

นิพนธ์ต้นฉบับ

การเปรียบเทียบคุณภาพระหว่างแผนรังสีปรับความเข้ม แผนรังสีปรับความเข้มเชิงปริมาตร และแผนรังสีปรับความเข้มแบบผสมสำหรับการฉายรังสีมะเร็งเต้านมข้างซ้าย

วรรณวิษา บำรุงภักดี¹ อิมใจ ชิตาพนารักษ์² และ สมศักดิ์ วรรณวิไลรัตน์²

¹หลักสูตรฟิสิกส์การแพทย์ ²หน่วยรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบคุณภาพแผนรังสีรักษาระหว่างแผนรังสีปรับความเข้ม (IMRT plan) แผนรังสีปรับความเข้มเชิงปริมาตร (VMAT plan) และแผนรังสีปรับความเข้มแบบผสม (Hybrid plan) สำหรับการฉายรังสีมะเร็งเต้านมข้างซ้ายหลังการผ่าตัดทั้งเต้านม เป็นการศึกษาแบบย้อนหลังในผู้ป่วยจำนวน 15 ราย ทำการวางแผนรังสีรักษาทั้ง 3 แบบด้วยเครื่องวางแผนรังสีรักษา รุ่น Monaco โดยแผน IMRT ใช้ลำรังสีจำนวน 7 ทิศทาง แผน VMAT ใช้ลำรังสีจำนวน 2 arc และแผน Hybrid ใช้ลำรังสีแบบ IMRT จำนวน 3 ทิศทาง น้ำหนัก 75% รวมกับแผน VMAT ใช้ลำรังสีจำนวน 2 arc น้ำหนัก 25% ตัวแปรเชิงรังสีชนิดที่ใช้เป็นเกณฑ์ประเมินคุณภาพแผนรังสีรักษาทั้งสามแบบ คือ ปริมาณรังสีที่ปริมาตรเป้าหมายร้อยละ 50 ได้รับ (D_{50}) ค่าดัชนีความเข้ารูป (CI) ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (HI) และเปรียบเทียบปริมาณรังสีเชิงปริมาตรสำหรับอวัยวะปกติข้างเคียง ผลการศึกษาเมื่อพิจารณาปริมาตรเป้าหมายบริเวณ Chest wall (PTV_CW) พบว่าค่า D_{50} ของ VMAT plan เข้าใกล้ prescription dose มากกว่า IMRT plan และ Hybrid plan อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า D_{max} ของ Hybrid plan มีค่าต่ำกว่าอีกสองแผนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ VMAT plan และ Hybrid plan มีค่า CI ที่ดีเท่ากันและดีกว่า IMRT plan อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาปริมาณรังสีที่อวัยวะปกติข้างเคียงพบว่า Hybrid plan ให้ปริมาณรังสี V_{5Gy} ที่เต้านมด้านตรงข้ามกับรอยโรคและปอดด้านตรงข้ามกับรอยโรคน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเทียบกับอีกสองแผนรังสีรักษา ส่วน VMAT plan ให้ปริมาณรังสี V_{30Gy} ที่ปอดด้านเดียวกับรอยโรคและ V_{20Gy} ที่หัวใจมีค่าน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ● รังสีปรับความเข้ม ● รังสีปรับความเข้มเชิงปริมาตร ● รังสีปรับความเข้มแบบผสม ● มะเร็งเต้านมข้างซ้าย ● คุณภาพแผนรังสีรักษา

เวชสารแพทย์ทหารบก 2564;74(3):205-11.

ได้รับต้นฉบับเมื่อ 28 มิถุนายน 2563 แก้ไขบทความ 25 กรกฎาคม 2564 ได้ตีพิมพ์เมื่อ 4 สิงหาคม 2564

ผู้รับผิดชอบ: วรรณวิษา บำรุงภักดี หลักสูตรฟิสิกส์การแพทย์ ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Original article

Quality comparison between intensity modulated radiation therapy, volumetric modulated arc therapy, and hybrid technique for left-sided breast cancer irradiation

Wanwisa Bumrunpagdee¹, Imjai Chitapanarux² and Somsak Wanwilairat²

¹Medical Physics Program; ²Division of Radiation Oncology, Department of Radiology, Chiang Mai University

Abstract:

This research compares the quality of radiotherapy plans between the IMRT, the VMAT, and the hybrid plan for post-mastectomy left-side breast cancer irradiation. This is a retrospective study of 15 patients. All three techniques of radiotherapy plans were using the Monaco treatment planning system. The IMRT used 7 fix beams and the VMAT used the 2 arcs. The Hybrid plan was combined the IMRT of 3 beams with a weight of 75% and the VMAT of 2 arcs with the weight of 25%. The dosimetric parameters used for evaluating the quality of the three types of treatment plans were including the mean target volume dose(D_{50}), the conformity index (CI), the Homogeneity index (HI), and the comparison of the radiation dose to organ at risks. The result, when considering PTV_CW, the D_{50} of the VMAT is statistically significantly closer to the prescription dose than the IMRT and Hybrid plan. The D_{max} value of the Hybrid plan is statistically significantly lower than the other two plans. The VMAT and the Hybrid plan had the same CI values and are statistically significantly better than the IMRT. Considering the organ at risks dose, the hybrid plan gave the minimum V_{5Gy} dose to the contralateral breast and the contralateral lung with statistical significances compared to the other two plans. The VMAT provided the minimum V_{30Gy} to the ipsilateral lung and the minimum V_{20Gy} to the heart with statistical significances.

Keywords: ● Intensity modulated radiation therapy ● Volumetric modulated arc therapy ● Hybrid technique
● Left-side breast cancer ● Treatment planning quality

RTA Med J 2021;74(3):205-11.

Received 28 June 2020 Corrected 25 July 2021 Accepted 4 August 2021

Corresponding Author: Wanwisa Bumrunpagdee, Medical Physics Program, Department of Radiology, Chiang Mai University

E-mail kureekureekuree@gmail.com

บทนำ

มะเร็งเต้านม (Breast cancer) เป็นมะเร็งที่พบได้บ่อยในเพศหญิง จากสถิติของสถาบันมะเร็งแห่งชาติปี พ.ศ. 2560 พบว่ามะเร็งเต้านม พบมากเป็นอันดับหนึ่ง โดยมีจำนวนผู้ป่วยรายใหม่ในปี พ.ศ. 2560 จำนวน 782 ราย เป็นเพศหญิง 780 ราย เพศชาย 2 ราย¹ วิธีการรักษาโดยการฉายรังสีหลังผ่าตัดเต้านมทั้งเต้า เรียกว่า Postmastectomy irradiation (PMRT) สามารถลดโอกาสการกลับมาเป็นโรคซ้ำเฉพาะที่ และช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตให้กับผู้ป่วย² ข้อพิจารณาที่สำคัญสำหรับการฉายรังสีมะเร็งเต้านม ได้แก่ ลักษณะการกระจายปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมาย (target volume) และปริมาณรังสีที่อวัยวะปกติข้างเคียง (organ at risk: OAR) เช่น หัวใจ ปอดด้านเดียวกับรอยโรคและเต้านมด้านตรงข้ามกับรอยโรค ตลอดจนการพัฒนาเทคนิคการฉายรังสีเต้านมที่ผ่านการทำเพื่อลดบริเวณปริมาณรังสีสูงที่อวัยวะปกติข้างเคียงและเพิ่มคุณภาพการกระจายปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมาย

เทคนิคการฉายรังสีมะเร็งเต้านม มีพัฒนาการเริ่มจากเทคนิคการฉายรังสีแบบมาตรฐาน (conventional technique) หรือรังสีสองมิติ พัฒนาเป็นรังสีสามมิติ (3DCRT) จนถึงรังสีปรับความเข้ม (IMRT) รังสีปรับความเข้มเชิงปริมาตร (VMAT) และรังสีตัดขวางแบบเกลียวหมุน (HT) สำหรับการฉายรังสีมะเร็งเต้านมข้างซ้าย ปัญหาคือหากหัวใจได้รับปริมาณรังสีสูงจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด³ และมีโอกาสเกิดอาการปอดอักเสบหลังการฉายรังสี⁴ หลายงานวิจัยได้รายงานว่าการฉายรังสีมะเร็งเต้านมข้างซ้ายพบว่าในแต่ละเทคนิคอาจให้ปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมายเท่ากัน แต่ปริมาณรังสีที่อวัยวะปกติข้างเคียงได้รับสามารถแตกต่างกันได้

เนื่องจากคุณภาพของแผนรังสีรักษา (plan quality) ของแต่ละเทคนิคการฉายรังสีมะเร็งเต้านมมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน จึงมีแนวคิดที่จะนำเทคนิคการฉายรังสีมะเร็งเต้านมหลายเทคนิคมาใช้ร่วมกัน ในงานวิจัยนี้จะได้เปรียบเทียบคุณภาพแผนรังสีรักษาที่นิยมใช้กันแพร่หลายในปัจจุบันกับแผนรังสีรักษาแบบผสม

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของแผนรังสีรักษามะเร็งเต้านมข้างซ้ายหลังผ่าตัดทั้งเต้านม ระหว่างแผนรังสีปรับความเข้ม (IMRT plan) แผนรังสีปรับความเข้มเชิงปริมาตร (VMAT plan) และแผนรังสีปรับความเข้มแบบผสม (Hybrid plan) สำหรับการฉายรังสีเต้านม

นึ่งข้างซ้ายหลังการผ่าตัดทั้งเต้านม

วัสดุและวิธีการ

กลุ่มตัวอย่างข้อมูล

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบย้อนหลัง (Retrospective Study) ใช้ชุดข้อมูลภาพรังสีตัดขวางของผู้ป่วยมะเร็งเต้านมข้างซ้ายหลังการผ่าตัดทั้งเต้านมจำนวน 15 ราย ที่ได้รับการฉายรังสีปรับความเข้มเชิงปริมาตร (VMAT) ที่หน่วยรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยนำมาวางแผนรังสีรักษาเพิ่ม 2 แผน คือ แผนรังสีปรับความเข้ม (IMRT plan) และ แผนรังสีปรับความเข้มแบบผสม (Hybrid plan)

การวางแผนรังสีรักษา

การวางแผนรังสีรักษาใช้เครื่องวางแผนรังสีรักษา รุ่น Monaco ใช้รังสีโฟตอนพลังงาน 6 MV ปริมาตรเป้าหมาย ได้แก่ ปริมาตรเป้าหมายบริเวณ Chest wall (PTV_CW) และ ปริมาตรเป้าหมายบริเวณ Supraclavicular lymph nodes (PTV_SPC) กำหนดให้ได้รับปริมาณรังสี 50 Gy ในการฉายรังสี 25 ครั้ง การศึกษาได้วางแผนรังสีรักษา 3 แผน ดังนี้

1. แผนรังสีปรับความเข้ม (IMRT plan) ใช้ลำรังสี 7 ทิศทาง ที่มุม 300, 330, 0, 30, 60, 90, 120 องศา
2. แผนรังสีปรับความเข้มเชิงปริมาตร (VMAT plan) ใช้ลำรังสี 2 arc ที่มุม CCW 155-240 องศา และ CCW 155-240 องศา มุม Collimator เท่ากับ 90 องศา
3. แผนรังสีปรับความเข้มแบบผสม (Hybrid plan) ประกอบด้วย

- 1) แผนรังสีปรับความเข้ม (IMRT plan) ใช้ลำรังสี 3 ทิศทาง ที่มุม Tangential beam และ 15 องศา กำหนดน้ำหนักปริมาณรังสีที่ปริมาตรเป้าหมายเท่ากับ 75% ของปริมาณรังสีทั้งหมด
- 2) แผนรังสีปรับความเข้มเชิงปริมาตร (VMAT plan) ใช้ลำรังสี 2 arc ที่มุม CCW 155-240 องศา และ CCW 155-240 องศา มุม Collimator เท่ากับ 90 องศา กำหนดน้ำหนักปริมาณรังสีที่ปริมาตรเป้าหมายเท่ากับ 25% ของปริมาณรังสีทั้งหมด

อวัยวะปกติข้างเคียง (OAR) ในแผนรังสีรักษาที่พิจารณาประกอบด้วย เต้านมด้านตรงข้ามกับรอยโรค ปอดด้านตรงข้ามกับรอยโรค ปอดด้านเดียวกับรอยโรค หัวใจและหลอดเลือด หัวใจ left anterior descending artery (LAD)

ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์ประเมินสำหรับอวัยวะปกติข้างเคียง

Organ at risk	Dose constrain
เต้านมด้านตรงข้ามกับรอยโรค	$V_{5Gy} < 10\%$
ปอดด้านตรงข้ามกับรอยโรค	$V_{5Gy} < 20\%$
ปอดด้านเดียวกับรอยโรค	$V_{30Gy} < 20\%$
หัวใจ	$V_{20Gy} < 15\%$
หลอดเลือดหัวใจ LAD	$D_{max} < 50 \text{ Gy}$

การประเมินแผนรังสีรักษา

ใช้เกณฑ์ประเมินแผนรังสีรักษาตาม แนวปฏิบัติ ICRU83 ซึ่งทั้ง 2 ปริมาตรเป้าหมาย คือ PTV_CW และ PTV_SPC มีเกณฑ์พิจารณา ดังนี้ ปริมาณรังสีเฉลี่ยที่ปริมาตรเป้าหมาย (Mean Dose) และ D_{50} ต้องได้รับปริมาณรังสีมากกว่าหรือเท่ากับที่แพทย์กำหนด ปริมาตร V_{95} ไม่ควรเกินร้อยละ 5 และ D_{max} ต้องไม่เกินร้อยละ 115 ของปริมาณรังสีที่แพทย์กำหนด อวัยวะปกติข้างเคียงจะประเมินตามแนวปฏิบัติ RTOG1005 และ 1304 ซึ่งมีเกณฑ์พิจารณาดังตารางที่ 1

การเปรียบเทียบคุณภาพของแผนรังสีรักษา

การเปรียบเทียบคุณภาพของแผนรังสีรักษาระหว่างแผนรังสีปรับความเข้ม แผนรังสีปรับความเข้มเชิงปริมาตร และแผนรังสีปรับความเข้มแบบผสม สำหรับการฉายรังสีมะเร็งเต้านมข้างซ้าย จะแบ่งเป็นการเปรียบเทียบที่ปริมาตรเป้าหมาย และการเปรียบเทียบที่อวัยวะปกติข้างเคียง โดยใช้ตัวแปรเชิงรังสีคณิตในการเปรียบเทียบ ดังนี้

1. ตัวแปรเชิงรังสีคณิตที่ใช้เปรียบเทียบที่ปริมาตรเป้าหมาย PTV_CW และ PTV_SPC

1. Mean Dose
2. D_{50}
3. V_{95}
4. V_{115}
5. Conformity Index คำนวณได้จากสมการที่ 1⁵

$$CI = \frac{(TV_{PTV95\%})^2}{TV \times PTV_{95\%}} \quad (1)$$

โดยที่ $TV_{PTV95\%}$ คือ ปริมาตรเป้าหมายที่ครอบคลุมด้วยปริมาณรังสี 95% ของปริมาณรังสีที่แพทย์กำหนด

TV คือ ปริมาตรของปริมาตรเป้าหมาย

$PTV_{95\%}$ คือ ปริมาตรเนื้อเยื่อที่ครอบคลุมด้วยปริมาณรังสี 95%

6. Homogeneity index คำนวณได้จากสมการที่ 2⁶

$$HI = \frac{D_{2\%} - D_{98\%}}{D_{50\%}} \quad (2)$$

โดยที่ $D_{2\%}$ คือ ปริมาณรังสีที่ปริมาตรเป้าหมายอย่างน้อย 2% ได้รับ

$D_{98\%}$ คือ ปริมาณรังสีที่ปริมาตรเป้าหมายอย่างน้อย 98% ได้รับ

$D_{50\%}$ คือ ปริมาณรังสีที่ปริมาตรเป้าหมายอย่างน้อย 50% ได้รับ

2. ตัวแปรเชิงรังสีคณิตที่ใช้เปรียบเทียบที่อวัยวะปกติข้างเคียง

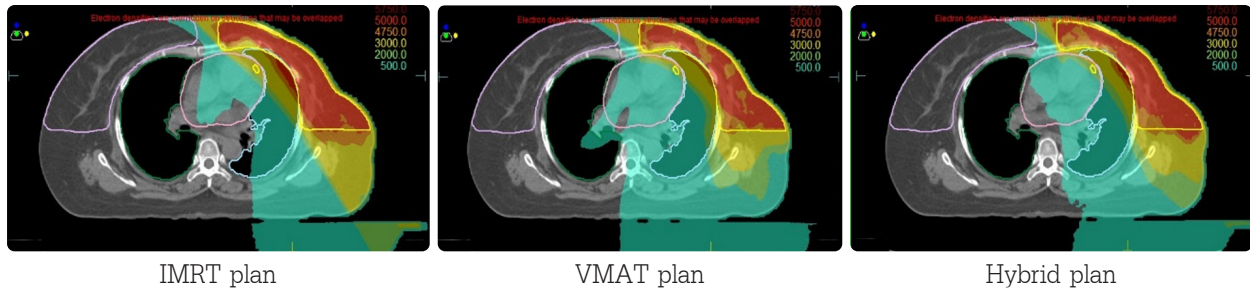
- 1) V_{5Gy} คือ ปริมาตรเต้านมด้านตรงข้ามกับรอยโรคหรือปริมาตรปอดด้านตรงข้ามกับรอยโรค ที่ได้รับปริมาณรังสีอย่างน้อย 5 Gy
- 2) V_{30Gy} คือ ปริมาตรปอดด้านเดียวกับรอยโรค ที่ได้รับปริมาณรังสีอย่างน้อย 30 Gy
- 3) V_{20Gy} คือ ปริมาตรหัวใจ ที่ได้รับปริมาณรังสีอย่างน้อย 20 Gy
- 4) D_{max} คือ ปริมาณรังสีสูงสุดที่หลอดเลือดหัวใจ (LAD) ได้รับ

ผลการศึกษา

ตัวอย่างการกระจายปริมาณรังสีของ IMRT plan, VMAT plan และ Hybrid plan สำหรับมะเร็งเต้านมข้างซ้ายหลังการผ่าตัดทั้งเต้านมของผู้ป่วยในกลุ่มตัวอย่าง แสดงในรูปที่ 1

พิจารณาปริมาณรังสีที่ PTV_CW พบว่า D_{50} ของ VMAT plan เข้าใกล้ prescription dose มากกว่า IMRT plan และ Hybrid plan อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่า D_{max} ของ Hybrid plan มีค่าต่ำกว่าอีกสองแผนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ VMAT plan และ Hybrid plan มีค่า CI ที่ดีเท่ากันและดีกว่า IMRT plan อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พิจารณาปริมาณรังสีที่ PTV_SPC พบว่าทุกตัวแปรเชิงรังสีคณิตของทั้งสามแผนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นค่า D_{max} ของ Hybrid plan มีค่าต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับอีกสองแผน รายละเอียดตัวแปรเชิงรังสีคณิตของปริมาตรเป้าหมายแสดงในตารางที่ 2



รูปที่ 1 การกระจายปริมาณรังสีของ IMRT plan, VMAT plan และ Hybrid plan สำหรับมะเร็งเต้านมข้างซ้ายหลังการผ่าตัดทั้งเต้านม

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าตัวแปรเชิงรังสีคณิตที่ปริมาตรเป้าหมายของ IMRT plan, VMAT plan และ Hybrid plan สำหรับมะเร็งเต้านมข้างซ้ายหลังการผ่าตัดทั้งเต้านม

Structure	Parameter	IMRT(±SD)	VMAT(±SD)	Hybrid plan (±SD)	p-value
PTV_CW	Mean Dose (Gy)	51.41 (±0.59)	51.26 (±0.72)	51.39 (±0.67)	0.586
	D ₅₀ (Gy)	51.75 (±0.73)	51.48 (±0.84)	51.76 (±0.77)	0.041
	V ₉₅ (%)	4.69 (±0.30)	3.84 (±1.01)	4.19 (±0.50)	0.017
	D _{max} (Gy)	57.22 (±0.66)	57.56 (±1.53)	56.26 (±0.74)	0.004
	CI	0.96 (±0.01)	0.97 (±0.02)	0.97 (±0.01)	0.017
	HI	0.16 (±0.02)	0.15 (±0.03)	0.16 (±0.02)	0.074
PTV_SPC	Mean Dose (Gy)	51.55 (±0.79)	51.39 (±0.79)	51.50 (±0.88)	0.165
	D ₅₀ (Gy)	51.69 (±0.82)	51.47 (±0.94)	51.64 (±0.94)	0.085
	V ₉₅ (%)	1.33 (±1.48)	1.79 (±1.58)	1.59 (±1.38)	0.344
	D _{max} (Gy)	55.82 (±1.05)	56.49 (±1.59)	55.24 (±0.83)	0.005
	CI	1.03 (±0.03)	1.01 (±0.33)	1.02 (±0.03)	0.165
	HI	0.11 (±0.02)	0.12 (±0.03)	0.10 (±0.03)	0.344

สำหรับปริมาณรังสีที่อวัยวะปกติข้างเคียงพบว่า Hybrid plan ให้ปริมาณรังสี V_{5Gy} ที่เต้านมด้านตรงข้ามกับรอยโรคและปอดด้านตรงข้ามกับรอยโรคน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเทียบกับอีกสองแผนรังสีรักษา ส่วน VMAT plan ให้ปริมาณรังสี V_{30Gy} ที่ปอดด้านเดียวกับรอยโรคและ V_{20Gy} ที่หัวใจมีค่าน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเทียบกับอีกสองแผนรังสีรักษา ดังตารางที่ 3

วิจารณ์

งานวิจัยนี้เมื่อเปรียบเทียบ IMRT plan, VMAT plan และ Hybrid plan พบค่า D₅₀ ของ PTV_CW และ PTV_SPC ของ VMAT plan มีค่าเข้าใกล้ Prescribe Dose มากที่สุด และค่า V₉₅ ของ PTV_CW ของ VMAT plan ให้บริเวณปริมาณรังสีต่ำ (Under dose) น้อยที่สุด ดังนั้นสำหรับ PTV_CW แผน VMAT plan มีคุณภาพที่ดีกว่า แตกต่างจากงานวิจัยของ Karen Lang และคณะ⁷ ที่พบว่า VMAT plan และ Hybrid plan คุณภาพ

ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเขาได้ศึกษาในมะเร็งเต้านมด้านขวาพร้อมกับ ซึ่งการวางแผนรังสีรักษามะเร็งเต้านมด้านขวามีอวัยวะปกติข้างเคียงที่ต้องคำนึงถึงน้อยกว่ามะเร็งเต้านมข้างซ้าย

ค่า D_{max} ของ PTV_CW และ PTV_SPC แผน Hybrid plan มีค่า D_{max} น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับ IMRT plan และ VMAT plan ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jia Fu Lin และคณะ⁸

ค่า CI สำหรับ PTV_CW และ PTV_SPC แผน VMAT plan ให้ค่า CI ที่ดีว่าแผน Hybrid plan และ IMRT plan ส่วนค่า HI สำหรับ PTV_CW แผน VMAT plan ให้ค่าความสม่ำเสมอที่ดีที่สุด แต่ PTV_SPC แผน Hybrid plan ให้ค่าความสม่ำเสมอที่ดีที่สุด ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ Jia Fu Lin และคณะ⁸ ที่พบว่า hybrid plan จะให้ค่า CI และ HI ดีที่สุด ซึ่งเป็นการศึกษาในผู้ป่วยมะเร็งเต้านมซึ่งไม่รวมบริเวณ Supraclavicular lymph nodes (PTV_SPC)

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบค่าตัวแปรเชิงรังสีคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุด พิจารณาที่ปริมาตรเป้าหมายของแผนรังสีรักษาระหว่างเทคนิครังสีปรับความเข้ม เทคนิคครึ่งสี่ปรับความเข้มเชิงปริมาตร และเทคนิคครึ่งสี่ปรับความเข้มแบบผสม สำหรับการฉายรังสีมะเร็งเต้านมข้างซ้าย หลังการผ่าตัดทั้งเต้านม

Structure	Parameter	IMRT(±SD)	VMAT(±SD)	Hybrid technique (±SD)
PTV_CW	Mean Dose (Gy)	-	✓	-
	D ₅₀ (Gy)	-	✓**	-
	V ₉₅ (%)	-	✓**	-
	D _{max} (Gy)	-	-	✓**
	CI	-	✓**	✓**
	HI	-	✓	-
PTV_SPC	Mean Dose (Gy)	-	✓	-
	D ₅₀ (Gy)	-	✓	-
	V ₉₅ (%)	✓	-	-
	D _{max} (Gy)	-	-	✓**
	CI	-	✓	-
	HI	-	-	✓

** พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value < 0.05)

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าตัวแปรเชิงรังสีคณิตศาสตร์ที่อวัยวะข้างเคียงต่างๆ ของ IMRT plan, VMAT plan และ Hybrid plan สำหรับมะเร็งเต้านมข้างซ้ายหลังการผ่าตัดทั้งเต้านม

Structure	Parameter	IMRT(±SD)	VMAT(±SD)	Hybrid (±SD)	p-value
Contralateral breast	V _{5Gy} (%)	10.56 (±2.10)	9.01 (±0.89)	6.80 (±3.44)	0.001
Contralateral lung	V _{5Gy} (%)	22.88 (±4.31)	16.67 (±2.15)	8.06 (±4.74)	0.000
Ipsilateral lung	V _{30Gy} (%)	25.48 (±3.05)	20.07 (±1.80)	28.23 (±2.99)	0.000
Heart	V _{20Gy} (%)	16.89 (±2.51)	14.75 (±3.04)	20.03 (±2.68)	0.000
LAD	D _{max} (Gy)	49.56 (±1.56)	49.75 (±1.30)	49.61 (±0.88)	0.627

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าตัวแปรเชิงรังสีคณิตศาสตร์ที่ดีที่สุด พิจารณาที่อวัยวะข้างเคียงต่างๆ ของแผนรังสีรักษาระหว่างเทคนิคครึ่งสี่ปรับความเข้ม เทคนิคครึ่งสี่ปรับความเข้มเชิงปริมาตร และเทคนิคครึ่งสี่ปรับความเข้มแบบผสม สำหรับการฉายรังสีมะเร็งเต้านมข้างซ้ายหลังการผ่าตัดทั้งเต้านม

Structure	Parameter	IMRT(±SD)	VMAT(±SD)	Hybrid technique (±SD)
Contralateral breast	V _{5Gy} (%)	-	-	✓**
Contralateral lung	V _{5Gy} (%)	-	-	✓**
Ipsilateral lung	V _{30Gy} (%)	-	✓**	-
Heart	V _{20Gy} (%)	-	✓**	-
LAD	D _{max} (Gy)	✓	-	-

** พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value < 0.05)

พิจารณาปริมาณรังสีที่อวัยวะปกติข้างเคียง ค่าปริมาตร V_{5Gy} ที่เต้านมด้านตรงข้ามกับรอยโรค แผน Hybrid plan มี V_{5Gy} ค่า น้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 6.80 ส่วนที่ปอดด้านตรงข้ามกับรอยโรค V_{5Gy} ของ Hybrid plan มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 8.06 สอดคล้อง กับงานวิจัยของ Karen Lang และคณะ⁷ และ Jia Fu Lin และ คณะ⁸ ส่วนปริมาตร V_{30Gy} ที่ปอดด้านเดียวกับรอยโรค VMAT plan มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ ร้อยละ 20.07 แต่ทุกแผนไม่ผ่านเกณฑ์ที่ กำหนดไว้ที่ร้อยละ 20 ซึ่งอาจเนื่องมาจากปริมาตรเป้าหมายที่กำหนด มีขอบเขตของรอยโรคเข้ามาซ้อนทับกับปริมาตรปอดด้านเดียวกับ รอยโรค ผลที่ได้นี้แตกต่างกับงานวิจัยของ Karen Lang และ คณะ⁷ และ Jia Fu Lin และคณะ⁸ ที่พบว่าค่า V_{20Gy} ของ Hybrid plan ให้ค่าน้อยที่สุด ส่วนปริมาตร V_{20Gy} ที่หัวใจ VMAT plan มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 14.75 แต่แผน IMRT plan และ แผน Hybrid plan ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 15 ผลที่ ได้นี้แตกต่างกับงานวิจัยของ Jia Fu Lin และคณะ⁸ ที่พบว่าค่า V_{30Gy} ของ Hybrid plan ให้ค่าน้อยที่สุด พิจารณาค่า D_{max} ที่ หลอดเลือดหัวใจ(LAD) แผน IMRT plan มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 49.56 Gy ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ Yingjie Xu และคณะ⁹ ที่ พบว่าค่า D_{max} ของ VMAT plan ให้ค่าน้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้แสดงแนวโน้มให้เห็นว่า แผนรังสีรักษาความเข้มแบบ ผสม จะให้ค่าเฉลี่ยปริมาตรเต้านมด้านตรงข้ามกับรอยโรค ที่ได้ รับปริมาณรังสี 5 Gy และ ค่าเฉลี่ยปริมาตรปอดด้านตรงข้ามกับ รอยโรค ที่ได้รับปริมาณรังสี 5 Gy ที่ต่ำมาก ซึ่งอาจเนื่องมาจาก เทคนิคผสมได้ใช้ Tangential beam ทำให้ปริมาณรังสีสำหรับ อวัยวะที่อยู่ด้านตรงข้ามกับรอยโรคไม่ได้รับค่ารังสีโดยตรง สำหรับการศึกษาลักษณะนี้ควรเพิ่มตัวแปรเชิงรังสีชนิดที่ใช้ในการประเมิน แผนรังสีรักษาให้มากขึ้น และปรับเปลี่ยนหาน้ำหนักปริมาณรังสีที่ เหมาะสมในแผนรังสีรักษาความเข้มแบบผสม เพื่อให้ได้แผนรังสี รักษาที่มีคุณภาพยิ่งขึ้น

สรุป

จากงานวิจัยนี้โดยสรุป VMAT plan ให้คุณภาพเชิงรังสีชนิดิต สำหรับการฉายรังสีมะเร็งเต้านมข้างซ้ายหลังการผ่าตัดทั้งเต้านมที่มี การกระจายปริมาณรังสี ที่เข้ารูป สม่ำเสมอ และครอบคลุมปริมาตร เป้าหมายที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับ IMRT plan และ Hybrid plan

นอกจากนี้ยังให้ค่า V_{30Gy} ของปอดด้านเดียวกับรอยโรค และค่า V_{20Gy} ของหัวใจน้อยที่สุด แม้ว่าค่า V_{5Gy} ของเต้านมด้านตรงข้าม กับรอยโรค และค่า V_{5Gy} ของปอดด้านตรงข้ามกับรอยโรค และ ค่า D_{max} ที่หลอดเลือดหัวใจ จะมีค่ามากกว่า IMRT plan และ Hybrid plan อีกทั้ง VMAT plan ยังใช้เวลาฉายรังสีน้อยที่สุด

เอกสารอ้างอิง

1. National Cancer Institute. [Cancer in Thailand 2018]. Bangkok: Pomsupprint; 2018. Thai
2. Overgaard, M. Overview of randomized trials in high risk breast cancer patients treated with adjuvant systemic therapy with or without postmastectomy irradiation. *Semin Radiat Oncol.* 1999;9(3):292-9.
3. Darby SC, McGale P, Taylor CW, et al. Long-term mortality from heart disease and lung cancer after radiotherapy for early breast cancer: Prospective cohort study of about 300,000 women in US SEER cancer registries. *Lancet Oncol.* 2005;6:557-65.
4. Lingos TI, Recht A, Vicini F, et al. Radiation pneumonitis in breast cancer patients treated with conservative surgery and radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1991;21:355-60.
5. Loic F, Geogges N, Jean-Jacques M, Pierre B. Conformity index: a review. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2006; 64:333-42.
6. Yoon M, Park SY, Shin D, Lee SB, Hong RP, Kim DY, et al. A new homogeneity index based on statistical analysis of the dose-volume histograms. *Am Coll Med Phys.* 2007;8:9-17.
7. Karen Lang, Brianne Loritz, Adam Schwartz et al. Dosimetric comparison between volumetric-modulated arc therapy and a hybrid volumetric-modulated arc therapy and segmented field-in-field technique for postmastectomy chest wall and regional lymph node irradiation. *Medical Dosimetry.* 2019;9:43.
8. Jia-Fu Lin, Dah-Cherng Yeh, Hui-Ling Yeh, Chen-Fa Chang, Jin-Ching Lin. Dosimetric comparison of hybrid volumetric-modulated arc therapy, volumetric-modulated arc therapy, and intensity-modulated radiation therapy for left-sided early breast cancer. *Medical Dosimetry.* 2015;40:262-7.
9. Yingjie Xu, et al. Locoregional irradiation including internal mammary nodal region for left-sided breast cancer after breast conserving surgery: Dosimetric evaluation of 4 techniques. *Medical Dosimetry.* 2019;e13-8.

