บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่นำไปสู่งานวิจัย

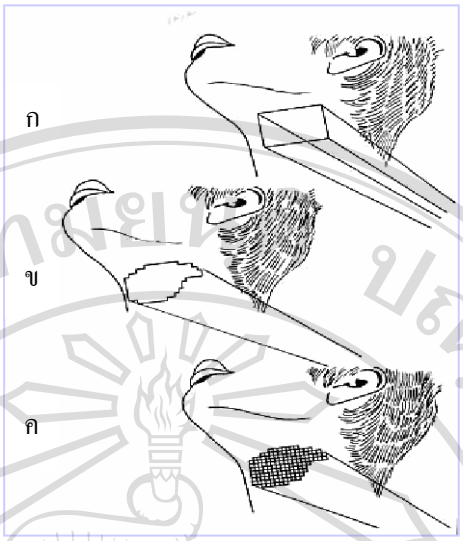
การฉายรังสีแปรความเข้ม (Intensity Modulated Radiation Therapy : IMRT) เป็นเทคนิคฉายรังสีสามมิติ (3D-Conformal Radiation Therapy : 3D-CRT) เพื่อการรักษาโรคมะเร็ง เป็นเทคโนโลยีด้านรังสีรักษาที่ก้าวหน้าในปัจจุบัน สำหรับประเทศไทยนับได้ว่าเป็นเทคนิคการฉายรังสีแบบใหม่และยังไม่มีการเสนอแนวปฏิบัติในการติดตั้งเทคนิคฉายรังสีดังกล่าว

IMRT เป็นเทคนิคการฉายรังสีที่สะสมปริมาณรังสีจากแต่ละส่วนย่อยของพื้นที่ฉายรังสี เพื่อให้ปริมาณรวมมีรูปร่างใกล้เคียงกับลักษณะของก้อนเป้าหมายมากที่สุด (highly conformal) ในขณะเดียวกันเนื้อเยื่อปกติและอวัยวะข้างเคียงจะได้รับปริมาณรังสีในระดับต่ำ (รูป 1.1 (ค)) เพื่อลดโอกาสเกิดผลแทรกซ้อน การฉายรังสีแปรความเข้มต้องใช้วิธีวางแผนรังสีรักษาแบบ Inverse planning ที่อาศัยขั้นตอนวิธีของโปรแกรมวางแผนรังสีรักษาในการแก้ปัญหา

เทคนิคหนึ่งของการฉายรังสีแปรความเข้ม โดยใช้ระบบจำกัดลำรังสีแบบมัลติลีฟ (Saw and others, 2001b) คือ step-and-shoot วิธีการนี้จะใช้มัลติลีฟคอลลิเมเตอร์ ปรับขนาดพื้นที่รังสีกำหนดเป็นแต่ละพื้นที่รังสีย่อย ขณะไม่มีการฉายรังสีแกนหมุนจะเคลื่อนที่ไปและหยุดที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ตามแผนรังสีรักษา แต่ละมุมที่ฉายรังสีจะประกอบด้วยหลายพื้นที่รังสีย่อย (beam segment) ซึ่งปริมาณรังสีที่ทะลุผ่านมัลติลีฟคอลลิเมเตอร์ (intra-leaf transmission, inter-leaf transmission, leaf-end transmssion) เงามัว (penumbra) ที่เกิดขึ้นเนื่องจากขอบของลีฟ และความถูกต้องของตำแหน่งของลีฟ ในแต่ละพื้นที่รังสีมีความสำคัญในการฉายรังสีแปรความเข้มมาก (Ezzell and others, 2003; Bayouth and others, 2003; Xia and others, 2001; Carlson D.,2001; Balog and others, 1999) เนื่องจากการฉายรังสีแปรความเข้มต้องใช้พื้นที่รังสีที่มีขนาดเล็กจำนวนมาก ปริมาณรังสีที่ทะลุผ่านมัลติลีฟคอลลิเมเตอร์ของแต่ละพื้นที่รังสีจึงต้องพิจารณาในการวางแผนรังสีรักษา พื้นที่รังสีที่ใช้มีขนาดเล็ก ถ้าตำแหน่งของลีฟมีค่าคลาดเคลื่อนเพียง 1 มิลลิเมตร อาจทำให้ปริมาณรังสีมีค่าคลาดเคลื่อนได้ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ (Schlegel W.)

ก่อนที่จะใช้เทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มในการรักษาผู้ป่วยมะเร็ง ต้องทำการทวนสอบปริมาณรังสีและการกระจายปริมาณรังสีจากการคำนวณของโปรแกรมวางแผนรังสีรักษา เปรียบเทียบกับปริมาณรังสีที่วัดได้จากเครื่องฉายรังสี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 1.1 แสดงพื้นที่ฉายรังสีแบบดั้งเดิม (ก) และพื้นที่ฉายรังสีสามมิติ (ข) และ (ค)

เนื่องจากการฉายรังสีแปรความเข้ม ต้องใช้การวางแผนรังสีรักษาและเทคนิคฉายรังสีที่ซับซ้อน ความไม่แน่นอนและความไม่ถูกต้องอาจเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ เช่น การคำนวณของโปรแกรมวางแผนรังสีรักษา ขั้นตอนวิธีการคำนวณของเทคนิคการฉายรังสี การส่งผ่านข้อมูลฉายรังสี กลไกการทำงานของเครื่องเร่งอนุภาคโดยเฉพาะระบบมัลติลีฟคอลลิเมเตอร์ (Arnfield and others, 2001) จึงต้องมีการศึกษาแนวปฏิบัติสำหรับการติดตั้งเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้ม เพื่อให้การติดตั้งกระบวนการฉายรังสีดังกล่าวมีความถูกต้อง สามารถนำไปใช้ทางคลินิกต่อไป

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การฉายรังสีแปรความเข้มเป็นการพัฒนาอีกระดับของเทคนิคฉายรังสีสามมิติ ซึ่งต้องการความถูกต้องแม่นยำสูง ซึ่งในปัจจุบันมีหลายงานวิจัยศึกษาขั้นตอนวิธีการคำนวณของการฉายรังสีแปรความเข้มเช่นของ inverse planning การวัดและนำเข้าข้อมูลลำรังสีสู่โปรแกรมวางแผนรังสีรักษาเพื่อจำลองลำรังสี ประเมินความถูกต้องของระบบจำกัดลำรังสีและระบบการวางแผนรังสีรักษา

Tome W.A. (2002) ได้ศึกษาการคำนวณปริมาณรังสีด้วยวิธี convolution superposition ที่ใช้ในโปรแกรมวางแผนรังสีรักษา Pinnacle (Philips ADAC Pinnacle^3) ตั้งแต่รุ่น 5.0 ขึ้นไป โดยศึกษาขั้นตอนการจำลองลำรังสีของโฟตอนของโปรแกรมวางแผนรังสีรักษา ที่ประกอบด้วย การวัดข้อมูลที่จำเป็นในการจำลองลำรังสี การจำลองลำรังสีโฟตอนที่มีและไม่มีวัสดุทอนรังสีรูปลิ่ม (wedge) เปรียบเทียบกราฟของปริมาณรังสีสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนแปลงตามระยะลึก และกราฟของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณรังสีสัมพัทธ์ที่เปลี่ยนแปลงตามระยะห่างจากกึ่งกลางของลำรังสี จากการคำนวณแบบ convolution model กับการวัดในวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อแบบน้ำ (water phantom)

Saw C.B. และคณะ (2001a) ได้ติดตั้งเทคนิคฉายรังสีและวิธีประกันคุณภาพ (quality assurance) สำหรับการฉายรังสีแปรความเข้ม โดยใช้เครื่องเร่งอนุภาค Primus (Siemens, Concord, CA) เชื่อมต่อข้อมูลผ่านระบบโปรแกรมของ IMPAC (IMPAC, Mountain View, CA) ใช้โปรแกรมวางแผนรังสีรักษา CORVUS (NOMOS, Sewickley, PA) การติดตั้งประกอบด้วยการวัดและการกำหนดข้อมูลทางฟิสิกส์ของเครื่องฉายรังสี การทวนสอบระดับความเข้มรังสี (intensity level) การทวนสอบการกระจายปริมาณรังสีเชิงสัมพัทธ์ (relative dose distribution) โดยใช้ฟิล์ม และทวนสอบปริมาณรังสีที่จุดสนใจโดยใช้หัววัดรังสี การประกันคุณภาพระบบจำกัดลำรังสีใช้วิธีตามรายงาน AAPM TG. 40

Ezzell G.A. และคณะ (2003) ได้ทำการตรวจรับโปรแกรมวางแผนรังสีรักษาที่ใช้สำหรับการฉายรังสีแปรความเข้ม โดยวัดปริมาณรังสีของเทคนิคฉายรังสีที่ซับซ้อนเปรียบเทียบกับการคำนวณ เริ่มต้นจากการวัดปริมาณรังสีในวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อจากลำรังสีหนึ่งมุม จากนั้นวัดปริมาณรังสีจากลำรังสีหลายมุม และสุดท้ายวัดปริมาณรังสีโดยใช้ลำรังสีหลายมุมในหุ่นจำลองสมมูลเนื้อเยื่อแบบ anthropomorphic ซึ่งประโยชน์ของการวัดปริมาณรังสีที่เทคนิคฉายรังสีไม่ซับซ้อนคือง่ายต่อการประเมินความถูกต้องของพารามิเตอร์ของลำรังสี ขณะที่ประโยชน์ของการวัดปริมาณรังสีที่เทคนิคฉายรังสีซับซ้อน เพื่อประเมินระดับความถูกต้องที่คาดว่าเกิดขึ้นในการวางแผนรังสีรักษา

Arnfield M.R และคณะ (2001) ได้ศึกษาการวางแผนรังสีรักษา ลักษณะและการออกแบบมัลติลีฟคอลลิเมเตอร์ที่มีผลต่อปริมาณรังสี รวมถึงวิธีในการตรวจสอบปริมาณรังสีของการวางแผนรังสีรักษาโดยประกอบด้วย การเลือกขนาดของหัววัดรังสีที่ใช้วัดรังสี ขนาดพื้นที่รังสีที่จำเป็นต้องวัด วัสดุสมมูลเนื้อเยื่อที่ต้องใช้ และเทคนิคการวัดรังสี

นอกเหนือจากงานวิจัยที่กล่าวไปแล้ว มีอีกหลายงานวิจัยที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทวนสอบปริมาณรังสีที่ได้จากการวางแผนรังสีรักษาของการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ step and shoot ด้วยวิธีการวัดเช่น

Zhu X.R. และคณะ (2002) ได้ใช้ฟิล์มชนิดอีดีอาร์2 กับฟิล์ม X-OMAT V วัดการกระจาย fluence ของพื้นที่รังสีที่แปรความเข้ม (intensity modulated field) ของโฟตอนพลังงาน 6 ล้านโวลต์ จากเครื่องเร่งอนุภาคเปรียบเทียบการกระจาย fluence ที่ได้จากโปรแกรมวางแผนรังสีรักษา CORVUS (NOMOS, Sewickley, PA) พบว่าฟิล์มทั้งสองชนิดให้ผลที่ไม่แตกต่างจากการคำนวณ และได้เปรียบเทียบการกระจายปริมาณรังสีที่กำหนดรูปร่างเป้าหมายในการวางการรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บนวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อเป็นรูปตัว C ระหว่างการวัดด้วยฟิล์มอีดีอาร์2 กับการคำนวณโดยใช้ลำรังสีจำนวน 5 มุม รวมทั้งเปรียบเทียบระหว่างการวัดกับการคำนวณโดยใช้พารามิเตอร์ต่าง ๆ ของลำรังสีเหมือนกับที่ใช้ในการวางแผนรังสีรักษาสำหรับผู้ป่วยมาใช้บนวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อ พบว่าการวัดการกระจายปริมาณรังสีด้วยฟิล์มอีดีอาร์2 กับการคำนวณการกระจายปริมาณรังสีโดยโปรแกรมวางแผนรังสีรักษาไม่แตกต่างกัน

Dong L. และคณะ (2003) ได้ทวนสอบจำนวนหน่วยนับวัดสำหรับการฉายรังสีแปรความเข้มจากการคำนวณของโปรแกรมวางแผนรังสีรักษา CORVUS (NOMOS, Sewickley, PA) โดยวัดรังสีที่จุดสนใจด้วยหัววัดรังสีชนิดไอออนไนซ์เซชันไอออนในวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อจำนวน 420 แผนรังสีรักษา (plan) โดยแต่ละแผนรังสีรักษาวัดจำนวน 12 ตำแหน่งในแนวดิ่งแล้วเปรียบเทียบแต่ละตำแหน่งกับการคำนวณจากโปรแกรมวางแผนรังสีรักษา

การทวนสอบแผนรังสีรักษาสำหรับการฉายรังสีแปรความเข้ม ที่ใช้อย่างแพร่หลายคือการวัดในวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อ (Xing and others, 1999; Mackenzie and others, 2002; Gifford and others, 2002; Leybovich and others, 2003; Richardson and others,2003) มีงานวิจัยที่ศึกษาการใช้ฟิล์มวัดรังสีชนิดอีดีอาร์2 (Extended Dose Range Film, KODAK, Rochester, NY) จำนวนมาก (Bieda and others, 2002 ; Childress and others, 2002) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าฟิล์มวัดรังสีชนิดนี้เหมาะสมสำหรับการทวนสอบปริมาณรังสีในการฉายรังสีแปรความเข้ม เนื่องจากมีการตอบสนองต่อปริมาณรังสี (dose response) เป็นเส้นตรงในช่วงปริมาณรังสีที่ใช้ในการรักษาด้วยการฉายรังสีแปรความเข้ม และการเปลี่ยนแปลงขนาดพื้นที่รังสี ความลึก พลังงานและ ทิศทางระนาบของฟิล์มกับแนวกึ่งกลางลำรังสีมีผลต่อการตอบสนองของฟิล์มน้อยมาก

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ศึกษาวิธีการติดตั้งเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มเพื่อนำไปเป็นแนวปฏิบัติในงานรังสีรักษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.แนวปฏิบัติในการติดตั้งโปรแกรมวางแผนรักษาสำหรับเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ step and shoot

2.แนวปฏิบัติในการทวนสอบปริมาณและการกระจายรังสีในการใช้ระบบการฉายและระบบการวางแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มทางด้านงานรังสีรักษา

3.สามารถนำแนวปฏิบัติใช้ในงานรังสีรักษาและพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพของการฉายรังสีแปรความเข้มได้

1.5 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

เป็นการศึกษาแบบการทดลอง เพื่อศึกษาการติดตั้งเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มของรังสีโฟตอนพลังงาน 6 ล้านโวลต์ ในการรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็ง การศึกษาประกอบด้วย

1. กำหนดข้อมูลทางกายภาพของเครื่องฉายรังสี วัดและนำเข้าชุดข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจำลองลำรังสีในโปรแกรมวางแผนรังสีรักษา จำลองลำรังสีโฟตอนสำหรับโปรแกรมวางแผนรังสีรักษา วางแผนรังสีรักษาเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ step and shoot ตรวจสอบความถูกต้องของระบบการส่งผ่านข้อมูลฉายรังสีระหว่างการเชื่อมต่อข้อมูลจากโปรแกรมวางแผนรังสีรักษาไปยังเครื่องฉายรังสี

2. ศึกษาลักษณะเฉพาะของระบบจำกัดลำรังสีแบบมัลติลีฟที่มีผลต่อปริมาณรังสีในการฉายรังสีแปรความเข้ม

3. ศึกษาขนาดของหัววัดรังสีชนิดไอออนไนซ์เซชัน (ionization chamber) ที่มีผลต่อการทวนสอบปริมาณรังสีใน การฉายรังสีแปรความเข้ม คุณสมบัติและวิธีการที่มีผลต่อฟิล์มในการทวนสอบการกระจายรังสีในการฉายรังสีแปรความเข้ม

4. ศึกษากระบวนการทวนสอบปริมาณและการกระจายรังสีสำหรับการฉายรังสีแปรความเข้ม ด้วยการวัดแบบจุดโดยใช้หัววัดรังสีชนิดไอออนไนซ์เซชัน และด้วยการวัดแบบการกระจายปริมาณรังสีโดยใช้ฟิล์ม เปรียบเทียบกับการคำนวณของโปรแกรมวางแผนรักษาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในกรณีทวนสอบปริมาณรังสีด้วยการวัดแบบจุด และประเมินความแตกต่างระหว่างการวัดและคำนวณการกระจายรังสีทางสถิติด้วยค่าดัชนีแกมม่า (gamma index) ในกรณีทวนสอบการกระจายรังสีด้วยฟิล์ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved