

# การควบคุมคุณภาพการฉายรังสีในงานรังสีรักษาโดยใช้แบบการตรวจสอบข้อมูล

## The quality control of delivering radiation therapy using check list verification document

เกาวรินทร์ ขยายวงศ์<sup>2</sup>, สุทธิพงศ์ ฤทธิผล<sup>1</sup>, นงคณัฐ คำตา<sup>1</sup>, พิมพิดา จันราช<sup>1</sup>,  
ภูวไนย เจียนดอน<sup>2</sup>, อภิวัฒน์ กองกิริต<sup>2</sup>, ชนิกันต์ ชานาญหมอ<sup>2</sup>, วรญา เงินเดือน<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ฝ้ายรังสีวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย กรุงเทพฯ

<sup>2</sup>สาขาวิชารังสีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ

**ผู้พิมพ์ประสานงาน**

วรญา เงินเดือน

สาขาวิชารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ฝ้ายรังสีวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย

1873 ถ.พระราม 4 แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

อีเมล: mol\_nooky@hotmail.com

*Paowarin Khayaiwong<sup>2</sup>, Suttipong Rittiplaeng<sup>1</sup>, Nongnut Khamta<sup>1</sup>, Pimpida Junrach<sup>1</sup>*

*Puwanai Jeindon<sup>2</sup>, Apiwat Kongkirit<sup>2</sup>, Chanikran Chamnanmor<sup>2</sup>, Woraya Nguanthean<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Division of Radiation Oncology, King Chulalongkorn Memorial Hospital, Thai Red Cross Society, Bangkok*

<sup>2</sup>*Radiological Technology Department, Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Bangkok*

**Corresponding author**

**Woraya Nguanthean**

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

*1873, Rama 4 Rd, Patumwan, Bangkok 10330, Thailand*

*E-mail: mol\_nooky@hotmail.com*

Submitted: Feb 10, 2021

Revised: Mar 23, 2021

Accepted: May 13, 2021

## บทคัดย่อ

**หลักการและเหตุผล:** การรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็งด้วยการฉายรังสี ประกอบด้วยหลายขั้นตอน การส่งต่อข้อมูลของผู้ป่วยในแต่ละขั้นตอนจึงมีความสำคัญ เพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการฉายรังสี จำเป็นต้องตรวจสอบข้อมูลที่ส่งต่อ เช่น ปริมาณรังสี จำนวนครั้งที่ฉาย พลังงาน เป็นต้น เพื่อประโยชน์ในการรักษาผู้ป่วยอย่างถูกต้อง

**วัตถุประสงค์:** เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในขั้นตอนการฉายรังสีและหาแนวทางป้องกัน เพื่อให้การรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็งมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยใช้เอกสารการตรวจสอบข้อมูล

**วัสดุและวิธีการ:** เอกสารการตรวจสอบข้อมูลของผู้ป่วยที่เข้ารับการฉายรังสีรักษา จากสาขารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ตั้งแต่เดือนพ.ย. 2561 ถึง พ.ค. 2562 จำนวน 691 ราย นักรังสีการแพทย์ตรวจสอบข้อมูลและค่าพารามิเตอร์เปรียบเทียบกับเอกสารกำหนดปริมาณรังสีจากรังสีแพทย์และแบบพิมพ์แผนการรักษาจากฟิสิกส์การแพทย์ จำแนกความถี่และร้อยละของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น โดยจำแนกสาเหตุความคลาดเคลื่อนมาจากบุคลากร เครื่องฉายรังสี อุปกรณ์ที่ใช้ในการฉายรังสี วิธีปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมในการปฏิบัติงาน ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่พบมีการแก้ไขทันที พร้อมทั้งเก็บรวบรวมและนำมาวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดขึ้น

**ผลการศึกษา:** เอกสารที่ได้รับการตรวจสอบข้อมูลพบความคลาดเคลื่อนทั้งหมด 52 เหตุการณ์ เกิดจากบุคลากร 30 เหตุการณ์ (ร้อยละ 57.70) เครื่องมือ 9 เหตุการณ์ (ร้อยละ 17.31) อุปกรณ์ที่ใช้ในการฉายรังสี 4 เหตุการณ์ (ร้อยละ 7.69) วิธีปฏิบัติงาน 8 เหตุการณ์ (ร้อยละ 15.38) และสิ่งแวดล้อมในการปฏิบัติงาน 1 เหตุการณ์ (ร้อยละ 1.92)

**ข้อสรุป:** สาเหตุหลักของการเกิดความคลาดเคลื่อนในการฉายรังสีมาจากบุคลากร การใช้เอกสารการตรวจสอบข้อมูลจึงเป็นเครื่องมือสำคัญต่อการควบคุมคุณภาพการฉายรังสีและใช้เป็นแนวทางให้บุคลากรตระหนักในหน้าที่ในการตรวจสอบก่อนการฉายรังสี เพื่อช่วยป้องกันและแก้ไขความคลาดเคลื่อนก่อนฉายรังสีให้กับผู้ป่วยได้

**คำสำคัญ:** การควบคุมคุณภาพ, ความคลาดเคลื่อน, เอกสารตรวจการสอบข้อมูล, การตรวจสอบก่อนการฉายรังสี

## Abstract

**Background:** Radiation therapy consists of many steps for treating the cancer patient. The patient's data transfer is very important. In order to prevent any errors in data transfer, such as radiation dose, number of treatment fraction, beam energy, the data checklist is necessary and will benefit in treating patients.

**Objective:** The purpose was to examine the data from the checklist verification document and analyze the cause of the treatment error.

**Materials and methods:** Six-hundred-ninety-one patients' checklists from Division of Radiation Oncology, King Chulalongkorn Memorial Hospital, were retrospectively reviewed from November 2018 to May 2019. The prescribed dose from the radiation oncologist and the treatment plan sheet from medical physicist were checked by radiation therapist before treatment. The frequency and percentage of the incidence of errors were classified as man, machine,

material, method, and environment. Once an error was detected, it could be immediately corrected. The incidence was collected and analyzed to find out the causes of errors.

**Results:** Fifty-two events were detected from the checklist documents. These errors could be classified as a man for 30 events (57.70%), machine for 9 events (17.31%), material for 4 events (7.69%), method for 8 events (15.38%) and environmental error for 1 event (1.92%).

**Conclusion:** The major cause of treatment error was from human. The checklist verification document is an essential tool for treatment quality control and it is the radiation therapists responsibilities guide to do a pre-treatment verification. It helps to prevent and correct the errors before treatment delivery.

**Keywords:** Quality control, errors, checklist document, pre-treatment verification

J Thai Assoc Radiat Oncol 2021; 27(1): R43-R53

## บทนำ

การฉายรังสีรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็งประกอบด้วยการทำงานหลายขั้นตอน<sup>[1]</sup> ซึ่งเป็นการปฏิบัติงานร่วมกันระหว่างบุคลากรหลายสาขา เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการสร้างภาพทางรังสีเพื่อใช้ในการจำลองการรักษา (simulation) การจัดอุปกรณ์สำหรับยึดตรึงผู้ป่วย (immobilization) เพื่อให้ผู้ป่วยอยู่นิ่งและคงท่าเดิมไว้ตลอดการฉายรังสี การวางแผนการรักษา (treatment planning) โดยการกำหนดขอบเขตของก้อนมะเร็งและอวัยวะปกติ เลือกเทคนิคที่ใช้ในการรักษา กำหนดปริมาณรังสี และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการฉายรังสี จากนั้นทำการตรวจสอบตำแหน่งก่อนทำการฉายรังสี (pre-treatment verification) ให้ตรงตามแผนการรักษาด้วยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบตำแหน่ง เมื่อถูกต้องแล้วจึงทำการฉายรังสีรักษา (treatment delivery) ด้วยเครื่องฉายรังสี พบว่าในแต่ละขั้นตอนต้องได้รับข้อมูลจากการส่งต่อโดยเริ่มจากห้องจำลองการรักษามาถึงห้องฉายรังสีรักษา ส่งผลให้การปฏิบัติงานทุกขั้นตอนล้วนมีความเสี่ยงต่อการเกิดความคลาดเคลื่อนทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นการระบุ

ตัวบุคคลของผู้ป่วย ตำแหน่งของก้อนมะเร็ง การเลือกใช้อุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วย การกำหนดปริมาณรังสี การส่งผ่านข้อมูล และการฉายรังสีรักษา สิ่งเหล่านี้อาจทำให้ข้อมูลที่ส่งไปยังห้องฉายรังสีไม่ถูกต้องตามแผนที่วางไว้จนเกิดผลกระทบต่อการรักษาได้<sup>[2,3]</sup> ทาง ICRU รายงานที่ 24 (ICRU report No. 24) แนะนำค่าความถูกต้องในการฉายรังสีไม่ควรเกินร้อยละ +5 ของปริมาณรังสีที่กำหนดให้ก้อนมะเร็งได้รับ ซึ่งค่าดังกล่าวหมายถึงรวมถึงความคลาดเคลื่อนในทุกขั้นตอนการฉายรังสีรักษา<sup>[4]</sup> ในบทบาทของนักรังสีการแพทย์จึงจำเป็นที่จะต้องตรวจสอบข้อมูลของผู้ป่วยให้ตรงตามแผนการรักษาเสมอ เพื่อลดความเสี่ยงที่ทำให้ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีไม่ตรงตามแผนในการฉายรังสีรักษา ดังนั้นสิ่งสำคัญคือ การตรวจสอบข้อมูลก่อนการฉายทุกครั้ง จึงมีการออกแบบเอกสารสำหรับบันทึกข้อมูลผู้ป่วย เรียกว่า เอกสารการตรวจสอบข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนการฉายรังสีรักษาทั้งหมด เช่น ชื่อผู้ป่วย ตำแหน่งที่ฉายรังสี พลังงาน เครื่องฉายรังสี เป็นต้น แล้วนำเอกสารนั้นมาใช้ในหน่วยงานเพื่อให้บุคลากรทุกตำแหน่งเข้าใจตรงกัน แม้ว่าจะปฏิบัติงานคนละส่วนก็ตาม

ซึ่งหากข้อมูลไม่ครบหรือข้อมูลที่ส่งมาไม่ถูกต้องจะส่งผลต่อกระบวนการฉายรังสีรักษาทั้งหมด<sup>[5]</sup> ปัจจุบันมีการใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการตรวจสอบข้อมูลจากการศึกษาของ Klein และคณะ<sup>[6]</sup> พบว่าการตรวจสอบข้อมูลของผู้ป่วยก่อนฉายรังสีโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย สามารถตรวจพบความคลาดเคลื่อนที่จะทำให้เกิดอันตรายขึ้นกับผู้ป่วยได้ ทางหน่วยงานมีการใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยและยังคงใช้เอกสารการตรวจสอบข้อมูลที่ออกแบบมาเพื่อให้เป็นมาตรฐานในตรวจสอบซ้ำ ซึ่งเป็นการป้องกันข้อมูลสูญหายในระหว่างการถ่ายโอนข้อมูลหรือในกรณีที่เครื่องขัดข้อง ซึ่ง Oonsiri P<sup>[7]</sup> พบว่าการใช้เอกสารการตรวจสอบข้อมูล (checklist verification document) ของผู้ป่วยที่หน่วยงานได้ออกแบบมานั้นเป็นวิธีการหนึ่งที่มีความเหมาะสมและสามารถหาสาเหตุและแก้ไขก่อนการฉายรังสีได้เช่นกัน นอกจากนี้ Asnasshari K<sup>[1]</sup> ยังพบความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการบริหารจัดการระบบการส่งข้อมูลในหน่วยงาน และเกิดจากบุคลากรในหน่วยงาน แม้ว่าจะใช้ทั้งเอกสารและคอมพิวเตอร์ในการตรวจสอบแล้วก็ตาม ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญของการตรวจสอบในทุกขั้นตอนการรักษาด้วยการฉายรังสี โดยเฉพาะก่อนการฉายรังสีและเล็งเห็นปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากความคลาดเคลื่อนในการฉายรังสีหากไม่ได้รับการแก้ไข จึงรวบรวมเอกสารการตรวจสอบข้อมูลของผู้ป่วยก่อนการฉายรังสีตั้งแต่ก่อนเริ่มฉายรังสีครั้งแรกและทุกสัปดาห์ตลอดระยะเวลาที่เข้ารับการรักษานำมาใช้ในงานวิจัยนี้ โดยมีวัตถุประสงค์คือ วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนจากขั้นตอนการฉายรังสีและหาแนวทางการป้องกัน เพื่อให้การรักษาเป็นไปตามแผนการรักษาของแพทย์และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

## วัสดุและวิธีการ

เอกสารการตรวจสอบข้อมูลของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาฉายรังสีรักษา ณ สาขารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน

2561 ถึง พฤษภาคม 2562 รวบรวมได้ 691 ราย ซึ่งเอกสารทั้งหมดตรวจสอบก่อนการฉายรังสีและบันทึกความคลาดเคลื่อนทุกครั้งโดยนักรังสีการแพทย์ประจำห้องฉายรังสี จากการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลตามแนวคิดของ Yamane และคณะ<sup>[8]</sup> พบว่าเพื่อให้ข้อมูลมีระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ควรใช้กลุ่มตัวอย่างมากกว่า 253 ราย ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์จากเอกสารการตรวจสอบข้อมูลทั้งหมด 691 ราย

ข้อมูลที่ต้องตรวจสอบตามเอกสารประกอบด้วย ชื่อและนามสกุลผู้ป่วย (patient name), รหัสประจำตัวผู้ป่วย (hospital number: HN), เครื่องฉายรังสี (machine), พลังงานที่ใช้ในการฉายรังสี (energy) ตำแหน่งการฉายรังสี (treatment location), ปริมาณรังสีทั้งหมดที่ต้องการฉาย (total dose), ปริมาณรังสีที่ฉายแต่ละครั้ง (dose/fraction), จำนวนครั้งของการฉาย (number of fractions), เวลาที่ฉายรังสี (monitor unit: MU) อุปกรณ์ช่วยในการจัดท่าผู้ป่วย ได้แก่ หน้ากาก (mask), อุปกรณ์รองรับเข่าและเท้า (knee and foot support), วัสดุสมมูลเนื้อเยื่อ (bolus), อุปกรณ์ปรับแต่งลำรังสีรูปสามเหลี่ยม (wedge), เทคนิคที่ใช้ในการฉายรังสี ได้แก่ source to axis distance (SAD) หรือ source to skin distance (SSD), การหมุนสำรวจการชนของหัวเครื่องฉายรังสี (gantry survey) และการตรวจสอบขอบเขตรังสีที่ฉาย (fields verification) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นการตรวจสอบก่อนการฉายรังสี ขณะที่การสังเกตผู้ป่วยระหว่างฉายรังสีจากโทรทัศน์วงจรปิด (patient monitoring via CCTV), การเคลื่อนที่ของ jaws และ multileaf Collimator (jaws and MLC movement) ตรวจสอบขณะฉายรังสี หลังจากฉายรังสีเรียบร้อยแล้วต้องตรวจสอบจำนวนลำรังสีที่ฉายครบแล้ว (number of field completed) ให้ถูกต้อง โดยข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับเอกสารกำหนดปริมาณรังสีจากรังสีแพทย์และแบบพิมพ์แผนการรักษาจากนักฟิสิกส์การแพทย์ที่ส่งข้อมูลมายังห้องฉายรังสีดังแสดงในภาพที่ 1

**RADIOTHERAPY RECORD**  
King Chulalongkorn Memorial Hospital

Sticker of patient name

Radiation oncologist: \_\_\_\_\_  
Referring physicians: \_\_\_\_\_

Diagnosis: \_\_\_\_\_ Pathology: \_\_\_\_\_ T: \_\_\_\_\_ N: \_\_\_\_\_ M: \_\_\_\_\_ Stage: \_\_\_\_\_

Machine:  21ER  23EX  RapidArc  iX  TrueBEAM1  TrueBEAM2  Technique  2D  3D  Arc  IMRT/VIMAT  onscript

Blood Test: \_\_\_\_\_ on \_\_\_\_\_ Weekly Review on \_\_\_\_\_  IAM  CPM

Verification  EPID  OBI  CBCT on \_\_\_\_\_

Concurrent chemotherapy: \_\_\_\_\_

Date	Anatomic Site	Treatment technique/plan	Energy (MeV, MeV)	Dose/Fx (Gy)	No. of Fx	Total dose (Gy)	Bolus (cm, P+)	Wedge

Remarks: \_\_\_\_\_

Signature \_\_\_\_\_ M.D.

Date	Course ID	Plan ID	Treatment site	Technique	Machine	Energy	No. Isocentre line	Prescribe at	Dose/Fraction (Gy)	Number of Fraction	Prescription Dose (Gy)	Cumulative Dose	Wedge angle	Bolus thickness (cm)	Cone	Cone Factor	Plan	Remarks	

Physicist Signature \_\_\_\_\_ M.D. Signature \_\_\_\_\_ (ก.) (u.6370)

Treatment Verification Report

Sticker of patient name

Dr. \_\_\_\_\_ Room: \_\_\_\_\_

Technologists check

	1 <sup>st</sup> wk	2 <sup>nd</sup> wk	3 <sup>rd</sup> wk	4 <sup>th</sup> wk	Note
1. Patient name, HN	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. Treatment location	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. Machine, energy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. Total dose, dose/fraction, number of fraction, MU	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. Accessories (mask, support, bolus, wedge)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6. Tx technique (SSD, SAD)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
7. Gantry survey, field verification	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
8. Patient monitoring via CC-TV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
9. Jaws and MLC movement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
10. Field and number of field completed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Technologist \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Dosimetry check

	1 <sup>st</sup> wk	2 <sup>nd</sup> wk	3 <sup>rd</sup> wk	4 <sup>th</sup> wk	5 <sup>th</sup> wk	6 <sup>th</sup> wk	Note
1. Plan verification before transfer plan	<input type="checkbox"/>	_____					
2. Weekly plan verification	<input type="checkbox"/>	_____					

Physicist \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

(ข.) (u.6371) ปรินต์

ภาพที่ 1 (ก) เอกสารกำหนดปริมาณรังสีจากรังสีแพทย์และแผนการรักษาจากนักฟิสิกส์การแพทย์และ(ข) เอกสารการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

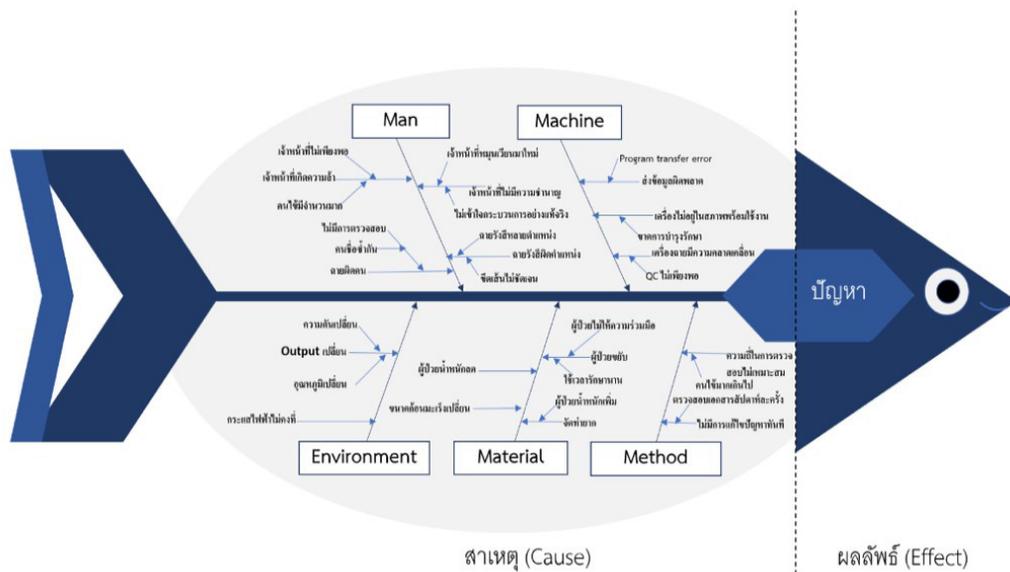
การฉายรังสีแต่ละครั้ง นักรังสีการแพทย์ได้รับแฟ้มประวัติผู้ป่วย โดยในแฟ้มนั้นนอกจากประวัติผู้ป่วย ประวัติการรักษาและอุปกรณ์ที่ใช้ในการจำลองการรักษาแล้ว ยังประกอบด้วยเอกสารกำหนดปริมาณรังสีและแผนการรักษาที่แพทย์และนักฟิสิกส์ทำการกรอกข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่เทคนิคการฉายรังสี ปริมาณรังสี จำนวนครั้งที่ฉายรังสี เครื่องฉายรังสี พลังงาน ตลอดจนอุปกรณ์เสริมที่ใช้ร่วมฉายรังสี ดังภาพที่ 1 (ก) ทุกสัปดาห์นักรังสีการแพทย์และนักฟิสิกส์การแพทย์ใช้เอกสารตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ดังภาพที่ 1 (ข) ซึ่งแนบมากับแฟ้มเช่นกัน โดยรายการตรวจสอบมีรายละเอียดที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น นักรังสีการแพทย์ตรวจสอบข้อมูล โดยเปิดข้อมูลแผนการรักษาผ่านระบบคอมพิวเตอร์ และเอกสารกำหนดปริมาณรังสีจากรังสีแพทย์และแผนการรักษาจากนักฟิสิกส์การแพทย์ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง จากนั้นนำเอกสารการตรวจสอบข้อมูลมาตรวจสอบความถูกต้อง

ตามรายการที่กำหนดแล้วบันทึกข้อมูลก่อนฉายรังสี หากถูกต้องตรงกันจึงจะสามารถฉายรังสีได้ แต่ถ้าพบข้อมูลผิดพลาดก็จะเขียนกำกับไว้ในส่วนที่พบความผิดพลาดนั้น และตรวจสอบอีกครั้ง พร้อมทั้งแจ้งบุคลากรที่เกี่ยวข้องให้แก้ไข หรือหากมีการเปลี่ยนข้อมูลแผนการรักษาแต่ไม่ได้แก้ไขในเอกสาร จะทำการเขียนบันทึกเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบและถือเป็นแนวปฏิบัติเดียวกัน

เมื่อรวบรวมเอกสารดังกล่าวทั้งหมด ทำการสร้างตารางแจกแจงความถี่พร้อมทั้งคำนวณผลเป็นร้อยละของแต่ละรายการที่ตรวจสอบ และนำข้อมูลจากเอกสารการตรวจสอบดังกล่าวมาจำแนกและวิเคราะห์หาสาเหตุความคลาดเคลื่อนโดยใช้โครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผล (cause and effect diagram)<sup>[9]</sup> หรือเรียกว่า “แผนผังก้างปลา” มาช่วยในการแยกปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปัญหานั้น ซึ่งปัญหาหรือผลที่เกิดจะแสดงไว้ที่หัวปลา ส่วนสาเหตุสามารถแยกออกตามปัจจัยและระบุไว้ใน

ส่วนของก้างปลาแต่ละก้าง**ดั่งภาพที่ 2** หลักการที่นำมาใช้แยกกลุ่มปัจจัยหลักเพื่อนำไปสู่การหาสาเหตุย่อยต่างๆ คือ “4M 1E” สำหรับงานวิจัยนี้ใช้ “4M 1E” ย่อมาจาก (1) บุคลากร (Man: M) หมายถึง บุคลากรผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการฉายรังสี, (2) เครื่องฉายรังสี (Machine: M) หมายถึง ความผิดปกติที่เกิดจากเครื่องฉายรังสี, (3) อุปกรณ์ที่ใช้ในการฉายรังสี (Material: M) หมายถึง

อุปกรณ์ช่วยจัดท่าและช่วยในการฉายรังสีแก่ผู้ป่วย, (4) วิธีปฏิบัติงาน (Method: M) หมายถึง ขั้นตอนการทำงานบางอย่างไม่ถูกต้องหรือเกิดเหตุสุดวิสัยในการปฏิบัติงานและ (5) สิ่งแวดล้อม (Environment: E) หมายถึง สิ่งแวดล้อมภายในห้องฉายรังสี ได้แก่ อากาศ ความสว่าง อุณหภูมิ ระดับน้ำ รวมทั้งบรรยากาศในการปฏิบัติงาน<sup>[9]</sup>



ภาพที่ 2 ตัวอย่างโครงสร้างของแผนผังสาเหตุและผลแยกตามปัจจัยหลัก

จากหลักดังกล่าว เมื่อแยกรายการที่ตรวจสอบตามกลุ่มปัจจัยหลักทั้ง 5 สามารถแยกรายการได้ดังนี้ treatment techniques, gantry survey เป็นกลุ่ม man หากเป็น machine, energy จัดอยู่ในกลุ่ม machine ส่วน accessories อยู่ในกลุ่ม material ส่วน fields verification อยู่กลุ่ม method และกลุ่มสุดท้ายคือ environment ซึ่งบางรายการสามารถจำแนกได้หลายกลุ่ม จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยการสอบถามผู้ที่เกี่ยวข้อง

ถึงขั้นตอนที่พบความผิดปกตินั้น แล้วจึงจำแนกตามปัจจัยหลัก และหาแนวทางป้องกันจากเหตุผิดปกตินั้น

### ผลการศึกษา

จากการเก็บเอกสารการตรวจสอบข้อมูลทั้งหมด 691 ราย พบความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น 48 ราย คิดเป็นร้อยละ 6.95 โดยสามารถจำแนกตามรายการตรวจสอบได้ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** แสดงความถี่และร้อยละความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น ตามรายการตรวจสอบจากเอกสารการตรวจสอบข้อมูลของผู้ป่วยทั้งหมด

รายการตรวจสอบ	ความถี่ (ราย)	ร้อยละ
1. Patient name, HN	3	6.25
2. Treatment location	13	27.08
3. Machine, energy	11	22.92
4. Total dose, dose/fraction, number of fractions, MU	11	22.92
5. Accessories (mask, support, bolus, wedge)	1	2.08
6. Treatment techniques (SSD, SAD)	3	6.25
7. Gantry survey, fields verification	4	8.33
8. Patient monitoring via CCTV	0	0
9. Jaws and MLC movement	0	0
10. Field and number of fields completed	2	4.17
รวม	48	100

รายการตรวจสอบพบความคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ ข้อ 2. Treatment location จำนวน 13 ราย (ร้อยละ 27.08) รองลงมา คือ ข้อ 3. Machine, energy และ ข้อ 4. Total dose, dose/fraction, number of fractions, MU ในจำนวนความถี่ที่เท่ากัน 11 ราย (ร้อยละ 22.92) ความคลาดเคลื่อนทั้งหมดจะถูกตรวจพบก่อนการฉายรังสี ส่วนการตรวจสอบขณะที่ฉายรังสี คือข้อ 8. และ 9. ไม่พบสิ่งผิดปกติใด ๆ และหลังจากฉายรังสีเรียบร้อยแล้วมีการตรวจสอบในข้อ 10. Field and number of fields completed พบความถี่จำนวน 2 ราย (ร้อยละ 4.17) โดยเหตุการณ์เกือบทั้งหมดที่เกิดขึ้นเป็นลักษณะของ near miss error และมีการเปลี่ยนแผนการรักษาแต่ไม่ได้แก้ไขในเอกสาร ซึ่งไม่มีผลต่อความผิดพลาดต่อปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับ

จากเอกสารการตรวจสอบข้อมูลที่พบความคลาดเคลื่อนทั้ง 48 ราย เมื่อนำผลที่เกิดขึ้นในแต่ละรายมาวิเคราะห์และแยกเป็นจำนวนเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่

เป็นสาเหตุของการเกิดความคลาดเคลื่อนนั้น สามารถจำแนกตามปัจจัยของ “4M 1E” ได้ทั้งหมด 52 เหตุการณ์ แสดงว่าผู้ป่วยบางรายมีความคลาดเคลื่อนก่อนการฉายรังสีมากกว่า 1 เหตุการณ์ งานวิจัยนี้จึงรวบรวมเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วจำแนกตามสาเหตุ หากสาเหตุเกิดจาก บุคลากรเป็นหลัก จะครอบคลุมถึงการสื่อสาร การบันทึกข้อมูล ตลอดจนการใช้เครื่องมือ ส่วนสาเหตุจากเครื่องฉายรังสีผิดปกติ หรือเครื่องฉายรังสีทำงานได้ไม่สมบูรณ์ (machine interlock occurred during radiation) เกี่ยวข้องกับปัจจัยจาก machine หากมีการใช้อุปกรณ์เสริมเพื่อช่วยในการฉายรังสีไม่ครบตามแผน หรือมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของก้อนมะเร็ง หรือผู้ป่วยเข้ารับการรักษาตัดจันต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วยนั้น จัดอยู่ในกลุ่มสาเหตุจาก accessories and patient ทางด้านปัจจัยที่เกิดจาก method นั้น มีสาเหตุจากการฉายรังสีและใช้เครื่องมือผิดวิธี ตลอดจนวิธีการตรวจสอบตำแหน่งผู้ป่วยผิดวิธี เช่น ไม่ทำตามความถี่ที่ตั้งไว้ เป็นต้น

จึงสรุปรวมว่าเกิดสาเหตุจาก incorrect และปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมนั้นเกิดจาก สภาพแวดล้อมของห้องฉาย ไม่ว่าจะเป็นอุณหภูมิ อากาศ รวมถึงระดับน้ำ ซึ่งจากการตรวจ

สอบเอกสารสามารถแสดงผลดังตารางที่ 2 และนำผลไปใช้ในการแก้ไขปัญหาโดยแก้ตามสาเหตุที่ได้วิเคราะห์ และต้องแก้ไขก่อนฉายรังสีทุกครั้ง

**ตารางที่ 2** แสดงปัจจัยหลักและสาเหตุของเหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนก่อนการฉายรังสีจากเอกสารการตรวจสอบข้อมูล

ปัจจัยหลัก	สาเหตุ	จำนวน(เหตุการณ์)	ร้อยละ
Man (Human)	Staff	30	57.70
Machine	Machine interlock occurred during radiation	9	17.31
Material	Accessories and patient	4	7.69
Method	Incorrect	8	15.38
Environment	Environment around in room treatment (Temperature, Gas and Water level)	1	1.92
	รวม	52	100

จากตารางที่ 2 พบว่าสาเหตุหลักของการเกิดความคลาดเคลื่อนคือ บุคลากร (Man) ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ที่เกิดความคลาดเคลื่อนมากถึง 30 เหตุการณ์ (ร้อยละ 57.70) เช่น เหตุการณ์การฉายรังสีไม่ตรงตามแผนการรักษา เกิดจากการระบุส่วนที่จะฉายผิดหรือมีจุดกึ่งกลางลำรังสีสองตำแหน่งแต่ฉายตำแหน่งเดียว ตรวจพบระหว่างการฉายรังสี ซึ่งได้บันทึกไว้และแก้ไขทันที เหตุการณ์การบันทึกค่าพลังงานรังสีผิดพลาดจาก 6 MV เป็น 10 MV เกิดจากแพทย์เขียนพลังงานไว้ก่อนการวางแผนการรักษา เมื่อคำนวณปริมาณรังสีด้วยพลังงานอื่นแต่ไม่ได้แก้ไขเอกสารบันทึกข้อมูล ทำให้เกิดเหตุการณ์การบันทึกค่าพลังงานผิดพลาดแต่ผู้ป่วยได้รับการฉายรังสีที่ถูกต้อง หรือเหตุการณ์หัวเครื่องฉายรังสีชนแขนผู้ป่วย เกิดจากการไม่ตรวจสอบองศาการหมุนของหัวเครื่องฉายรังสี เป็นต้น ซึ่งตรงกับรายการตรวจสอบตารางที่ 1 หัวข้อ 2, 3 และ 7 ตามลำดับ เหตุการณ์ดังกล่าวตรงกับวันที่ตรวจสอบ จึงลงบันทึกไว้ หากเกิดใน

วันที่ไม่ได้ตรวจสอบจะทำการบันทึกไว้ก่อนการฉายในสลิปดาห์ถัดไป อย่างไรก็ตาม นักรังสีการแพทย์ทำการตรวจสอบความถูกต้องทุกวัน เพียงแต่ลงบันทึกไว้สลิปดาห์ละครั้งเท่านั้น

เหตุการณ์ทั้ง 52 เหตุการณ์จากผู้ป่วย 48 ราย พบความผิดปกติจำนวน 3 รายที่มีเหตุการณ์ผิดปกติมากกว่า 1 เหตุการณ์ คือ รายแรก เกิดจากการลงบันทึกข้อมูลไม่ตรงตามแผนการรักษา จนเป็นเหตุให้ไม่มี การตรวจสอบก่อนการฉาย ทำให้ผู้ป่วยไม่ได้ใส่อุปกรณ์เพิ่มเติม จึงได้รับการฉายรังสีผิดไปจากแผนการรักษา จำแนกอยู่ในกลุ่มปัจจัยจาก man, material และ method ส่วนรายที่สองพบว่าขอบเขตของการฉายรังสีไม่ถูกต้องเนื่องจากไม่ระบุขอบเขตที่ชัดเจน และเกิดการละลายที่จะตรวจสอบตำแหน่งให้ถูกต้องโดยใช้อุปกรณ์สร้างภาพทางรังสี จัดกลุ่มปัจจัยคือ man และ method รายสุดท้ายเกิดจากการหมุนแกนทรีของเครื่องฉายรังสีชนแขนผู้ป่วย ซึ่งพบว่าไม่ได้ทำตามวิธีการตรวจสอบที่ถูกต้อง ซึ่งตรวจสอบพบว่าเกิดจากปัจจัยจาก man และ method

## บทวิจารณ์

การศึกษาข้อมูลจากเอกสารการตรวจสอบข้อมูลทั้งหมด 691 ราย ไม่พบความผิดปกติก่อนการฉายรังสีรักษาจำนวน 643 ราย คิดเป็นร้อยละ 93.05 และพบความคลาดเคลื่อนจำนวน 48 ราย คิดเป็นร้อยละ 6.95 ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในรายการตรวจสอบส่วนใหญ่คือ ตำแหน่งของการฉายรังสี (treatment location) ประกอบด้วย ตำแหน่งหรือ isocenter ของการฉายรังสี เปลี่ยนไปจากตำแหน่งเดิมที่แพทย์ได้ทำการกำหนดไว้ในแผนการรักษาตั้งแต่ครั้งแรก ซึ่งเกิดจากการปรับแผนการรักษา โดยไม่มีการส่งข้อมูลบอกในใบวางแผนการรักษา เกิดได้จากทั้งบุคลากร และวิธีการปฏิบัติงานไม่ว่าจะเป็นการจัดตำแหน่งไม่ตรงตามแผน หรือเกิดจากกระบวนการทำงานที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วยการตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งโดยใช้อุปกรณ์สร้างภาพรังสีคอมพิวเตอร์แบบโคน (cone-beam computed tomography: CBCT) ซ้ำอีกครั้ง พร้อมทั้งตรวจสอบแผนการรักษาของนักฟิสิกส์การแพทย์และแจ้งรังสีแพทย์ก่อนฉาย เพื่อยืนยันตำแหน่งที่ถูกต้อง ในขณะที่เดียวกันหากลำรังสีไม่คลุมตำแหน่งที่จะฉาย เนื่องจากตำแหน่งที่จะฉายมีการเปลี่ยนแปลง สามารถใช้ CBCT ตรวจสอบตำแหน่งได้เช่นกันและจากนั้นจะแจ้งรังสีแพทย์เพื่อปรับแผนการรักษาใหม่ หรือขอบเขตลำรังสีไม่คลุมบริเวณที่การหายใจเกิดเมื่อเครื่องฉายรังสีไม่อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน ดังนั้นจะต้องมีการควบคุมคุณภาพของเครื่องเป็นประจำทุกวัน นอกจากนี้ยังพบว่ามีความผิดพลาดในระหว่างการบันทึกและส่งต่อข้อมูลที่ส่งผลให้ตำแหน่งการฉายเปลี่ยนไป สามารถแก้ไขได้โดยการทวนสอบข้อมูลทั้งจากแผนการรักษาและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับงานวิจัยของ Kline<sup>[6]</sup> และ Asnasshari<sup>[11]</sup> ส่วนอีกปัญหาหนึ่งที่พบมากเช่นกันคือการลงบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณรังสี พลังงาน และเครื่องมือที่ใช้ฉายรังสี โดยงานวิจัยนี้มีการใช้ระบบเครือข่ายช่วยในการส่งข้อมูล และใช้การตรวจสอบซ้ำโดยนักรังสีการแพทย์ พร้อมทั้งลงแบบบันทึกข้อมูลของ

ผู้ป่วย ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการสื่อสารระหว่างบุคลากรในหน่วยงาน และการส่งผ่านข้อมูลของระบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Baiotto<sup>[10]</sup> คือมีความคลาดเคลื่อนในการสื่อสารของบุคลากรเป็นปัจจัยหลัก

ดังนั้นเมื่อจำแนกความคลาดเคลื่อนโดยใช้หลักการ “4M 1E” พบว่า ส่วนใหญ่เกิดจากบุคลากรหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในงานรังสีรักษา (man) สาเหตุความคลาดเคลื่อนที่พบมากที่สุด คือ การบันทึกข้อมูลไม่ถูกต้อง เช่น การระบุส่วนที่ฉายผิด การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่จะฉาย การบันทึกเทคนิคผิดพลาดจาก SSD เป็น SAD การเปลี่ยนจุดกึ่งกลางลำรังสี แต่สิ่งเหล่านั้นไม่ได้บันทึกในแบบฟอร์มบันทึกแผนการรักษาให้บุคลากรในห้องฉายรังสีรับทราบ และนักรังสีการแพทย์ไม่ได้ตรวจสอบและยืนยันตามแผนการรักษา ซึ่งมักเกิดจากการสื่อสารระหว่างบุคลากรในหน่วยงาน ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการบันทึกข้อมูลทั้งส่วนของการกำหนดปริมาณรังสีและแผนการรักษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Asnasshari<sup>[11]</sup> และ Baiotto<sup>[10]</sup> จึงควรตรวจสอบและสื่อสารข้อมูลที่ตรงกันก่อนลงบันทึกทุกครั้ง

ทางด้านเครื่องฉายรังสี (machine) อาจเกิดความขัดข้องของเครื่อง เช่น เครื่องฉายรังสีไม่สามารถทำงานได้ เพราะเกิดอุณหภูมิสูง หรือระดับแก๊สในเครื่องไม่อยู่ในสถานะสมดุล หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการกำบังรังสีและกำหนดรูปร่าง เพื่อปรับความเข้มของลำรังสีที่เรียกว่า MLC เกิดขัดข้อง เป็นต้น ซึ่งหากเครื่องผิดปกติสามารถแจ้งช่างซ่อมบำรุงหรือวิศวกรประจำเครื่องฉายมาตรวจสอบได้

อุปกรณ์ที่ใช้ในการฉายรังสี (material) ในการฉายรังสีแต่ละครั้งอาจใช้ระยะเวลาเวลานาน ทำให้ผู้ป่วยมีการเคลื่อนไหวในระหว่างฉายรังสี หรือผู้ป่วยมีอาการปวดมากจนไม่สามารถนอนเป็นเวลานานได้ จนส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น ดังนั้นควรประเมินอาการผู้ป่วยก่อนและหาอุปกรณ์เสริมเพื่อรองรับร่างกายบริเวณที่ประเมินแล้วว่ามีการเคลื่อนไหวมากที่สุดไว้แต่ต้องไม่ทำให้ท่าของ

ผู้ป่วยเปลี่ยน หากผู้ป่วยไม่ให้ความร่วมมือควรแจ้งเหตุผลที่ต้องใช้อุปกรณ์เสริม หรือแจ้งรังสีแพทย์เพื่อปรับการฉายรังสี อุปกรณ์จะต้องครบตามจำนวนที่วางแผนไว้ หากไม่ครบควรมีการตรวจสอบก่อนฉายรังสี และในกรณีที่ไม่ระบุไว้ในแผนการรักษา แต่มีการใช้ในการจำลองการรักษา ควรแจ้งรังสีแพทย์เพื่อยืนยันความถูกต้องของอุปกรณ์ที่ใช้ก่อนฉาย หัวข้อวิธีปฏิบัติงาน (method) มีความสอดคล้องกับสาเหตุที่เกิดจากบุคลากร เกิดความคลาดเคลื่อนจากการสื่อสารและการส่งข้อมูลการรักษาหรือขาดความระมัดระวังในการทำงานร่วมกัน เช่น การไม่ตรวจสอบองศาของเครื่องฉายรังสี ทำให้หัวเครื่องชนแขนหรืออุปกรณ์ยึดตรึงผู้ป่วย หรือหากไม่ตรวจสอบตำแหน่งที่จะฉายโดยใช้อุปกรณ์ตรวจสอบทำให้บริเวณที่ฉายได้รับปริมาณรังสีไม่ถูกต้อง ดังนั้นควรตรวจสอบเครื่องและบริเวณที่จะฉายรังสีทุกครั้งก่อนการฉายรวมทั้งลงบันทึก สอดคล้องกับคำแนะนำของ Thwaites<sup>[5]</sup> คือ เมื่อมีการตรวจสอบข้อมูลทุกอย่างก่อนฉาย จะส่งเสริมด้านความปลอดภัยให้กับผู้ป่วยและส่งผลให้การรักษาเป็นไปอย่างถูกต้อง

ปัจจัยสุดท้าย คือ สิ่งแวดล้อมในการปฏิบัติงาน (environment) ไม่ว่าจะเป็น อากาศ ความสว่าง อุณหภูมิ ระดับน้ำ และบรรยากาศในการปฏิบัติงาน งานวิจัยนี้พบความผิดปกติเพียงเหตุการณ์เดียว คือมีน้ำจากเครื่องปรับอากาศหยดลงมาทำให้พื้นลื่น ซึ่งอาจเกิดอันตรายต่อเจ้าหน้าที่และผู้ป่วยในระหว่างการฉายรังสีได้ ดังนั้นควรตรวจสอบสภาพแวดล้อมก่อนการปฏิบัติงานทุกครั้ง หรือมีป้ายเตือนเพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้

เมื่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของรังสีรักษาเพิ่มมากขึ้น การปฏิบัติงานและการบริการผู้ป่วยให้มีความปลอดภัย มีความสะดวกและรวดเร็ว จึงมีบทบาทสำคัญ อย่างไรก็ตามในทุกกระบวนการฉายรังสีอาจมีความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวไว้ในตัวอย่างข้างต้น หากมีจุดใดจุดหนึ่งเกิดความคลาดเคลื่อนอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการรักษาผู้ป่วยได้ ดังนั้นควรมีการตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์และข้อมูล

อย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งมีการส่งเสริมมาตรการในการปฏิบัติงานในแนวทางเดียวกัน เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างการฉายรังสีรักษาหรือหากพบความผิดพลาดจำเป็นต้องมีการดำเนินการแก้ไขให้เร็วที่สุด การตรวจสอบโดยใช้เอกสารการตรวจสอบข้อมูลจึงเป็นส่วนหนึ่งของการควบคุมคุณภาพงานทางรังสีรักษาที่สำคัญ<sup>[11]</sup>

### ข้อสรุป

จากการศึกษาครั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนของการฉายรังสีรักษามากที่สุดเกิดจากบุคลากร โดยมีสาเหตุมาจากการบันทึกข้อมูลและการสื่อสารที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งแนวทางป้องกันคือควรมีการฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากรให้มีความเข้าใจในหน้าที่และตระหนักถึงผลเสียที่จะเกิดขึ้น การสื่อสารกันระหว่างสหสาขาวิชาชีพทั้งแพทย์ นักฟิสิกส์การแพทย์ นักรังสีการแพทย์ การตรวจสอบข้อมูลและเครื่องก่อนฉายรังสี รวมทั้งสร้างแนวปฏิบัติให้เป็นมาตรการหรือกฎระเบียบในการปฏิบัติงานให้เป็นไปทางเดียวกัน เช่น ทำการควบคุมคุณภาพของเครื่องเป็นประจำทุกวันพร้อมทั้งมีการลงบันทึกข้อมูลในระบบหรือเป็นลายลักษณ์อักษรเพื่อนำไปปรับและหาแนวทางแก้ไขเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ขึ้นอีก การตรวจสอบแผนการรักษาโดยใช้เอกสารการตรวจสอบข้อมูลนับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของการควบคุมคุณภาพในงานรังสีรักษาเพราะจะช่วยให้การตรวจสอบ ป้องกันและแก้ไขความผิดปกติก่อนการฉายรังสีรักษาได้

### กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

ขอขอบพระคุณรังสีแพทย์ นักฟิสิกส์การแพทย์ และนักรังสีการแพทย์ รวมทั้งบุคลากรในสาขารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ฝ่ายรังสีวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย และคณาจารย์จากสาขาวิชารังสีเทคนิค มหาวิทยาลัยรามคำแหงทุกท่านที่ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จไปด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

1. Asnaashari K, Gholami S, Khosravi HR. Lessons learnt from errors in radiotherapy centers. *Int J Radiat Res.* 2014; 12:361-7.
2. World Health Organization. Radiotherapy risk profile [Internet]. WHO press;2008 [cited 2019 Nov 20]. Available from: [https://www.who.int/patientsafety/activities/technical/radiotherapy\\_risk\\_profile.pdf?ua=1](https://www.who.int/patientsafety/activities/technical/radiotherapy_risk_profile.pdf?ua=1)
3. Guide SS. Radiation protection and safety in medical uses of ionizing radiation. IAEA Safety Standards Series No SSG-46 2018.
4. Menzel HG. International commission on radiation units and measurements. *J ICRU.* 2014;14:1-2.
5. Thwaites DI, Mijnheer BJ, and Mills JA. Quality assurance of external beam radiotherapy. In: Podgorsak EB, editor. *Radiation oncology physics: a handbook for teacher and student Quality assurance of external beam radiotherapy.* Vienna, Austria: IAEA, 2005. P.406-13, 433-4.
6. Klein EE, Drzymala RE, Purdy JA, Michalski J. Errors in Radiation oncology: A study in pathways and dosimetric impact. *J App Clin Med Phy.* Summer 2005;6:81-94.
7. Oonsiri P, Suriyapee S, Naksawat N, Rungpanyawut P. Radiotherapy error detection by treatment verification sheet. *J Thai Assoc Radiat Onco.* 2013; 19:15-20.
8. Yamane T. *Statistics: An Introductory Analysis.* 3rd ed. New York: Harper and Row; 1973.
9. ประไพทิพย์ ลือพงษ์. การควบคุมคุณภาพ. เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง; 2560
10. Baiotto B, Bracco C, Bresciani S, Mastantuoni A, Gabriele P, Stasi M. Quality assurance of a record-and-verify system. *Tumori J.* 2009;95:467-72.
11. สมบัติ บุญขวาง. การสร้างระบบควบคุมคุณภาพในงานวางแผนรังสีรักษา [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2552