

การศึกษาปริมาณรังสียังผลและปริมาณรังสีดูดกลืนที่ผู้ป่วยมะเร็งปอดได้รับจากจำลองการรักษาด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการรักษาในโรงพยาบาลสกลนคร

พัฒนพงษ์ แสนชนม์ นักรังสีการแพทย์ชำนาญการ หน่วยรังสีรักษา กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลสกลนคร

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนา เพื่อหาค่าปริมาณรังสียังผลและปริมาณรังสีดูดกลืนที่ผู้ป่วยมะเร็งปอดได้รับจากเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการรักษา ปัจจุบันมีการนำเครื่องมือจำลองการหายใจ (respiratory gating) มาใช้ในการตรวจจับการหายใจของผู้ป่วยเพื่อนำมาใช้กำหนดตำแหน่งในการฉายรังสีในขั้นตอนการวางแผนการรักษาและการฉายรังสีเพื่อลดผลแทรกซ้อนต่ออวัยวะเสี่ยงข้างเคียงจากการฉายรังสี แต่ด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณในการจัดซื้อเครื่องมือดังกล่าวในโรงพยาบาลสกลนคร หน่วยรังสีรักษาจึงมีการพัฒนาการจำลองการฉายรังสีด้วยการนำเทคนิคการจำลองการรักษาแบบ 3 ชุด (Series) มาใช้ในการกำหนดตำแหน่งก้อนมะเร็งแทน โดยทำการศึกษาในผู้ป่วยมะเร็งปอดที่เข้ารับการฉายรังสี จำนวน 50 ราย ประกอบด้วยผู้ป่วยเพศชาย 27 ราย และเพศหญิง 23 ราย อายุระหว่าง 23-85 ปี ระหว่างวันที่ 6 ธันวาคม 2560 ถึง 30 มิถุนายน 2561 ในหน่วยรังสีรักษา โรงพยาบาลสกลนคร ผู้ป่วยทุกรายได้รับการตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการรักษา ด้วยเทคนิคการจำลองการรักษาแบบ 3 ชุด ประกอบด้วย ชุดที่ 1 ผู้ป่วยหายใจเข้าเต็มที่กลืนใจนิ่งแล้วทำการสแกน ชุดที่ 2 ผู้ป่วยหายใจออกสุดกลืนใจนิ่งแล้วสแกน และ ชุดที่ 3 ผู้ป่วยหายใจปกติแล้วทำการฉีดสารทึบรังสีพร้อมกับสแกน สำหรับภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ทั้ง 3 ชุดของผู้ป่วยแต่ละรายถูกนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์วางแผนการรักษาและทำการหลอมรวมภาพเพื่อทำการกำหนดขอบเขตของตำแหน่งในการฉายรังสีและอวัยวะเสี่ยงข้างเคียง สำหรับปริมาณรังสียังผลและปริมาณรังสีดูดกลืนที่ผู้ป่วยได้รับทำการคำนวณด้วยโปรแกรมคำนวณปริมาณรังสีสำหรับเอกซเรย์คอมพิวเตอร์อิมแพค รุ่น 1.0.4 ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณรังสียังผลเฉลี่ย ต่ำสุดและสูงสุด มีค่าเท่ากับ 23.01, 19.50 และ 40.50 มิลลิซีเวิร์ต ตามลำดับ สำหรับค่าปริมาณรังสีดูดกลืนเฉลี่ยในหลอดอาหาร ปอด หัวใจ เต้านม ต่อมหมวกไต ตับ ตับอ่อน ม้าม กระเพาะอาหาร ไต และลำไส้เล็ก มีค่าอยู่ระหว่าง 4.70–33.64 มิลลิเกรย์ สรุปผลศึกษาครั้งนี้พบว่าการจำลองการรักษาผู้ป่วยมะเร็งปอดด้วยเทคนิคการจำลองการรักษาแบบ 3 ชุด ทำให้ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสียังผลและปริมาณรังสีดูดกลืนเพิ่มขึ้นแต่จะทำให้แพทย์รังสีสามารถกำหนดขอบเขตก้อนมะเร็งและอวัยวะเสี่ยงข้างเคียงให้ได้รับปริมาณรังสีครอบคลุมตรงตามแผนการรักษาที่กำหนด

คำสำคัญ: ปริมาณรังสียังผล, ปริมาณรังสีดูดกลืน, เอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการรักษา

The study of radiation effective dose and absorbed dose in lung cancer patients using CT simulator in Sakon Nakhon hospital

Phattanapong Saenchon Radiological technologist Radiation therapy unit, Radiology department, Sakon Nakhon Hospital

Abstract

This descriptive study aimed to calculate the effective dose and absorbed dose received by lung cancer patients whom underwent computed tomography simulation. Nowadays, respiratory gating is used to detect a patient's breathing in order to determine the location of the planning target volume (PTV) during treatment planning and radiation delivery, to reduce complications on the organs at risk (OARs). Due to insufficient budget to provide such equipment in Sakon Nakhon Hospital, we developed a treatment simulation with 3 series technique to determine the location of the tumor instead of respiratory gating. Fifty lung cancer patients consisting of 27 males and 23 females aged between 23-85 years old were studied from December 6, 2017 to June 30, 2018 in radiation therapy unit, Sakon Nakhon Hospital. All patients were scanned by a Computed Tomography simulator with 3 series of treatment simulation technique, consisting of full inspiration, full expiration and free breathing with contrast medium administration. For each patient, images obtained from each series were imported and fused on the computer treatment planning system to delineate the PTV and OARs. The effective dose and absorbed dose were calculated by IMPACT program version 1.0.4. The results showed that average, minimum and maximum effective dose were 23.01, 19.50 and 40.50 millisievert (mSv) respectively, for the average absorbed dose in the esophagus, lungs, heart, breast, adrenal glands, liver, pancreas, spleen, stomach, kidneys and small intestine were between 4.70-33.64 milligray (mGy). In conclusion, the simulation of lung cancer patients with 3 series technique increases effective dose and absorbed dose received by the patients but it will assist radiation oncologists to determine the PTV and OARs to receive a proper dose as specified in the treatment plan.

Key word: radiation effective dose, Radiation absorbed dose, CT simulator

บทนำ

หน่วยรังสีรักษา กลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลสกลนคร เปิดให้บริการรักษาผู้ป่วยมะเร็งด้วยการฉายรังสี โดยมีการเปิดให้บริการตั้งแต่ วันที่ 5 ธันวาคม 2560 เป็นต้นมา โดยมีการรักษาผู้ป่วยด้วยการฉายรังสีเทคนิคสามมิติ (3 Dimension: 3D) และเทคนิคปรับความเข้ม (Intensity Modulated Radiation Therapy: IMRT) โดยใช้รังสีเอกซ์พลังงานสูง 6 เมกะโวลต์ 10 เมกะโวลต์และรักษาด้วยลำอิเล็กตรอน 5 พลังงานคือ 6, 9, 12, 15 และ 18 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ ซึ่งมีผู้ป่วยมะเร็งหลายชนิดเข้ามารับการรักษาด้วยการฉายรังสี โดยผู้ป่วยที่จะเข้ารับการฉายรังสีทุกราย จะต้องผ่านการจำลองการรักษาด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการรักษา (CT simulator) เพื่อนำภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ไปใช้ในการวางแผนการรักษา และจะต้องมีการประเมินแผนการจำลองการรักษาก่อนนำไปใช้รักษาผู้ป่วยทุกครั้ง งานด้านรังสีรักษามีเป้าหมายหลักที่สำคัญคือการควบคุมหรือทำลายเซลล์มะเร็งให้ได้มากที่สุด แต่ต้องพยายามลดอันตรายที่จะเกิดกับเนื้อเยื่อหรืออวัยวะข้างเคียง (Organ at risk: OAR) ให้น้อยที่สุด การใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในการให้บริการแก่ผู้ป่วยสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือ ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยจะได้รับ ซึ่งปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการจำลองการรักษাপะกอบด้วยปริมาณรังสียังผล¹ (Radiation Effective dose) คือ ผลรวมของปริมาณรังสีสมมูลหรือผลรวมของปริมาณรังสีดูดกลืนในเนื้อเยื่อใดๆ ของมนุษย์หลังปรับเทียบ สภาพไวต่อรังสี ของแต่ละเนื้อเยื่อหรืออวัยวะทั่วร่างกาย กล่าวคือ เป็นค่าเฉลี่ยของเนื้อเยื่อ หรืออวัยวะทุกชนิดที่ได้รับรังสี โดยตัวประกอบถ่วงน้ำหนักรวมกันเท่ากับ 1 ปริมาณรังสียังผลมีหน่วยทางรังสีคือ ซีเวิร์ต (Sievert: Sv) และผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสีดูดกลืน (Radiation absorbed dose) คือปริมาณพลังงานที่วัตถุตัวกลางดูดกลืนไว้เมื่อได้รับรังสี มีหน่วยเป็นเกรย์ (Gray: Gy) โดย 1 เกรย์หมายถึง ปริมาณรังสีดูดกลืนจำนวน 1 จูลต่อกิโลกรัมของมวลสารหรือวัตถุนั้นๆ การรักษาผู้ป่วยมะเร็งด้วยการฉายรังสีของหน่วยรังสีรักษา โรงพยาบาลสกลนครนั้น พบว่าสถิติการเข้ามารับการรักษาด้วยการฉายรังสี 5 อันดับแรกประกอบด้วย ผู้ป่วยมะเร็งเต้านม มะเร็งปอด มะเร็งนิ่ว มะเร็งศีรษะและลำคอ และมะเร็งทางเดินอาหารส่วนปลาย สำหรับกลุ่มผู้ป่วย

มะเร็งปอดที่เข้ามารับการรักษาด้วยการฉายรังสีซึ่งมีมากเป็นอันดับสองของผู้ป่วยที่เข้ามารับการรักษาด้วยรังสีทั้งหมดของหน่วยงาน โดยพบว่าการรักษาด้วยการฉายรังสีแก่ผู้ป่วยกลุ่มมะเร็งปอดจะมีความยุ่งยากและซับซ้อนจากการที่ผู้ป่วยกลุ่มนี้จะมีรอยโรคอยู่ในอวัยวะที่มีการเคลื่อนไหวตามการหายใจ ทำให้ยากต่อการกำหนดตำแหน่งบริเวณในการฉายรังสี (Planning Target volumes: PTV) ปัจจุบันมีการนำเครื่องมือจับสัญญาณการหายใจของผู้ป่วยร่วมกับการฉายรังสี (Respiratory gating) มาใช้ในการตรวจจับการหายใจของผู้ป่วยเพื่อนำมาใช้กำหนดตำแหน่งในการฉายรังสีในขั้นตอนการวางแผนการรักษาและการฉายรังสีเพื่อลดผลแทรกซ้อนต่ออวัยวะเสี่ยงข้างเคียงจากการฉายรังสี² แต่หน่วยรังสีรักษา โรงพยาบาลสกลนครมีข้อจำกัดด้านงบประมาณของโรงพยาบาลในการจัดซื้อเครื่องมือดังกล่าวมาใช้ งาน แพทย์รังสีรักษาจึงพัฒนาเทคนิคการจำลองการรักษาแบบ 3 ชุด (Series) มาช่วยในการจำลองการรักษา เพื่อให้สามารถเห็นภาพการหายใจของผู้ป่วยทุกชุดการหายใจ แล้วนำภาพทั้งหมดมาทำการกำหนดขอบเขตของก้อนมะเร็ง และตำแหน่งบริเวณในการฉายรังสีเป็นการลดความคลาดเคลื่อนตำแหน่งในการฉายรังสี ให้ความถูกต้องแม่นยำและครอบคลุมรอยโรคในการรักษา มะเร็งปอดด้วยการฉายรังสีได้ ดังนั้นหน่วยรังสีรักษาจึงจำเป็นต้องทำการจำลองการรักษาด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการรักษาโดยใช้เทคนิคการจำลองการรักษาแบบ 3 ชุด ซึ่งเทคนิคการจำลองการรักษาแบบนี้จะทำให้ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีจากการจำลองการรักษาเพิ่มสูงขึ้นจากรายงานของ Fred A. และคณะ³ ได้รายงานว่าการตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสีมากกว่าการถ่ายภาพเอกซเรย์ทั่วไปและผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีทางการแพทย์มากขึ้นจากการตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ซึ่งมากกว่าร้อยละ 15 ของการตรวจทางรังสีทั้งหมดถึงแม้ว่าการรักษาด้วยการฉายรังสีในผู้ป่วยผู้ป่วยมะเร็งจะได้รับปริมาณรังสีจากการรักษาที่สูงมากอยู่แล้ว จากการใช้รังสีเอกซ์พลังงานสูง 6 และ 10 เมกะโวลต์ และในการรักษามะเร็งปอดด้วยการฉายรังสีแพทย์รังสีรักษาจะกำหนดปริมาณรังสีที่ใช้ในการรักษาระหว่าง 45-60 เกรย์ โดยการจำลองการรักษาในการรักษาผู้ป่วยจะใช้เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ในการจำลองการรักษาซึ่งพลังงานรังสีเอกซ์ที่ใช้จะอยู่ในช่วง 80 ถึง 120 กิโลโวลต์

ซึ่งผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสีจากการจำลองการรักษาที่น้อยกว่าการรักษาด้วยรังสีเอกซ์ที่พลังงานสูงกว่ามาก จากการได้รับปริมาณรังสีที่น้อยของการจำลองการรักษาทำให้เมื่อรักษาผู้ป่วยมะเร็งด้วยการฉายรังสีบางครั้งแพทย์ผู้ทำการรักษาอาจไม่ได้นำปริมาณรังสีจากการจำลองการรักษามาพิจารณาประกอบการวางแผนการรักษา แต่จากการศึกษาของ Murphy J และคณะ³ ได้ทำการศึกษาและรายงานว่ปริมาณรังสีที่ได้จากการจำลองการรักษาเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งต่ออวัยวะข้างเคียง บริเวณที่ฉายรังสี และอวัยวะปกติเหล่านั้นอาจมีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งชนิดใหม่ขึ้นได้ ซึ่งความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งอยู่ที่ร้อยละ 5.7 ต่อปริมาณรังสียังผลที่ได้รับ 1 ซีเวิร์ต จากประมาณการการเกิดมะเร็งจาก International Commission on Radiological Protection (ICRP) รายงานฉบับที่ 103⁴ การศึกษาเพื่อหาปริมาณรังสียังผลและปริมาณรังสีดูดกลืนที่ผู้ป่วยได้รับจากการจำลองการรักษาแล้วนำค่าปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับไปพิจารณาประกอบการวางแผนการรักษาผู้ป่วยมะเร็งที่ใช้รังสีเอกซ์พลังงานสูงจะเป็นการช่วยลดความเสี่ยงและเป็นข้อพิจารณาให้แพทย์รังสีรักษา และนักฟิสิกส์การแพทย์ที่ทำการวางแผนการรักษาสามารถวางแผนการรักษาให้ที่อวัยวะเสี่ยงข้างเคียงก่อนมะเร็งและบริเวณที่ฉายรังสีให้ได้รับปริมาณรังสีอยู่ในเกณฑ์กำหนดสำหรับการจะเกิดอันตรายของอวัยวะเหล่านั้นและทำให้ผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นหลังรับการรักษาด้วยการฉายรังสีด้วย

วัตถุประสงค์

การศึกษาเพื่อหาปริมาณรังสียังผลและปริมาณรังสีดูดกลืนที่ผู้ป่วยมะเร็งปอดได้รับจากการจำลองการรักษาเทคนิค 3 ชุด ด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการรักษา

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาโดยเก็บข้อมูลผู้ป่วยมะเร็งปอดที่ได้รับการรักษาด้วยการฉายรังสีและทำการจำลองการรักษาเทคนิค 3 ชุด ด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการฉายรังสี เครื่องหมายการค้าจี้ รุ่นออฟติมา 580 ที่หน่วยรังสีรักษากลุ่มงานรังสีวิทยา โรงพยาบาลสกลนคร ระหว่างวันที่ 6 ธันวาคม 2560 ถึง 30 มิถุนายน 2561 โดยใช้ข้อมูล

พารามิเตอร์ในการจำลองการรักษาด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการรักษาด้วยเทคนิคการจำลองการรักษาแบบ 3 ชุด ประกอบด้วย ชุดแรกให้ผู้ป่วยหายใจเข้าเต็มทีกลืนหายใจแล้วสแกนภาพ ชุดที่ 2 ให้ผู้ป่วยหายใจออกหมดพร้อมกลืนหายใจแล้ว สแกนภาพ ซึ่งทั้งสองชุดนี้ไม่มีการฉีดสารทึบรังสี และชุดที่ 3 จะฉีดสารทึบรังสีโดยให้ผู้ป่วยหายใจเบาๆในขณะที่ทำการสแกนภาพ

วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการรักษา CT simulator เครื่องหมายการค้าจี้ รุ่น ออฟติมา 580
2. เครื่องวัดรังสีและหัววัดรังสีชนิดไอออนแชมเบอร์แบบปากกา (pencil ionization chamber) เครื่องหมายการค้า Radcal รุ่น Accu-Gold ดังภาพที่ 1
3. หุ่นจำลองลำตัวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 เซนติเมตร ชนิด PMMA (Polymethylmethacrylate) ดังภาพที่ 2
4. โปรแกรมคำนวณปริมาณรังสีสำหรับเอกซเรย์คอมพิวเตอร์อิมแพค รุ่น 1.0.4 ดังภาพที่ 3

วิธีการ

1. ทำการควบคุมคุณภาพและประกันคุณภาพเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการรักษาโดยการวัดปริมาณรังสี เพื่อหาค่าปริมาณรังสีเฉลี่ยในแนวการสแกนแนวขวางต่อ 1 สไลซ์ (Computed tomography dose index: CTDI_w) และค่าปริมาณรังสีในหนึ่งหน่วยปริมาตรของการสแกน (CTDI_{vol}) ด้วยเครื่องวัดรังสี Radcal รุ่น Accu-Gold และหุ่นจำลองลำตัว โดยใส่หัววัดรังสีชนิดปากกาที่ช่องใส่หัววัดในหุ่นจำลอง 5 ตำแหน่งประกอบด้วย ตรงกลาง ด้านบน ด้านล่าง ด้านซ้าย และด้านขวา ทำการสแกนด้วยพารามิเตอร์ตามตารางที่ 1 ตำแหน่งละ 3 ครั้ง แล้วนำค่าที่อ่านได้จากหัววัดเฉลี่ยไปคำนวณหาค่า CTDI_w และ CTDI_{vol} ตามสมการ⁵ 1 และ 2

$$CTDI_w = 1/3 (CTDI_{center} + 2(CTDI_{peripheral})) \dots \dots \dots \text{สมการที่ 1}$$

เมื่อ CTDI_w = ปริมาณรังสีเฉลี่ยในการสแกนแนวขวางต่อ 1 สไลซ์ มีหน่วยเป็น มิลลิเกรย์

$$CTDI_{center} = \text{ปริมาณรังสี ตำแหน่งหัววัดตรงกลาง มีหน่วยเป็น มิลลิเกรย์}$$

$$CTDI_{peripheral} = \text{ปริมาณรังสีเฉลี่ย ตำแหน่งหัววัดรอบๆ มีหน่วยเป็น มิลลิเกรย์}$$

$$CTDI_{vol} = CTDI_w / Pitch \dots \dots \dots \text{สมการที่ 2}$$

เมื่อ CTDI_{vol} = ปริมาณรังสี ในหนึ่งหน่วยปริมาตรของการสแกน มีหน่วยเป็น มิลลิเกรย์

$$Pitch = \text{ค่าอัตราส่วนระยะการเลื่อนเตียงต่อระยะการสแกน}$$

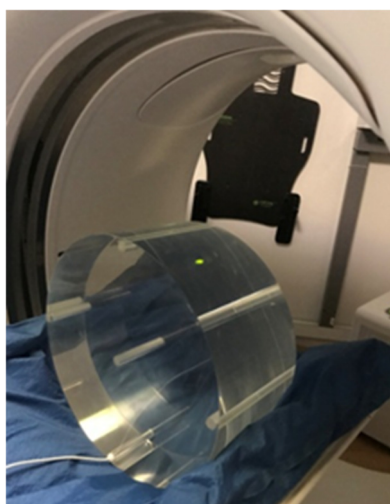
2. นำค่าพารามิเตอร์ตามตารางที่ 1 ไปใช้ในการจำลองการรักษากับผู้ป่วยมะเร็งรังสีปอดทุกรายที่มารับการจำลองการรักษา และฉายรังสีแล้วบันทึกระยะทางในการจำลองการรักษา (Scan length)

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ในการจำลองการรักษาผู้ป่วยมะเร็งรังสีปอดด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการรักษา

Slice width (mm)	Collimation (mm)	kV	mA	Rotation time (sec)	Pitch (mm/rotation)
2.5	20	120	320	0.8	1.375



ภาพที่ 1 Radcal รุ่น Accu-Gold



ภาพที่ 2 หุ่นจำลองลำตัว PMMA phantom

3. นำพารามิเตอร์ที่ใช้กับผู้ป่วยจากข้อ 2 ไปประเมินหาค่าปริมาณรังสียังผลและปริมาณรังสีดูดกลืนที่ผู้ป่วยได้รับ จากการคำนวณด้วยโปรแกรมคำนวณปริมาณรังสีสำหรับเอกซเรย์คอมพิวเตอร์อิมแพค รุ่น 1.0.4 ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 โปรแกรมคำนวณปริมาณรังสีสำหรับเอกซเรย์คอมพิวเตอร์อิมแพค รุ่น 1.0.4

4. นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 3 ไป ประเมิน เพื่อหาค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS 22

การพิทักษ์สิทธิและจริยธรรม

ผู้วิจัยตระหนักและให้ความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพิทักษ์สิทธิของการใช้ข้อมูลผู้ป่วยซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลย้อนหลังของผู้ป่วยเท่านั้นโดยงานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลสกลนคร หนังสือรับรองเลขที่ SKHREC 39/2562

ผลการศึกษา

จากการศึกษาหาปริมาณรังสียังผลและปริมาณรังสีดูดกลืนที่ผู้ป่วยมะเร็งรังสีปอดได้รับจากการจำลองการรักษาแบบ 3 ชุด ในหน่วยรังสีรักษา โรงพยาบาลสกลนคร ระหว่างวันที่ 6 ธันวาคม 2560 ถึง 30 มิถุนายน 2561 พบว่าในช่วงเวลาดังกล่าวมีผู้ป่วยมะเร็งรังสีปอดที่เข้ารับการฉายรังสีและจำลองการรักษา ทั้งหมดจำนวน 50 ราย มี

อายุระหว่าง 23-85 ปี จำแนกเป็นผู้ป่วยมะเร็งปอดเพศหญิง 23 ราย ผู้ป่วยมะเร็งปอดเพศชาย 27 ราย คิดเป็นร้อยละ 46 และ 54 ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนผู้ป่วยมะเร็งปอดที่ได้รับการจำลองการรักษา (N=50)

เพศ	จำนวน (ราย) (ร้อยละ)
ชาย	27 (54)
หญิง	23 (46)
รวม	50 ราย

จากการทำการควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการฉายรังสีเพื่อหาค่า $CTDI_w$ และ $CTDI_{vol}$ พบว่าค่า $CTDI_w$ เท่ากับ 1.330 มิลลิเกรย์ และค่า $CTDI_{vol}$ มีค่า 0.967 มิลลิเกรย์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าปริมาณรังสีในแต่ละตำแหน่งหัววัด และค่า $CTDI_w$ และ $CTDI_{vol}$

ตำแหน่ง	ค่าที่อ่านได้ (มิลลิเกรย์)
ตรงกลาง	0.7411 ± 0.05
ด้านบน	1.694 ± 0.06
ด้านล่าง	1.531 ± 0.08
ด้านซ้าย	1.622 ± 0.07
ด้านขวา	1.652 ± 0.01
$CTDI_w$	1.330
$CTDI_{vol}$	0.967

ในการจำลองการรักษาผู้ป่วยมะเร็งปอดทั้งหมด 50 ราย พบว่าเมื่อทำการจำลองการรักษาในผู้ป่วยทุกรายในแต่ละชุดการสแกนจะใช้พารามิเตอร์เดียวกันทุกชุด เมื่อผู้ป่วยได้รับการสแกนเพื่อจำลองการรักษาจะได้รับค่าปริมาณรังสีในแต่ละชุดเท่ากันคือ ค่าปริมาณรังสียังผลเฉลี่ยเมื่อทำการจำลองการรักษาแบบ 1 ชุดมีค่า 7.67 มิลลิซีเวิร์ต ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสียังผลเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.50–13.50 มิลลิซีเวิร์ต การจำลองการรักษาแบบ 2 ชุดผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสียังผลเฉลี่ย 15.34 มิลลิซีเวิร์ต ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสียังผลเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 13–27 มิลลิซีเวิร์ต และเมื่อทำการ

จำลองการรักษาแบบ 3 ชุด ผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสียังผลเฉลี่ย 23.01 มิลลิซีเวิร์ต ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ผู้ป่วยทุกรายจะได้รับการจำลองการรักษาแบบ 3 ชุด พบว่าผู้ป่วยมะเร็งปอดที่ได้รับการจำลองการรักษา ได้รับปริมาณรังสียังผลเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 19.50–40.50 มิลลิซีเวิร์ต ดังตารางที่ 4 และพบว่าระยะทางในการจำลองการรักษา เฉลี่ยแล้วมีค่า 38.87 เซนติเมตร โดยมีระยะที่ใช้ในการจำลองการรักษาในการศึกษาครั้งนี้อยู่ระหว่าง 19.25–55.5 เซนติเมตร

ตารางที่ 4 แสดงประมาณรังสียังผลที่ผู้ป่วยมะเร็งปอดได้รับจากการจำลองการรักษา

ปริมาณรังสี ยังผล (มิลลิซีเวิร์ต)	ค่า ต่ำสุด	ค่า สูงสุด	ค่าเฉลี่ย±ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน
การจำลองการ รักษาแบบ 1 ชุด	6.50	13.50	7.67 ± 1.45
การจำลองการ รักษาแบบ 2 ชุด	13.00	27.00	15.34 ± 2.89
การจำลองการ รักษาแบบ 3 ชุด	19.50	40.50	23.01 ± 4.34

การจำลองการรักษาครั้งนี้เมื่อทำการจำลองการรักษา 1 ชุด การจำลองการรักษาแบบ 2 ชุด และการจำลองการรักษาแบบ 3 ชุดพบว่า ผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสีดูดกลืนที่อวัยวะต่างๆ ครอบคลุมบริเวณในการฉายรังสีซึ่งแสดงในตารางที่ 5 ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ป่วยทุกรายได้รับการจำลองการรักษาแบบ 3 ชุดซึ่งใช้ค่าพารามิเตอร์เหมือนกันทำให้ผู้ป่วยมะเร็งปอดที่ได้รับการฉายรังสีด้วยเทคนิคจำลองการฉายรังสี 3 ชุดได้รับปริมาณรังสีดูดกลืนที่อวัยวะต่างๆ ที่ครอบคลุมบริเวณในการฉายรังสีประกอบด้วย หลอดอาหาร ปอด หัวใจ เต้านม ต่อมหมวกไต ตับ ตับอ่อน ม้าม กระเพาะอาหาร ไต และลำไส้เล็ก และพบว่าปริมาณรังสีดูดกลืนเฉลี่ยที่อวัยวะในบริเวณที่ได้รับปริมาณรังสีได้รับมีค่าระหว่าง 4.70–33.64 มิลลิเกรย์ และอวัยวะที่ได้รับปริมาณรังสีดูดกลืนสูงสุดคือ หลอดอาหารโดยได้รับปริมาณรังสีดูดกลืน 34.50 มิลลิเกรย์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณรังสีดูดกลืนเฉลี่ยที่อวัยวะต่างๆ ของผู้ป่วยมะเร็งปอดที่ได้รับการจำลองการรักษาด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการรักษา (N=50)

อวัยวะ	ปริมาณรังสีดูดกลืน (มิลลิเกรย์)								
	แบบ 1 ชุด			แบบ 2 ชุด			แบบ 3 ชุด		
	ต่ำสุด	สูงสุด	Mean (S.D.)	ต่ำสุด	สูงสุด	Mean (S.D.)	ต่ำสุด	สูงสุด	Mean (S.D.)
หลอดอาหาร	11.00	11.50	11.21 (0.16)	22.00	23.00	22.43 (0.32)	33.00	34.50	33.64 (0.48)
เต้านม	6.83	8.33	7.36 (0.22)	13.67	16.67	14.72 (0.43)	20.50	25.00	22.08 (0.65)
ปอด	7.50	10.00	9.68 (0.47)	15.00	20.00	19.37 (0.93)	22.50	30.00	29.05 (1.40)
หัวใจ	6.00	10.00	28.06 (1.75)	12.00	20.00	18.71 (1.17)	18.00	30.00	28.06 (1.75)
ตับ	1.80	27.00	9.35 (0.58)	1.20	18.00	10.57 (2.30)	1.80	27.00	15.85 (3.46)
ต่อมหมวกไต	0.70	8.50	6.61 (1.38)	1.40	17.00	13.22 (2.76)	2.10	25.50	19.84 (4.13)
ม้าม	0.47	8.50	4.94 (0.89)	0.93	17.00	9.89 (1.77)	1.40	25.50	14.83 (2.66)
กระเพาะอาหาร	0.25	9.50	4.59 (1.39)	0.50	19.00	9.18 (2.78)	0.75	28.5	13.77 (4.17)
ตับอ่อน	0.60	8.00	5.04 (1.20)	1.20	16.00	10.07 (2.41)	1.80	24.00	15.11 (3.61)
ไต	0.05	10.00	3.43 (1.63)	0.10	20.00	6.87 (3.26)	0.15	30.00	10.30 (4.90)
ลำไส้เล็ก	0.00	8.00	1.57 (1.74)	0.00	16.00	3.13 (3.47)	0.00	24.00	4.70 (5.21)

อภิปรายผล

จากการศึกษานี้พบว่า ค่าปริมาณรังสียังผลที่ผู้ป่วยมะเร็งปอดได้รับการจำลองการรักษาด้วยเทคนิคแบบ 3 ชุด มีค่าเฉลี่ย 23.01 มิลลิซีเวิร์ต ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ การจำลองการรักษาแบบ 1 ชุดพบว่าผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีเพิ่มเป็น 3 เท่า และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณรังสียังผลกับงานวิจัยอื่น ซึ่งเป็นการการตรวจวินิจฉัยด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ ค่าพารามิเตอร์ในการสแกนจะใกล้เคียงกัน โดยพบว่า ปริมาณรังสียังผลของการศึกษานี้มีค่าเฉลี่ย เมื่อทำการจำลองการรักษาแบบ 1 ชุด 7.67 มิลลิซีเวิร์ต โดยมีค่าปริมาณรังสีแนะนำจากทบวงพลังงานระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency: IAEA)⁶ ในการตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปอดต่อ 1 ชุดมีค่าปริมาณรังสียังผลที่ผู้ป่วยได้รับ 7 มิลลิซีเวิร์ต กับ การศึกษาของ Dendy et al⁷ ทำการศึกษาปริมาณรังสียังผลที่ผู้ป่วยได้รับการตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปอดแบบ 1 ชุด มีค่า 8 มิลลิซีเวิร์ต และงานวิจัยของ Puekpong R⁸ พบว่าผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสียังผลจากการตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปอดแบบ 1 ชุด 8.60 มิลลิซีเวิร์ต จากงานวิจัยนี้การทำการจำลองการรักษาแบบ 1 ชุดพบว่าค่าปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับมีค่าใกล้เคียงกันกับงานวิจัยอื่น เมื่อทำการจำลองการรักษาแบบ 2 ชุดพบว่าผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสียังผลเฉลี่ยเท่ากับ 15.34 มิลลิซี

เวิร์ต เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Fujii et al⁹ พบว่าผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสียังผลเมื่อตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปอดแบบ 2 ชุดเท่ากับ 18 มิลลิซีเวิร์ต การศึกษาของ Lumlertdacha S¹⁰ ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสียังผลเมื่อทำการตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปอดแบบ 2 ชุด 17.8 มิลลิซีเวิร์ต และการศึกษาของ Shrimpton P et al¹¹ ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสียังผลเมื่อทำการตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ปอดแบบ 2 ชุดมีค่าเท่ากับ 14 มิลลิซีเวิร์ต (ดังตารางที่ 6) และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาปริมาณรังสียังผลที่ผู้ป่วยได้รับจากการจำลองการรักษาผู้ป่วยมะเร็งปอดด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำลองการรักษาจากการศึกษาของ Pyone Y¹² ทำการจำลองการรักษาแบบ 2 ชุด พบว่าผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสียังผล 13 มิลลิซีเวิร์ต และการศึกษาของ Sanklaa K¹³ พบว่าผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสียังผล 5.01 มิลลิซีเวิร์ต เมื่อทำการจำลองการรักษาแบบ 1 ชุดดังตารางที่ 9 ค่าปริมาณรังสียังผลที่ผู้ป่วยได้รับเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นมีค่าแตกต่างกันออกไป ซึ่งค่าปริมาณรังสียังผลที่ผู้ป่วยได้รับจะขึ้นอยู่กับเครื่องหมายการค้ำ (ยี่ห้อ) และรุ่นของเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ และชนิดของตัวรับภาพ รวมถึงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการสแกนภาพ ประกอบด้วย Slice width, collimation, kV, mA, rotation time และ Pitch⁶⁻¹³ จึงจำเป็นต้องเลือกให้เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละราย

ตารางที่ 6 งานวิจัยแสดงปริมาณรังสียังผลที่ผู้ป่วยได้รับจากการตรวจและจำลองการรักษา มะเร็งปอดด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์

งานวิจัย	ปริมาณรังสียังผล (มิลลิซีเวิร์ต)		
	1 series	2 series	3 series
I. ตรวจด้วยเอกซเรย์คอมพิวเตอร์			
IAEA	7	-	-
Dendy et. al	8	-	-
Puekpung R et. al	8.60	-	-
Fujii et. al	-	18	-
Lumlertdacha S	-	17.8	-
Shrimpton P. et. al	-	14	-
II. จำลองการรักษา มะเร็งปอดด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์			
Pyone Y	-	13	-
Sanklaa K	-	5.01	-
Saenchon	7.67	15.34	23.01

เมื่อคำนวณปริมาณรังสีดูดกลืนพบว่าค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่อวัยวะเสี่ยงข้างเคียงบริเวณในการฉายรังสีประกอบด้วย หลอดอาหาร ปอด หัวใจ เต้านม ต่อมหมวกไต ตับ ตับอ่อน ม้าม กระเพาะอาหาร ไต และลำไส้เล็ก ซึ่งพบว่าการศึกษานี้ผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสีดูดกลืนสูงสุดคือ หลอดอาหาร และรองลงมาคือ เต้านม ปอด หัวใจ ตับ ต่อมหมวกไต ม้าม กระเพาะอาหาร ตับอ่อน ไต และลำไส้เล็ก ตามลำดับ ซึ่งปริมาณรังสีดูดกลืนสูงสุดที่ผู้ป่วยได้รับที่หลอดอาหารมีค่า 34.50 มิลลิเกรย์ และจะเห็นได้ว่าการจำลองการรักษาในการศึกษานี้ ผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสียังผลสูงสุดถึง 40.50 มิลลิซีเวิร์ต โดยพบว่าระยะในการสแกนที่ยาวส่งผลให้ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น โดยผู้ป่วยรายที่ได้รับปริมาณรังสียังผลสูงสุดมีการใช้ระยะในการสแกนยาวถึง 55.50 เซนติเมตร จะเห็นได้ว่าปริมาณรังสียังผลที่ผู้ป่วยได้รับในการศึกษานี้จะขึ้นอยู่กับระยะทางในการจำลองการรักษา ด้วยการสแกนภาพเพื่อใช้ในการจำลองการรักษา จะใช้ระยะทางที่มาก เพราะต้องการภาพประกอบการวางแผนการรักษาที่ครอบคลุมอวัยวะบริเวณทรวงอกทั้งหมด สำหรับหน่วยรังสีรักษา โรงพยาบาลสกลนครแพทย์รังสีรักษากำหนดขอบเขตของการจำลองการรักษาผู้ป่วยมะเร็งปอดโดยจะเริ่มสแกนภาพ

เอกซเรย์คอมพิวเตอร์ จากกระดูกต้นคอข้อที่ 2 ถึงกระดูกสันหลังส่วนเอวข้อที่ 3 สอดคล้องกับการศึกษาของ Weifeng W et al¹⁴ ได้ทำการศึกษาการจำลองการรักษาด้วยการสแกน 3 ชุดการหายใจแล้วนำมาวางแผนการรักษาในรักษาผู้ป่วย Non-small cell lung cancer ด้วยการฉายรังสี พบว่าวิธีการนี้ทำให้สามารถลดพื้นที่บริเวณการฉายรังสีลงทำให้เนื้อปอดปกติได้รับปริมาณรังสีจากการฉายรังสีลดลงร้อยละ 22.4 เมื่อติดตามผลการรักษาในระยะเวลา 1, 2 และ 3 ปี พบว่าผู้ป่วยมีอัตราการรอดชีวิตร้อยละ 70.6, 54.9 และ 29.4 ตามลำดับ หน่วยรังสีรักษาโรงพยาบาลสกลนครเมื่อนำเทคนิคการจำลองการรักษาแบบ 3 ชุดมาใช้ ทำให้แพทย์รังสีรักษาสามารถกำหนดขอบเขตก่อนมะเร็งและอวัยวะเสี่ยงข้างเคียงให้ได้รับปริมาณรังสีครอบคลุมตรงตามแผนการรักษาที่กำหนดแต่ทำให้ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสียังผล และปริมาณรังสีดูดกลืนเพิ่มขึ้น จึงมีความจำเป็นที่แพทย์รังสีรักษาและนักฟิสิกส์การแพทย์ผู้ทำการวางแผนการรักษาจะต้องนำค่าปริมาณรังสีดูดกลืนที่อวัยวะเสี่ยงข้างเคียง ซึ่งประกอบด้วย หลอดอาหาร ปอด หัวใจ เต้านม ต่อมหมวกไต ตับ ตับอ่อน ม้าม กระเพาะอาหาร ไต และลำไส้เล็กได้รับมาพิจารณาประกอบการวางแผนการรักษาให้เป็นไปตามที่แพทย์รังสีรักษากำหนด โดยก่อนมะเร็งและบริเวณที่รับการฉายรังสีได้รับปริมาณรังสีสูงสุดหรือได้รับปริมาณรังสีในการรักษาอย่างน้อยร้อยละ 95 ของปริมาณรังสีที่แพทย์รังสีรักษากำหนด โดยทั่วไปแพทย์รังสีรักษาจะทำการรักษาผู้ป่วยมะเร็งปอดด้วยการฉายรังสี ปริมาณ 45-60 เกรย์ และอวัยวะเสี่ยงข้างเคียง บริเวณการฉายรังสีได้รับรังสีในเกณฑ์ปลอดภัยตามข้อกำหนดของ International Commission on Radiation Units and Measurements: ICRU 62¹⁵ ซึ่งจะช่วยลดอันตรายและภาวะแทรกซ้อนจากการได้รับรังสีของอวัยวะเสี่ยงข้างเคียงนั้นๆ ทำให้ผู้ป่วยมะเร็งปอดมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นหลังจากได้รับการรักษาด้วยการฉายรังสี

สรุปผลการศึกษา

การจำลองการรักษาในการฉายรังสีผู้ป่วยมะเร็งปอดด้วยเทคนิคการจำลองการรักษาแบบ 3 ชุด หน่วยรังสีรักษาโรงพยาบาลสกลนครพบว่าปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับสูงขึ้นแต่ทำให้แพทย์รังสีรักษาสามารถกำหนดขอบเขต

ก่อนมะเร็งและบริเวณที่จะทำการฉายรังสีให้ได้รับปริมาณรังสีครอบคลุมตรงตามแผนการรักษาที่กำหนด

เอกสารอ้างอิง

1. Protection NCoR, Measurements, Meinholt CB. Limitation of Exposure to Ionizing Radiation: Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements. United States: The Council; 1993.
2. ศรีชัย ครุสันธิ์. วิทยาการใหม่ของรังสีรักษา. ศรีนครินทร์เวชสาร 2554;26:35-42.
3. Mettler F, Thomadsen B, Chatfield M, Gilley D, Gray J, Lipoti J, et al. Medical radiation exposure in the U.S. in 2006: Preliminary results. Health physics 2008;95:502-7.
4. Charles M. ICRP Publication 103: Recommendations of the ICRP. Ann ICRP 2007;37.
5. Carlsson G, Dance D, DeWerd L, Kramer H, Ng K, Pernicka F, et al. Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice; 2007.
6. International Atomic Energy Agency. Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of Practice, Technical Reports Series No.457. Vienna: IAEA; 2007.
7. Dendy PP, Heaton B. Physics for Diagnostic Radiology. 3rd ed. London: Taylor & Francis; 1999.
8. Puekpuang R. Organ and Effective Doses from A Multidetector Computed Tomography in Chest Examination. Journal of Medical Physics and Biophysics 2015;2:27-9.
9. Fujii K, Aoyama T, Yamauchi-Kawaura C, Koyama S, Yamauchi M, Ko S, et al. Radiation dose evaluation in 64-slice CT examinations with adult and paediatric anthropomorphic phantoms. The British journal of radiology 2009;82:1010-8.
10. Lumlertdacha S. Patient Dose Undergoing Routine 64 Multi Detector Computed Tomography (MDCT) Examinations of Rajavithi Hospital. Sawanpracharak Medical Journal 2010;7(2):127-38.
11. Shrimpton P, Jansen J, Harrison J. Updated estimates of typical effective doses for common CT examinations in the UK following the 2011 national review. The British journal of radiology 2015;89:20150346.
12. Pyone Y, Suriyapee S, Sanghangthum T, Oonsiri S, Tawonwong T. Determination of effective doses in image-guided radiation therapy system. Journal of Physics: Conference Series 2016;694:012007.
13. Sanklaa K. Evaluation of effective doses in CT simulation using CTDIw calculation. Journal of Associated Medical Sciences 2017;50(3):417-23.
14. Wang W, Yuan F, Wang G, Lin Z, Pan Y, Chen L. Three-dimensional conformal radiotherapy by delineations on CT-based simulation in different respiratory phases for the treatment of senile patients with non-small cell lung cancer. OncoTargets and therapy 2015;8:2461-7.
15. Deluca P, Wambersie A, Whitmore G. Prescribing, recording, and reporting proton-beam therapy. Journal of the ICRU 2007;7:1-210.