะช่วยรองรับกระดูกที่โค้งออกมา นอกจากนั้นยังเหมาะกับผู้ป่วยที่ผอมมากๆ เพื่อช่วยลดความเจ็บปวดบริเวณกระดูกสันหลัง



ภาพที่ 2 อุปกรณ์ยึดตรึงสำหรับการฉายรังสีบริเวณทรวงอก (wing board)

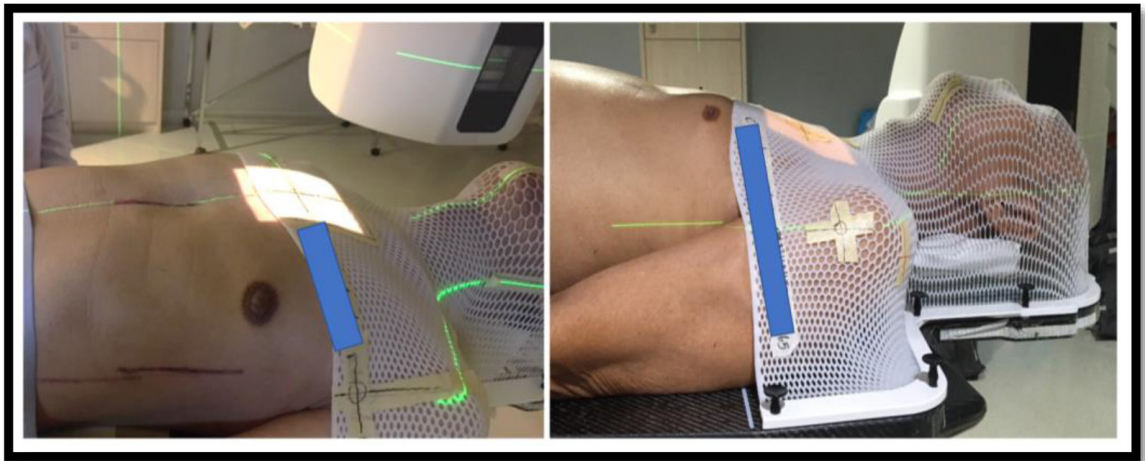


ภาพที่ 3 อุปกรณ์ยึดตรึงสำหรับการฉายรังสีบริเวณทรวงอกร่วมกับอุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยแบบสุญญากาศ (wing board with Vac-Lok)

ข้อจำกัดของอุปกรณ์ชนิดนี้คือ ไม่เหมาะกับผู้ป่วยที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ เนื่องจากผู้ป่วยจะต้องเคลื่อนไหวขึ้น-ลงบนอุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยแบบสุญญากาศด้วยตนเอง และอุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยแบบสุญญากาศมีขนาดกว้าง การวางแผนการรักษาจะต้องคำนึงถึงการหมุนของเครื่องฉาย และต้องระมัดระวังระหว่างการฉายรังสีเป็นพิเศษ

2.3 อุปกรณ์ยึดตรึงหน้ากากยาว (long mask)

หน้ากากยาวนอกจากใช้ในการช่วยยึดตรึงผู้ป่วยฉายรังสีบริเวณศีรษะและลำคอแล้วยังเหมาะกับการฉายรังสีบริเวณที่ผู้ป่วยไม่สามารถยกแขนได้และตำแหน่งของการฉายอยู่เหนือราวนมขึ้นไป หน้ากากยาวนี้ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยบริเวณศีรษะและลำคอ (Type-STM) ตามแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งจะสามารถช่วยให้ผู้ป่วยนอนนิ่ง



ภาพที่ 4 อุปกรณ์ยึดตรึงหน้ากากยาว (long mask)

และตำแหน่งในการรักษาไม่คลาดเคลื่อน^[10,11] มีงานวิจัยศึกษาการฉายมะเร็งบริเวณปอดด้วยอุปกรณ์สองชนิดพบว่า การใช้หน้ากากยาวนั้นสามารถช่วยลดการเคลื่อนไหวของอวัยวะได้^[10] และเหมาะกับผู้ป่วยที่จะมีการฉายรังสีบริเวณเหนือไหปลาร้า (supraclavicular, SPC) ร่วมด้วย ข้อจำกัดของการใช้หน้ากากยาวคืออาจทำให้ผู้ป่วยบางรายรู้สึกอึดอัด นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงการวางแผนการฉายรังสี เนื่องจากแขนผู้ป่วยอาจเข้ามาอยู่ในแนวรังสีที่ต้องการฉายโดยเฉพาะทางด้านข้างลำตัว (lateral)

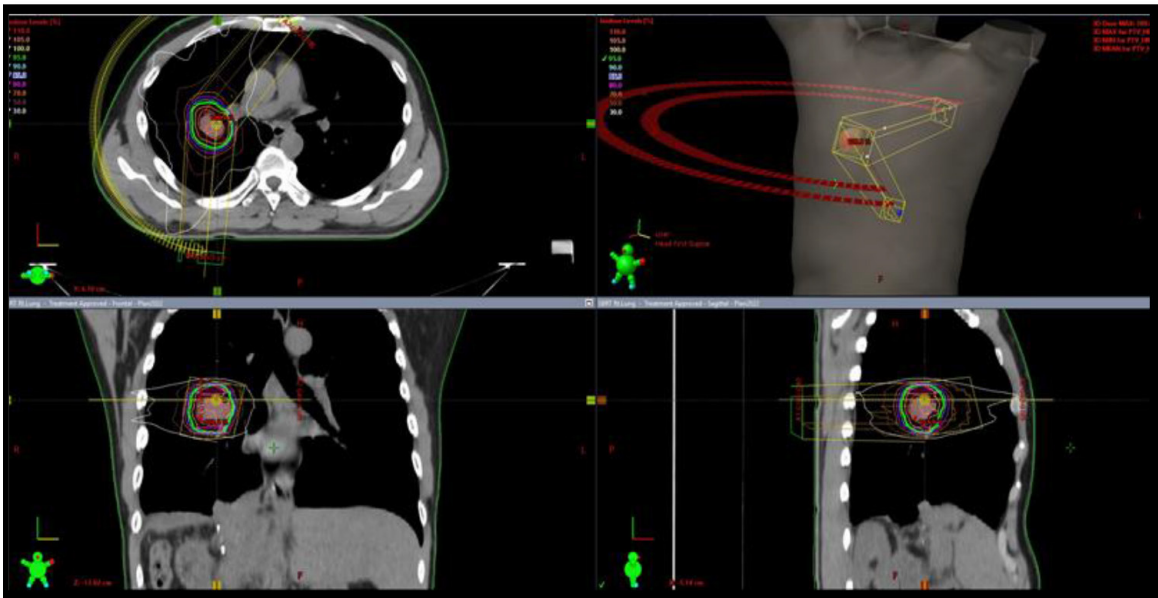
3. เทคนิคการฉายรังสีร่วมพิภัก (Stereotactic body radiation therapy)

การฉายรังสีร่วมพิภักในบริเวณปอด เหมาะในกรณีที่ก้อนมีขนาดเล็กและผู้ป่วยไม่สามารถผ่าตัดได้ เทคนิคนี้ถือได้ว่าเป็นการรักษาขั้นมาตรฐานของการรักษาทั้งมะเร็งปอดและมะเร็งกระจายมาบริเวณปอด โดยพบว่า ร้อยละ 75 ของผู้ป่วยที่จะได้รับการฉายรังสีด้วยเทคนิคนี้เป็นผู้ป่วยที่มีการแพร่กระจายมาที่ปอด^[12] เทคนิคนี้มีผลข้างเคียงน้อยและผลการรักษาที่ดี โดยส่วนมากประมาณ

ฉายรังสีประมาณ 3-8 ครั้ง แผนการรักษาดังที่แสดงในภาพที่ 5

เนื่องจากตำแหน่งของก้อนมะเร็งอยู่บริเวณปอดจึงมีการเคลื่อนไหวตามการหายใจ ทำให้ก้อนมะเร็งสามารถเคลื่อนที่ได้ในทุกทิศทางโดยเฉพาะแนวนอน-ล่าง (longitudinal) และตำแหน่งของก้อนมะเร็งที่อยู่บริเวณปอดด้านล่างจะมีการเคลื่อนไหวมากกว่าบริเวณปอดด้านบน เพื่อให้มีความถูกต้องแม่นยำในการรักษาด้วยการฉายรังสีจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดขอบเขตของก้อนมะเร็ง planning target volume (PTV) ให้ครอบคลุมการเคลื่อนไหวของก้อนตามการหายใจ โดยการกำหนดขอบเขตของก้อนมะเร็งควรมีการจัดการเรื่องการหายใจ (respiratory motion management) ขึ้นอยู่กับวิธีที่ใช้ respiratory motion management ตามคำแนะนำของ AAPM task group 76^[2] คือ

- Respiratory gating method คือ กระบวนการนี้ต้องมี 4D-CT scan และ respiratory gating system ซึ่งจะสามารถเลือกฉายรังสีเฉพาะบางช่วงเวลาของการหายใจได้ การกำหนดขอบเขตของก้อนมะเร็งควรเลือกช่วง end-exhalation ซึ่งอยู่ระหว่างช่วงเวลาการหายใจ



ภาพที่ 5 การวางแผนการรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีร่วมพิกัด (Stereotactic body radiation therapy)

ที่ 30-70 ทำให้สามารถลดขนาดของ internal target volume (ITV) ลงแต่ผู้ป่วยที่ใช้เทคนิคนี้ควรหายใจได้สม่ำเสมอ นอกจากนั้นเทคนิคนี้อาจใช้เวลาในการฉายรังสีเพิ่มมากขึ้นเพราะเลือกฉายเฉพาะบางช่วงเวลาของการหายใจ

- Breath hold method คือ กระบวนการเก็บภาพ CT scan ขณะที่ผู้ป่วยหายใจเข้าและกลั้นหายใจ (deep inspiration breath hold, DIBH) ซึ่งทำให้ปอดมีการขยายขึ้นและหัวใจขยับไปด้านหลัง ช่วยลดอันตรายต่อกะบังลมหรืออวัยวะในช่องท้อง การกำหนดขอบเขตก้อนมะเร็งสามารถลดขนาดของ ITV ลงได้เนื่องจากจะเก็บข้อมูลจาก breath hold scan สำหรับเทคนิคนี้ผู้ป่วยต้องสามารถกลั้นหายใจได้ 10-20 วินาที

- Force shallow breathing with abdominal compression คือ การใช้อุปกรณ์พิเศษช่วยในการกลั้นปัสสาวะเพื่อช่วยลดการเคลื่อนไหวของก้อนมะเร็งและช่วยให้การหายใจมีจังหวะใกล้เคียงทุกครั้งในการฉาย เทคนิคนี้เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่มีการเคลื่อนที่ของก้อนมะเร็งมากกว่า 1 เซนติเมตร

- Real-time tumor-tracking method เป็นการฉายรังสีด้วยการติดตามการเคลื่อนตำแหน่งของก้อนมะเร็ง โดยสามารถเลือกได้ 2 วิธี ได้แก่ fiducial tracking เป็นการใส่ fiducial gold seeds เข้าไปในก้อนมะเร็ง อีกวิธีคือ soft tissue tracking เหมาะสำหรับกรณีที่เห็นก้อนมะเร็งที่ชัดได้ชัดเจน

สำหรับโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ที่นิยมใช้อุปกรณ์ตรวจจับการหายใจ (RPM) การฉายรังสีด้วยเทคนิคนี้มีข้อดีคือ สามารถเลือกช่วงเวลาของการหายใจและก้อนมะเร็งมีขนาดไม่ใหญ่มาก แต่ไม่เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่หายใจไม่สม่ำเสมอเพราะทำให้ตำแหน่งของก้อนที่ได้ฉายมีความคลาดเคลื่อน การกำหนดกราฟในการฉายรังสีจะอยู่ใน + 6 มิลลิเมตร ซึ่งจะกำหนดมาตั้งแต่ห้องจำลองการรักษา แสดงในภาพที่ 6

เนื่องจากการฉายรังสีร่วมพิกัด เป็นการฉายรังสีที่ให้ปริมาณรังสีสูงใน 1-5 ครั้ง โดยต้องให้ปริมาณรังสีสูงครอบคลุมก้อนมะเร็ง และให้ปริมาณรังสีลดลงอย่างรวดเร็วรอบนอกก้อนมะเร็งเพื่อลดผลข้างเคียงของอวัยวะปกติ ดังนั้นจึงต้องการความแม่นยำในการฉายรังสีที่ถูกต้องคงที่



ภาพที่ 6 ก. ตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจจับการหายใจ (RPM)
 ข. การจับจังหวะการหายใจของผู้ป่วยด้วยการหายใจเข้า กลั้นใจ (DIBH)

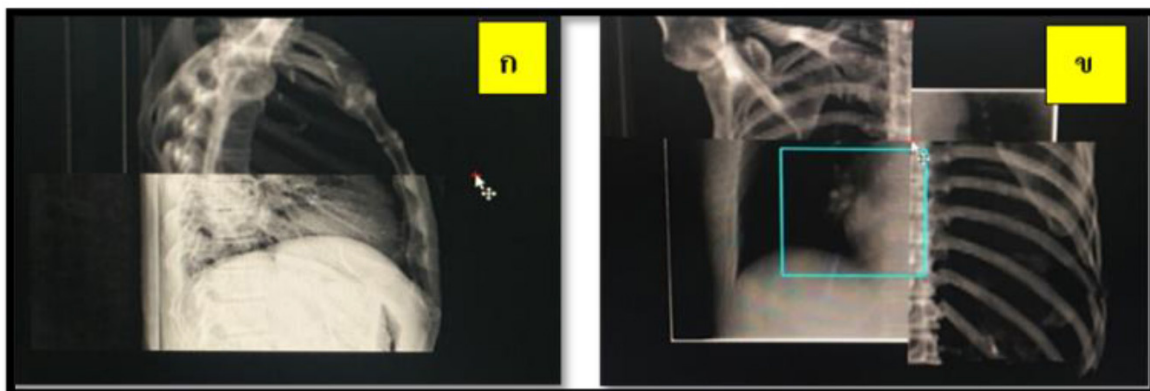
ทุกครั้ง การเตรียมการฉายรังสีทุกขั้นตอน ตั้งแต่การจำลองการฉายรังสี การเลือกอุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วย การวางแผนการฉายรังสี การทำภาพนำวิถี (image-guided radiotherapy, IGRT) ตลอดจนการฉายรังสีผู้ป่วย ต้องทำด้วยความระมัดระวังและมีการตรวจสอบ ตลอดจนการทำการประกันคุณภาพในแต่ละขั้นตอน^[13]

4. ตรวจสอบตำแหน่งการฉายรังสีจากภาพนำวิถี (image-guided radiation therapy, IGRT)

การรักษาผู้ป่วยมะเร็งปอดด้วยเทคนิค SBRT คือการให้รังสีปริมาณสูงต่อก้อนมะเร็งอย่างถูกต้อง แม่นยำ ดังนั้น การเลือกเทคนิคตรวจสอบตำแหน่งการฉายรังสีจากภาพนำวิถี (IGRT) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพราะสามารถช่วยทำให้มีความถูกต้องแม่นยำโดยเฉพาะการฉายรังสีบริเวณปอดที่มีการเคลื่อนที่ของก้อนและอวัยวะต่างๆ ได้ตลอดเวลาจากการหายใจ สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของก้อนและเพื่อหลีกเลี่ยงปริมาณรังสีที่อาจแผ่กระจายเข้าสู่เนื้อเยื่อปกติโดยรอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงควรต้องทำการตรวจสอบตำแหน่งทุกครั้งก่อนทำการฉายรังสี โดยมีวิธีดังต่อไปนี้

4.1 Electronic portal imaging device (EPID)

เป็นภาพเอกซเรย์ 2 มิติ โดยมีการเทียบรูปกับภาพ (digital reconstructed radiography, DRR) โดยส่วนมากนิยมทำการ EPID ภาพในมุม antero-posterior (AP) (ตัวรับภาพ 0 องศา) และ มุม lateral (ตัวรับภาพ 90 หรือ 270 องศา) และองศาที่ทำการฉายจริง โดยระดับพลังงานของรังสีที่ใช้สำหรับตรวจสอบตำแหน่งจะสามารถใช้ได้ทั้งในพลังงานระดับกิโลโวลต์ (kV) และเมกะโวลต์ (MV) ขึ้นกับข้อจำกัดและความเหมาะสมในแต่ละราย แสดงการเปรียบเทียบในภาพที่ 7 สำหรับการฉายรังสีบริเวณปอด มีอวัยวะที่สำคัญ (critical organs) ที่จำเป็นต้องระวังเป็นพิเศษ หลีกเลี่ยงรังสีส่วนเกินไปยังอวัยวะดังกล่าว ได้แก่ ไขสันหลัง (spinal cord) ปอด (lung) และหัวใจ (heart) โดยเกณฑ์การเทียบภาพเพื่อตรวจสอบตำแหน่งก่อนการฉายรังสีต้องพิจารณาถึงลักษณะ ระดับ และตำแหน่งของอวัยวะอื่นๆ ประกอบด้วย ได้แก่ กระดูกสันหลัง กระดูกทรวงอก กระดูกซี่โครง กระดูกไหปลาร้าขอบปอด และขอบร่างกายของผู้ป่วย



ภาพที่ 7 ภาพเปรียบเทียบภาพ DRR และภาพ EPID

ก. ภาพ EPID โดยใช้พลังงานระดับเมกะโวลต์ในท่า AP ของผู้ป่วย

ข. ภาพ EPID โดยใช้พลังงานระดับเมกะโวลต์ในท่า lateral ของผู้ป่วย

4.2 Cone-beam computed tomography (CBCT)

จากขั้นตอนการวางแผนการฉายรังสี แพทย์จะมีการวาดรูปก้อนมะเร็ง อวัยวะ และตำแหน่งสำคัญที่จำเป็นจะต้องใช้ในการพิจารณาตรวจสอบในการตรวจสอบตำแหน่ง ซึ่งประกอบด้วย gross tumor volume (GTV), clinical target volume (CTV), PTV ขอบร่างกายผู้ป่วย (body contour) ขอบเขตปอด ไชสันหลัง หัวใจ และแขนงหลอดลม (carina)

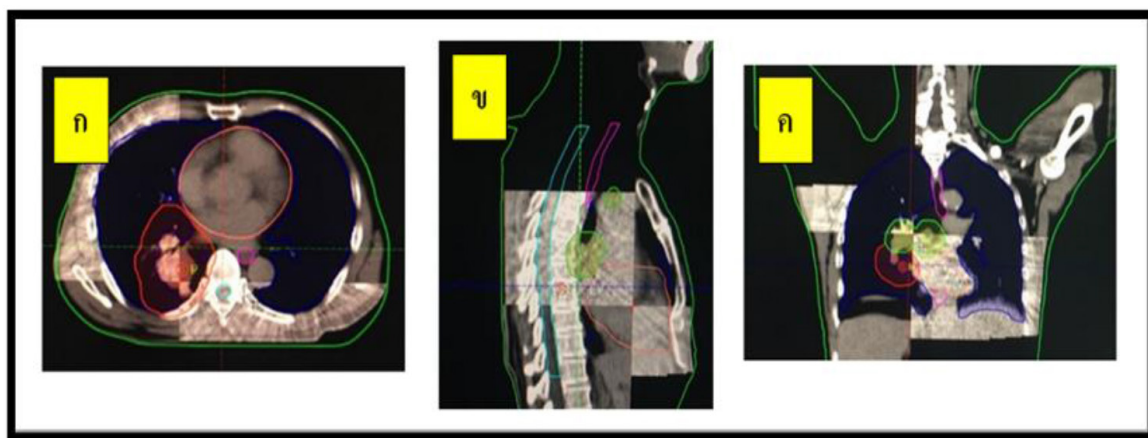
เกณฑ์การเทียบภาพเพื่อตรวจสอบตำแหน่งก่อนการฉายรังสีของผู้ป่วยมะเร็งปอดด้วย CBCT นอกเหนือจากพิจารณาลักษณะ ระดับ และตำแหน่งของ กระดูกสันหลัง กระดูกทรวงอก กระดูกซี่โครง กระดูกไหปลาร้าแล้ว ยังควรพิจารณาขอบปอด ขอบร่างกายของผู้ป่วย รวมถึง ตำแหน่งของก้อนมะเร็งอยู่ภายในขอบเขตของ PTV ขนาด และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของก้อน ไชสันหลัง ตำแหน่งของ carina หัวใจ หลอดอาหาร โดยควรอยู่ภายในขอบเขตของพื้นที่ที่รังสีแพทย์ได้ทำการวาด (contouring) ไว้ ซึ่งแสดงภาพเปรียบเทียบการทำ CBCT

ในทุกแนวในภาพที่ 8 นอกจากนั้นควรพิจารณาการทำ CBCT ตาม protocol IGRT ตามที่แสดงในภาพที่ 9

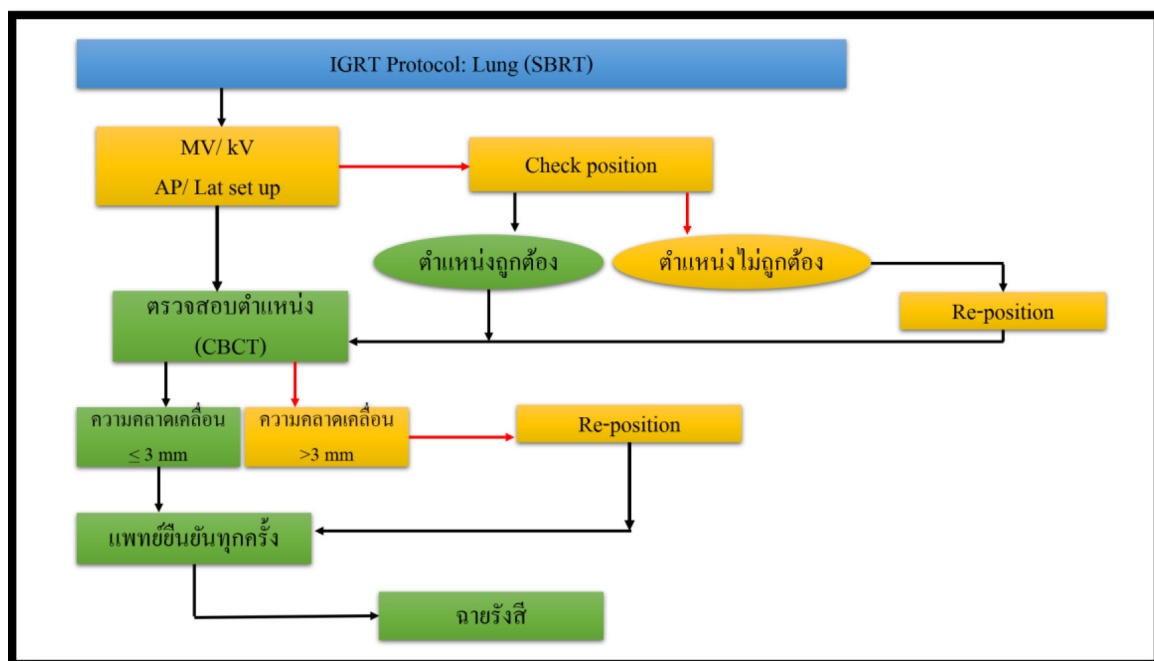
5. ผลข้างเคียงที่เกิดขึ้น (side effect)

แม้การฉายรังสีด้วยเทคนิค SBRT เป็นการนำรังสีพุ่งตรงไปยังก้อนมะเร็งซึ่งได้รับการคำนวณปริมาณรังสีอย่างแม่นยำ ช่วยลดโอกาสที่เนื้อเยื่อรอบๆ จะถูกทำลายให้น้อยที่สุดอย่างไรก็ตามยังอาจเกิดผลข้างเคียงขึ้นได้ เช่น ผลที่เกิดต่อหลอดอาหาร (esophageal toxicities) โอกาสเกิดผลข้างเคียงระยะเฉียบพลัน 6-14% โดยมีรายงานการเกิด acute esophageal toxicities เกิดจากหลอดอาหารได้รับปริมาณรังสีเกิน 19 เกรย์ ในการฉายรังสี 5 ครั้ง^[14,15] แต่ส่วนมากไม่รุนแรงและหายได้เอง สำหรับผลข้างเคียงรุนแรงได้แก่ esophageal ulceration, hemorrhage

ผลข้างเคียงต่อผนังทรวงอก (chest wall toxicities) จากการฉายรังสีมีโอกาสนำให้เกิดการปวด หรือกระดูกบริเวณทรวงอกหักได้ถึง 4-45%^[16,17] ส่วนใหญ่มักไม่รุนแรงและสามารถรักษาได้ ซึ่งในการฉายรังสีควรลด



ภาพที่ 8 ภาพ CBCT ของผู้ป่วยที่ฉายรังสีบริเวณปอด
ก. ภาพ CBCT ในแนว Axial ข. ภาพ CBCT ในแนว Sagittal ค. ภาพ CBCT ในแนว Coronal



ภาพที่ 9 IGRT Protocol ของการฉายรังสีมะเร็งบริเวณปอดด้วยเทคนิค SBRT

ปริมาณรังสีที่เหมาะสมเพื่อช่วยลดผลข้างเคียงที่จะเกิดขึ้นได้^[18]

ผลข้างเคียงต่อปอด (lung toxicities) ผู้ป่วยที่ได้รับการฉายรังสีบริเวณปอดและหลอดอาหารมักเกิดผลข้างเคียงปอดอักเสบจากการฉายรังสีได้บ่อยแต่ไม่รุนแรง พบได้ 0-29% สำหรับการเลือกใช้เทคนิค SBRT^[19]

6. ข้อควรระวังในการฉายรังสีด้วยเทคนิค SBRT (special consideration in SBRT technique)

1. ควรพิจารณาลักษณะกายภาพของผู้ป่วยในการจัดทำ ตั้งแต่ห้องจำลองการรักษา เช่น ระดับแขนที่ผู้ป่วยสามารถยกได้บริเวณที่มีอาการปวด เพื่อให้สามารถเลือกอุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยได้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย และเพื่อให้ผู้ป่วยสามารถนอนนิ่งในท่าเดิมได้ตลอดการรักษา เช่น การเลือกใช้ Vac-Lok ในผู้ป่วยที่มีอาการหลังค่อม เพื่อให้นอนในตำแหน่งได้เหมือนเดิมทุกวัน เป็นต้น

2. ควรบอกรายละเอียดของอุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยที่ใช้ ให้ละเอียดทั้งอุปกรณ์หลักและเสริม เช่น ระดับในการจับและลักษณะการวางแขน เพื่อที่จะได้มีท่าทางตำแหน่งการจับในระดับเดียวกันทุกวัน เป็นต้น

3. สำหรับการฉายรังสีด้วยเทคนิค SBRT พร้อมทั้งมีการควบคุมการหายใจ ต้องพิจารณาว่าผู้ป่วยสามารถกลืนหายใจได้สม่ำเสมอ โดยอาจต้องมีการฝึกซ้อมรวมถึงมีการอธิบายข้อดีและข้อเสีย ให้ผู้ป่วยเข้าใจเพื่อการปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง

4. การเลือกวางตำแหน่งของการวางอุปกรณ์ตรวจจับการหายใจโดยใช้วิธี real-time position manage-

ment system ควรเลือกบริเวณที่มีการเคลื่อนไหวคล้อยตำแหน่งที่จะทำการฉายรังสี เช่น บริเวณกึ่งกลางระหว่างลิ้นปี่ ตำแหน่งกระดูก xyphoid กับสะดือ (navel) ของผู้ป่วย

5. การตรวจสอบตำแหน่งก่อนการฉายรังสีควรตรวจสอบทุกครั้งก่อนการฉายรังสีด้วยเทคนิค SBRTรวมทั้งการจัดท่าของผู้ป่วยและตำแหน่งของก้อนมะเร็งให้ตรงตามการวางแผนการรักษา

6. การฉายรังสีทุกเทคนิคควรมีการตรวจสอบการหมุนของหัวเครื่องฉาย (gantry) ทุกมุมหรือองศาในการฉายรังสี เพื่อหลีกเลี่ยงการชนกับเตียงหรือแขนผู้ป่วย โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มีตำแหน่งการฉายรังสีอยู่ด้านซ้ายหรือขวา

7. ควรติดกล้องวงจรปิดในห้องฉายทุกครั้งที่ทำกาฉายรังสีผู้ป่วยทุกราย เพื่อระวังการพลัดตกจากเตียง หรือจากอุบัติเหตุอย่างอื่น

โดยสรุป การฉายรังสีบริเวณปอด ทั้งผู้ป่วยมะเร็งปอดและมะเร็งแพร่กระจายไปบริเวณปอดด้วยเทคนิครังสีร่วมพิกัด (SBRT) เป็นเทคนิคการฉายรังสีที่ได้ผลดีและมีผลข้างเคียงต่ำซึ่งถือเป็นการรักษาหลักในผู้ป่วยที่ไม่สามารถผ่าตัดได้ แต่การเลือกผู้ป่วยเพื่อเข้ารับการรักษาด้วยการฉายรังสีเทคนิค SBRT ต้องพิจารณาสภาพร่างกายผู้ป่วย โดยผู้ป่วยต้องสามารถให้ความร่วมมือกับเจ้าหน้าที่ได้ดี นอกจากนั้นการจัดท่าของผู้ป่วยควรใช้ความละเอียดรอบคอบ เพราะเป็นเทคนิคที่ซับซ้อนที่มีการให้ปริมาณรังสีที่สูง และสิ่งที่สำคัญคือการตรวจสอบตำแหน่ง เพื่อเพิ่มความถูกต้องแม่นยำในการฉายรังสี จึงควรเพิ่มความระมัดระวังในทุกขั้นตอนรักษา

เอกสารอ้างอิง

1. Pastorino U, Buyse M, Friedel G, Ginsberg RJ, Girard P, Goldstraw P, et al. Long-term results of lung metastasectomy: prognostic analyses based on 5206 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;113: 37-49.
2. กานตันถนินมิต ด. การฉายรังสีร่วมพิภักในผู้ป่วย มะเร็งระยะแพร่กระจายไป *J Thai Assn of Radiat Oncol*. 2018; 24: 27-50.
3. Okunieff P, Petersen AL, Philip A, Milano MT, Katz AW, Boros L, et al. Stereotactic Body Radiation Therapy (SBRT) for lung metastases. *Acta oncologica*. 2006;45: 808-17.
4. Milano MT, Katz AW, Zhang H, Okunieff P. Oligometastases treated with stereotactic body radiotherapy: long-term follow-up of prospective study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2012;83:878-86.
5. Norihisa Y, Nagata Y, Takayama K, Matsuo Y, Sakamoto T, Sakamoto M, et al. Stereotactic body radiotherapy for oligometastatic lung tumors. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2008;72:398-403.
6. De Ruysscher D, Wanders R, van Baardwijk A, Dingemans AM, Reymen B, Houben R, et al. Radical treatment of non-small-cell lung cancer patients with synchronous oligometastases: long-term results of a prospective phase II trial (Nct01282450). *J Thorac Oncol* 2012; 7:1547-55.
7. De Rose F, Cozzi L, Navarra P, Ascolese AM, Clerici E, Infante M, et al. Clinical Outcome of Stereotactic Ablative Body Radiotherapy for Lung Metastatic Lesions in Non-small Cell Lung Cancer Oligometastatic Patients. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2016; 28:13-20.
8. Maemondo M, Inoue A, Kobayashi K, Sugawara S, Oizumi S, Isobe H, et al. Gefitinib or chemotherapy for non-small-cell lung cancer with mutated EGFR. *N Engl J Med* 2010; 362:2380-8.
9. Shaw AT, Kim DW, Nakagawa K, Seto T, Crino L, Ahn MJ, et al. Crizotinib versus chemotherapy in advanced ALK-positive lung cancer. *N Engl J Med* 2013; 368: 2385-94.
10. เงินเถื่อน ว. การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนจากการจัดทำผู้ป่วยฉายรังสีผู้ป่วยมะเร็งปอดโดยใช้อุปกรณ์ยึดตรึงสองชนิด. *J Thai Assoc Radiat Oncol*. 2018;24:29-37.
11. ทวีบุญ น, ดินทุกานนท์ ค, เดชะวงศ์สุวรรณ ส. การศึกษาเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของตำแหน่ง isocenter ระหว่างแนวเหนือและใต้ต่อ nipple สำหรับการฉายรังสีมะเร็งบริเวณทรวงอก และช่องท้องโดยใช้ภาพ KV Orthogonal หรือ Cone-beam computed tomography (CBCT) ของโรงพยาบาลศิริราช. *J Thai Assoc Radiat Oncol*. 2018;24:25-34.
12. Erhunmwunsee L, Tong BC. Preoperative evaluation and indications for pulmonary metastasectomy. *Thorac Surg Clin*. 2016;26:7.

13. Benedict SH, Yenice KM, Followill D, Galvin JM, Hinson W, Kavanagh B, et al. Stereotactic body radiation therapy: The report of AAPM Task Group 101. *Med Phys.* 37. 2010.
14. Wu AJ, Williams E, Modh A, Foster A, Yorke E, Rimner A, et al. Dosimetric predictors of esophageal toxicity after stereotactic body radiotherapy for central lung tumors. *Radiother Oncol.* 2014;112:267–71.
15. Harder EM, Chen ZJ, Park HS, Mancini BR, Decker RH. Dose-volume predictors of esophagitis after thoracic stereotactic body radiation therapy. *Am J Clin Oncol.* 2017;40(5):477–82.
16. Timmerman R, Paulus R, Galvin J, Michalski J, Straube W, Bradley J, et al. Stereotactic body radiation therapy for inoperable early stage lung cancer. *Jama.* 2010;303:1070–6.
17. Stephans KL, Djemil T, Tendulkar RD, Robinson CG, Reddy CA, Videtic GMM. Prediction of chest wall toxicity from lung stereotactic body radiotherapy (SBRT). *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2012;82:974–80.
18. Bongers EM, Haasbeek CJA, Lagerwaard FJ, Slotman BJ, Senan S. Incidence and risk factors for chest wall toxicity after risk-adapted stereotactic radiotherapy for early-stage lung cancer. *J Thorac Oncol.* 2011;6:2052–7.
19. Nagata Y, Takayama K, Matsuo Y, Norihisa Y, Mizowaki T, Sakamoto T, et al. Clinical outcomes of a phase I/II study of 48 Gy of stereotactic body radiotherapy in 4 fractions for primary lung cancer using a stereotactic body frame. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2005;63:1427–31.