วารสารสมาคมรังสีรักษาและมะเร็งวิทยาแห่งประเทศไทย

มะเร็งวิวัฒน์

ปีที่ 22 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2559 ISSN 0859-2616

รองศาสตราจารย์ เยาวลักษณ์ ชาญศิลป์

Thai Association of Radiation Oncology

www.thastro.org

สมาคมรังสีรักษาและมะเร็งวิทยาแห่งประเทศไทย

Thai Association of Radiation Oncology

รายชื่อคณะกรรมการบริหารสมาคมรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา แห่งประเทศไทย วาระปี 2559-2561

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล		สถาบัน	ตำแหน่ง
1	ผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิง สมใจ	แดงประเสริฐ	รามาธิบดี	นายกสมาคม
2	ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ ชลเกียรติ	ขอประเสริฐ	จุฬาลงกรณ์	อุปนายก
3	ผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิง ชมพร	สีตะธนี	รามาธิบดี	เลขาธิการ
4	พันโทหญิง ศิรินทิพย์	ทรงวุฒิวิชัย	พระมงกุฎเกล้า	เหรัญญิก
5	ว่าที่ร้อยตรีนายแพทย์ ปิยะ	ประทีปะเสน	ราชวิถี	นายทะเบียน
6	น.อ.แพทย์หญิงหม่อมหลวง อภิรดี	กฤดากร	ภูมิพลอดุลยเดช	ปฏิคม
7	ผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิง นันทกานต์	อภิวโรดมภ์	ศิริราช	ประธานฝ่ายวิชาการ
8	รองศาสตราจารย์แพทย์หญิง มัณฑนา	ธนะไชย	รามาธิบดี	ผู้ช่วยฝ่ายวิชาการ
9	ผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิง จันจิรา	เพชรสุขศิริ	ศิริราช	ผู้ช่วยฝ่ายวิชาการ
10	รองศาสตราจารย์แพทย์หญิง อิ่มใจ	ชิตาพนารักษ์	มหาราชนครเชียงใหม่	ประธานฝ่ายวิจัย
11	ผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิง กันยรัตน์	กตัญญู	วชิรพยาบาล	ผู้ช่วยฝ่ายวิจัย
12	รองศาสตราจารย์นายแพทย์ ชวลิต	เลิศบุษยานุกูล	จุฬาลงกรณ์	ประธานฝ่ายวารสาร
13	แพทย์หญิง กิตต์วดี	ศักดิ์ศรชัย	จุฬาลงกรณ์	ประธานฝ่ายวิเทศสัมพันธ์
14	รองศาสตราจารย์นายแพทย์ เต็มศักดิ์	พึ่งรัศมี	สงขลานครินทร์	ประธานฝ่ายสารสนเทศ
15	รองศาสตราจารย์แพทย์หญิง กาญจนา	โชติเลอศักดิ์	จุฬาลงกรณ์	กรรมการกลาง
16	พันเอกนายแพทย์ ชนวัธน์	เทศะวิบุล	วัฒโนสถ	กรรมการกลาง
17	นายแพทย์ สมคิด	เพ็ญพัธนกุล	มะเร็งอุดรธานี	กรรมการกลาง
18	ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ ศรีชัย	ครุสันธิ์	ศรีนครินทร์	กรรมการกลาง
19	นายแพทย์ สมภพ	แสงกิตติไพบูลย์	มะเร็งลพบุรี	กรรมการกลาง
20	นายแพทย์ พงศธร	ศุภอรรถกร	มะเร็งอุบลราชธานี	กรรมการกลาง
21	ผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิง ปฐมพร	ศิระประภาศิริ	สถาบันมะเร็งแห่งชาติ	กรรมการกลาง
22	นายแพทย์ เอกภพ	หมื่นนุช	มหาวชิราลงกรณ ธัญบุรี	กรรมการกลาง

รายชื่อคณะอนุกรรมการบริหารสมาคมรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา แห่งประเทศไทย วาระปี 2559-2561

คณะอนุกรรมการฝ่ายวิชาการ

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	สถาบัน	ตำแหน่ง
1	ผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิง นันทกานต์ อภิวโรดมภ์	ศิริราช	ประธานฝ่ายวิชาการ
2	รองศาสตราจารย์แพทย์หญิง มัณฑนา ธนะไชย	รามาธิบดี	ผู้ช่วยฝ่ายวิชาการ
3	ผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิง จันจิรา เพชรสุขศิริ	ศิริราช	ผู้ช่วยฝ่ายวิชาการ
4	นายแพทย์ จักรพงษ์ จักกาบาตร์	จุฬาลงกรณ์	ผู้ช่วยฝ่ายวิชาการ

คณะอนุกรรมการฝ่ายปฏิคม

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	สถาบัน	ตำแหน่ง
1	น.อ.แพทย์หญิงหม่อมหลวง อภิรดี กฤดากร	ภูมิพลอดุลยเดช	ปฏิคม
2	นายแพทย์ จิรศักดิ์ สุขาบูรณ์	มะเร็งลพบุรี	ผู้ช่วยปฏิคม

คณะอนุกรรมการฝ่ายวารสาร

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	สถาบัน	ตำแหน่ง
1	รองศาสตราจารย์นายแพทย์ ชวลิต เลิศบุษยานุกูล	จุฬาลงกรณ์	ประธานฝ่ายวารสาร
2	นายแพทย์ จักรพงษ์ จักกาบาตร์	จุฬาลงกรณ์	ผู้ช่วยฝ่ายวารสาร
3	แพทย์หญิง พิมพ์ขวัญ กำเนิดศุภผล	มหาราชนครเชียงใหม่	ผู้ช่วยฝ่ายวารสาร

คณะอนุกรรมการฝ่ายสารสนเทศ

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	สถาบัน	ตำแหน่ง
1	รองศาสตราจารย์นายแพทย์ เต็มศักดิ์ พึ่งรัศมี	สงขลานครินทร์	ประธานฝ่ายสารสนเทศ
2	นายแพทย์ ภูมิพิศ ภัทรนุธาพร	รามาธิบดี	ผู้ช่วยฝ่ายสารสนเทศ

ที่ปรึกษาสมาคมรังสีรักษาและมะเร็งวิทยาแห่งประเทศไทย ปี 2559- 2561

รายชื่อที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์เกียรติคุณนายแพทย์ ไพรัช	เทพมงคล
ศาสตราจารย์เกียรติคุณแพทย์หญิง พวงทอง	ไกรพิบูลย์
รองศาสตราจารย์นายแพทย์ วิชาญ	หล่อวิทยา
ศาสตราจารย์แพทย์หญิง ลักษณา	โพชนุกูล
พลอากาศตรีนายแพทย์ เอกชัย	วิเศษศิริ
ศาสตราจารย์แพทย์หญิง วิมล	สุขถมยา
นายแพทย์ ยงยุทธ	คงธนารัตน์
รองศาสตราจารย์พลตรีแพทย์หญิง พรศรี	คิดชอบ
รองศาสตราจารย์พลตรีนายแพทย์ ประมุข	พรหมรัตนพงศ์
ศาสตราจารย์นายแพทย์พิทยภูมิ	ภัทรนุธาพร
นายแพทย์ ธนเดช	สินธุเสก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ นพดล	อัศวเมธา
รองศาสตราจารย์นายแพทย์ ประเสริฐ	เลิศสงวนสินชัย

รายชื่ออาจารย์อาวุโส สมาคมรังสีรักษาและมะเร็งวิทยาแห่งประเทศไทย

ศาสตราจารย์เกียรติคุณแพทย์หญิง พิศมัย	อร่ามศรี
ศาสตราจารย์เกียรติคุณแพทย์หญิง สายสงวน	อุณหนันท์
นายแพทย์ สิริศักดิ์	ภูริพัฒน์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ ภิญโญ	กำภู ณ อยุธยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิง สุรีย์	ฐิตะฐาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทย์หญิง ประภัสสร	รัชตะปีติ
นายแพทย์ พิศิษฐ์	ศิริสุข
รองศาสตราจารย์นายแพทย์ จงดี	สุขถมยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ อนันต์	โทนุสิน
รองศาสตราจารย์แพทย์หญิง สุพัตรา	แสงรุจิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ โรจน์รุ่ง	สุวรรณสุทธิ
นายแพทย์ สมชาย	วัฒนาอาภรณ์ชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ ประยุทธ์	โรจน์พรประดิษฐ์
นายแพทย์ ณรงค์พล	เทียนทอง
แพทย์หญิง สายพิน	ตั้งครัชต์

มะเร็งวิวัฒน์

วารสารสมาคมรังสีรักษาและมะเร็งวิทยาแห่งประเทศไทย

ปีที่ 22 ฉบับที่ 2 : กรกฎาคม - ธันวาคม 2559
Vol. 22 No. 2 July - December 2016

Content I

3 คณะกรรมการบริหารสมาคมรังสีรักษาและมะเร็งวิทยาแห่งประเทศไทยปี 2559-2561
4 รายชื่อคณะอนุกรรมการบริหารสมาคมรังสีรักษาและมะเร็งวิทยาแห่งประเทศไทยวาระปี 2559-2561
5 ที่ปรึกษาสมาคมรังสีรักษาและมะเร็งวิทยาแห่งประเทศไทยปี 2559-2561
8 สารสนเทศสำหรับผู้เขียน

13 ความรู้สำหรับนักรังสีการแพทย์เรื่องการฉายรังสีต่อมน้ำเหลืองทั่วลำตัว (Total lymphoid irradiation)
ปณิชา นวลสุธา

17 ความรู้สำหรับนักรังสีการแพทย์ เรื่องการฉายรังสีสมองและไขสันหลัง (Craniospinal irradiation; CSI)
วรญา เงินเถื่อน

20 ผลกระทบของระยะเวลารวมการรักษาต่อผลการรักษาของรังสีรักษาในมะเร็งปากมดลูก
The Impact of overall treatment time on treatment outcome of radiotherapy in cervical cancer
ภาณุภัทร รักพงษ์ *นิสา ชวพันธุ์*
เอกสิทธิ ธราวิจิตรกุล

30 Dosimetric evaluation of Acuros XB and AAA on lung volumetric modulated radiation therapy plan for stereotactic body radiation therapy technique
Puntiwa Oonsiri *Kitwadee Saksornchai*
Sivalee Suriyapee

วารสาร มะเร็งวิวัฒน์

เจ้าของ
สมาคมรังสีรักษาและมะเร็งวิทยาแห่งประเทศไทย

วัตถุประสงค์
1. เพื่อส่งเสริมการวิจัยทางการแพทย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคมะเร็ง
2. เพื่อแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นทางวิชาการ ด้านการแพทย์, การสาธารณสุข และวิทยาศาสตร์สุขภาพ ของประเทศไทย โดยเฉพาะด้านโรคมะเร็ง
3. เพื่อเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ความรู้ทางวิชาการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ เกี่ยวกับโรคมะเร็ง
4. เพื่อเป็นวารสารเผยแพร่กิจกรรมของสมาคม รังสีรักษาและมะเร็งวิทยาแห่งประเทศไทย

กำหนดออก
ปีละ 2 เล่ม ในเดือนมีนาคมและกันยายน

สำนักงานกองบรรณาธิการ
สาขารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ภาควิชารังสีวิทยา
คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
โทรศัพท์ : 66-2-2564334 โทรสาร : 66-2-2564590
E-mail : thairedjournal@yahoo.co.th
Webpage : http://www.Trastro.org

ที่ปรึกษา

พิสมัย	อร่ามศรี	สายสงวน	อุณหนันท์
สิริศักดิ์	ภูริพัฒน์	สุรีย์	ฐิตะฐาน
ประภัสสร	รัชตะปีติ	พิศิษฐ์	ศิริสุข
อนันต์	โทนุสิน	พงษทอง	ไกรพิบูลย์
เอกชัย	วิเศษศิริ	วิชาญ	หล่อวิทยา
สุพัตรา	แสงจุริ	พรศรี	คิดชอบ
ยงยุทธ	คงธนารัตน์	โรจน์รุ่ง	สุวรรณสุทธิ
วิมล	สุขถมยา		

บรรณาธิการ
รศ.นพ.ชวลิต เลิศบุษยานุกูล

รองบรรณาธิการ
รศ.พญ.พิมพ์พัวัญ กำเนิดศุภผล
นพ.จักรพงษ์ จักกาบาตร์

กองบรรณาธิการ

ประมุข	พรหมรัตนพงศ์	ประเสริฐ	เลิศสงวนสินชัย
ชนวัธน์	เทศะวิบุล	ชลเกียรติ	ขอประเสริฐ
เต็มศักดิ์	พึ่งรัศมี	กาญจนา	โชติเลอศักดิ์
อิ่มใจ	ชิตาพนารักษ์	นันทน์	สุนทรพงศ์
วัชรวุธ	มะลิกุล	ธนุตม์	ก้ายเจริญพานิชก์
ปิยะ	ประทีปะเสน	ไพรัช	เทพมงคล
ลักษณา	โพชนุกูล	สายพิน	ตั้งครัชต์
นภดล	อัศวเมธา	ศรีชัย	ครุสันธิ์
ศักดิ์พิศิษฎ์	นวสิริ	สมใจ	แดงประเสริฐ
สมคิด	เพ็ญพัธนกุล	ธนาทิพย์	ตันติวัฒนะ

ฝ่ายศิลปกรรม
วสันต์ โสธรธรรมศิริ

บรรณาธิการแถลง

มะเร็งวิวัฒน์ฉบับนี้เป็นปฐมฤกษ์สำหรับคณะกรรมการบริหารสมาคมรังสีรักษาและมะเร็งวิทยาแห่งประเทศไทยชุดใหม่ ซึ่งนำโดยผู้ช่วยศาสตราจารย์แพทหญิงสมใจ แดงประเสริฐ คณะบรรณาธิการหวังเป็นอย่างยิ่งให้ท่านสมาชิกส่งบทความหรือผลงานวิจัย เพื่อนำมาตีพิมพ์เผยแพร่ให้ชาวรังสีรักษาได้รับความรู้โดยทั่วหน้ากัน

อนึ่งวารสารมะเร็งวิวัฒน์ก็เสมือนจดหมายเหตุให้อนุชนได้รับทราบถึงความเป็นไปและความก้าวหน้าด้านรังสีรักษา ซึ่งเชื่อมโยงถึงพลวัฒน์ทางการเมือง เศรษฐกิจ และสังคมในช่วงเวลาหนึ่งๆ และเพื่อเป็นการบันทึกไว้เป็นหลักฐานว่ามะเร็งวิวัฒน์ฉบับนี้เป็นฉบับเฉลิมฉลองรัฐธรรมนูญใหม่ ปีพุทธศักราช 2559 และหวังว่าประเทศชาติจะวัฒนา สถาพรต่อไป และก้าวพ้นความขัดแย้งทางการเมืองด้วยเทอญ

คณะบรรณาธิการ
รองศาสตราจารย์นายแพทย์ชวลิต เลิศบุษยานุกูล

ข้อความและข้อคิดเห็นต่างๆ เป็นของผู้เขียนบทความนั้นๆ ไม่ใช่ความเห็นของกองบรรณาธิการ และไม่ใช่ความเห็นของ สมาคมรังสีรักษา และมะเร็งวิทยาแห่งประเทศไทย

สารสนเทศสำหรับผู้เขียน

ขอเชิญแพทย์และบุคลากรสุขภาพส่งบทความเพื่อลงวารสารมะเร็งวิวัฒน์ มีรายละเอียดดังนี้

ให้ผู้ประพันธ์ส่งผลงานที่จะตีพิมพ์มายัง **Thairedjournal@yahoo.co.th**

โดยผลงานที่ส่งจะต้องไม่เคยตีพิมพ์มาก่อน ยกเว้นกรณีที่ได้ตีพิมพ์ในรูปแบบของบทคัดย่อ (abstract) หรือรายงานการศึกษาเบื้องต้น (preliminary report) และต้องไม่อยู่ระหว่างการพิจารณาเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารอื่น ไม่เป็นบทความที่ลอกเลียนบทความอื่น โดยที่มีคำและสำนวนตั้งแต่ต้นบทความไปจนจบบทความ เหมือนกับบทความที่ตีพิมพ์แล้วในวารสารฉบับอื่นหรือเหมือนกันทั้งบทความเกินร้อยละ 90 ขึ้นไป

เรื่องที่จะตีพิมพ์

1. บทบรรณาธการ (Editorial) เป็นบทแสดงความคิดเห็นทางวิชาการหรือแนวทางการรักษา ศึกษา ค้นคว้าวิจัยทางวิชาการที่ยังใหม่
2. นิพนธ์ต้นฉบับ (Original articles) และรายงานผู้ป่วย (Case Report) ซึ่งเป็นผลงานการศึกษา หรือวิจัยของผู้เขียนเอง หรือรายงานผู้ป่วยที่น่าสนใจ
3. บทฟื้นฟูทางวิชาการ (Review articles) เป็นการรวบรวมสรุปหรือวิจารณ์ความก้าวหน้าทางวิชาการ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
4. ปกิณกะ (Miscellary) เป็น บทความทั่วไปเกี่ยวกับการแสดงความคิดเห็น ซักถามปัญหา หรือการรวบรวมบันทึกการอภิปราย บทคัดย่อวารสารที่น่าสนใจ หรือจดหมายถึงบรรณาธิการ (Letter to editor)

การพิจารณาเชิงจริยธรรม

ผู้ประพันธ์ต้องไม่เปิดเผยชื่อของผู้ป่วยในผลงานที่จะตีพิมพ์ สำหรับรายงานการศึกษาเชิงปฏิบัติการ (experimental report) ที่ มีการใช้เนื้อเยื่อของมนุษย์ ให้ระบุว่าได้มีการปฏิบัติตามมาตรฐานทางจริยธรรมในปัจจุบัน และสำหรับรายงานการศึกษาเชิงปฏิบัติการที่มีการใช้เนื้อเยื่อของสัตว์ทดลอง ให้ระบุว่าได้ทำการศึกษาภายใต้หลักการที่ได้รับการอนุมัติโดยคณะกรรมการผู้ รับผิดชอบในเรื่องการดูแลและการปฏิบัติต่อสัตว์ทดลอง โดยให้ระบุไว้ในส่วนของวัสดุและวิธีการ (materials and methods)

ผลประโยชน์ทับซ้อน (Conicts of Interest)

ผู้ประพันธ์ ต้องเปิดเผย เป็นลายลักษณ์อักษร (ระบุในรายงาน)ถึงทุกปัจจัยรวมทั้งปัจจัยด้านการเงินที่อาจมีอิทธิผลต่อการ ศึกษา ผลการศึกษา หรือข้อสรุปจากรายงานการศึกษาวิจัย และจำเป็นต้องระบุหากได้รับการสนับสนุนทางการเงินจากแหล่งทุนภายนอก

เพื่อให้สอดคล้องกับคำประกาศของบรรณาธิการ ผู้ร่วมประพันธ์ทุกท่านต้องมีส่วนร่วมในผลงานการศึกษาวิจัยและควรมีการระบุไว้อย่างชัดเจนในหนังสือปะหน้าประกอบการส่งเรื่องที่จะตี พิมพ์ รวมทั้งระบุไว้ในส่วนของกิตติกรรมประกาศ (acknowledgements) ในตอนท้ายของรายงานต้นฉบับ

การเตรียมต้นฉบับ

1. ต้นฉบับสามารถพิมพ์ได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ หาก เลือกใช้ภาษาอังกฤษ กองบรรณาธิการคาดหวังว่าผู้ประพันธ์จะเตรียมต้นฉบับ โดยใช้ภาษาอังกฤษได้อย่างเหมาะสม และหากมีความจำเป็นผู้ประพันธ์ควรพิจารณาส่งผลงานให้แก่เจ้าของภาษาตรวจทาน ก่อนส่ง
2. ขอให้ผู้ประพันธ์ส่งต้นฉบับ เป็น electronic file ในรูปแบบ Microsoft word ในการพิมพ์ให้ใช้ตัวอักษร Angsana New ขนาด 16 พอยต์ โดยหากเป็นนิพนธ์ต้นฉบับให้เรียงลำดับเนื้อหาดังนี้
    a. บทนำ (Introduction)
    b. วัสดุและวิธีการ (Materials and methods)

c. ผลการศึกษา (Results)
d. บทวิจารณ์ (Discussion)
e. ข้อสรุป (Conclusion)
f. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)
g. ตาราง (Tables) เรียงตามลำดับ
h. รูปภาพ หรือแผนภูมิ (Figures)

3. การอ้างอิงเอกสารในบทความให้ใช้ระบบตัวเลขยกระดับอยู่เหนือข้อความที่อ้างอิงในเรื่องและเอกสารที่อ้างถึงในบทความนั้น

บทคัดย่อ (Abstract)

บทความประเภทนิพนธ์ต้นฉบับและรายงานผู้ป่วยจะต้องมีบทคัดย่อเป็นทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย ไม่ว่าต้นฉบับจะเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ตาม โดยบทคัดย่อต้องมีจำนวนไม่เกิน 300 คำ ภายใต้ 5 หัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักการและเหตุผล Backgrounds
2. วัตถุประสงค์ objective(s)
3. วัสดุและวิธีการ materials and methods
4. ผลการศึกษา results
5. ข้อสรุป conclusion

คำสำคัญ (Key words)

เป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น สามารถระบุคำสำคัญได้ไม่เกิน 5 คำ โดยให้เรียงตามลำดับอักษร

คำย่อ (Abbreviations)

การ ใช้คำย่อ ให้เขียนคำเต็มกำกับคำย่อไว้ในวงเล็บ เมื่อมีการใช้ ณ ตำแหน่งแรกสุด ทั้งในต้นฉบับ ตาราง และรูปภาพ ยกเว้นกรณีที่ใช้คำย่อสำหรับมาตราวัดที่เป็นสากล

สัญลักษณ์และหน่วยมาตราวัด

ควรใช้สัญลักษณ์และหน่วยมาตราวัดที่เป็นสากล โดยอ้างอิงตาม The American Medical Association Manual of Style (9th edition)

การระบุถึงยา ให้ใช้ชื่อสามัญ (generic หรือ chemical name) และไม่ต้องใช้คำย่อ สำหรับรหัสทางยาควรใช้เฉพาะกรณีที่ยังไม่มีชื่อสามัญ กรณีของสิทธบัตรหรือลิขสิทธิ์ (copyright) รวมทั้งชื่อทางการค้า (trade name) สามารถ ระบุได้โดยใช้อักษรพิมพ์ใหญ่ในวงเล็บหลังชื่อสามัญ สำหรับชื่อและสถานที่ของบริษัทผู้ผลิตยา รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่กล่าวถึงในต้นฉบับให้เป็นไปตามกฎหมาย ทางการค้า(trademark laws) และควรระบุไว้ในวงเล็บ

ข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data) สามารถรายงานในหน่วยที่เลือกใช้แต่แรก ดังเช่นข้อมูลของ น้ำหนักตัว มวล หรืออุณหภูมิ

ตาราง

ควรพิมพ์ตารางในรูปแบบของ Excel หรือ Word การเว้นระยะในแต่ละตารางควรใช้ double-spaced และแยกหน้า โดยให้กำหนดหมายเลขตารางตามลำดับที่กล่าวถึงในต้นฉบับ รวมทั้งระบุชื่อของแต่ละตารางสั้นๆ ซึ่งสามารถเขียนคำบรรยายกำกับไว้ในตอนล่างของตารางได้

รูปภาพ

ผู้ประพันธ์ต้องส่งรูปภาพในรูปแบบของ JPEG, TIFF, EPS หรือ PDF และ ให้แนบไว้ในส่วนท้ายของต้นฉบับ ซึ่งผู้นิพนธ์ควรส่งเฉพาะภาพขาวดำ เนื่องจากวารสารตีพิมพ์เฉพาะสีขาวดำเท่านั้น หากเป็นภาพสีควรแต่งรูปเป็นภาพขาวดำก่อน

ภาคผนวก (Appendices)

เอกสารหรือข้อมูลเสริมควรรวบรวมไว้ในภาคผนวก และจัดลำดับให้อยู่ก่อนหน้าเอกสารอ้างอิง

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การกล่าวคำประกาศเกียรติคุณถึงบุคคล แหล่งทุน ทุนอุดหนุนวิจัย และ ผลประโยชน์ทับซ้อน ควรรวบรวมไว้ในกิตติกรรมประกาศ และจัดลำดับให้อยู่ก่อนหน้าเอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง (References)

เอกสาร อ้างอิงต่างๆให้รวบรวมไว้ในตอนท้ายสุด โดยให้เรียงตามลำดับที่ได้กล่าวถึงในต้นฉบับ ซึ่งสามารถอาศัยหลักการเขียนเอกสารอ้างอิงแต่ละรูปแบบได้จากตัวอย่างดังต่อ ไปนี้

Entire book

Sherlock S, Dooley J. Diseases of the liver and biliary system. 9th ed. London: Backwell; 1993.

Book chapter

Hewlett EL. Microbial virulence factors. In: Mandell GL, Douglas RG, Benette JE, editors. Principles and practice of infectious diseases 3rd ed. New York: Churchill Livingstone; 1990. p. 2-9.

Journal article

- Mutirangura A. Quantitative PCR analysis for methylation level of genome: clinical implications in cancer. Asian Biomed. 2007; 1:121-8.
- Futrakul N, Butthep P, Patumraj S, Siriviriyakul P, Futrakul P. Microvascular diseases and endothelial dysfunction in chronic kidney diseases: therapeutic implication. Clin Hemorheol Microcirc. 2006; 34:265-71.
- Udomsawaengsup S, Pattana-arun J, Tansatit T, Pungpapong SU, Navicharern P, Sirichindakul B, et al. Minimally invasive surgery training in soft cadaver (MIST-SC). J Med Assoc Thai. 2005; 88(Suppl 4):S189-94.

Proceedings articles

Bunnag SC. Microcirculation, endothelial cell injury and pathogenesis of non-insulin dependent diabetes mellitus (NIDDM). Proceedings of the third Asian Congress for Microcirculation; 1997 Oct 23-25; Bangkok, Thailland. Bolonga: Monduzzi; 1998. p. 27-32.

Electronic journal articles

Bos R. Health impact assessment and health promotion. Bull World Health Organ [on line]. 2006 [cited 2007 Feb 12]; 84(11):914-5, Available from: http://www.scielosp.org/pdf/bwho/v84n11/v84n11a19.pdf

การเขียนเอกสารอ้างอิงในส่วนของชื่อผู้แต่งให้ระบุได้จำนวนสูงสุด 6 ชื่อแรก ส่วนที่เหลือให้ใช้เป็น et al. โดยการใช้อักษรย่อควรใช้ตาม Index Medicus ในกรณีของ articles in preparation or articles submitted for publication, unpublished observations, personal communications และอื่นๆ นั้นไม่ควรรวมอยู่ในส่วนของเอกสารอ้างอิง แต่หากมีการอ้างถึงให้ระบุไว้ในต้นฉบับเลย ดังเช่น (P. Futrakul, personal communication) อีกทั้งการได้รับอนุญาตเมื่อมีการอ้างถึงข้อมูลที่ไม่ได้รับการตีพิมพ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ประพันธ์

ต้นฉบับที่ได้รับการตรวจโดย reviewerแล้ว จะถูกส่งให้แก่ผู้ประพันธ์หลักเพื่อรับทราบและอาจทำการแก้ไขตามคำแนะนำ เมื่อผู้ประพันธ์หลักได้ทำการตรวจสอบและแก้ไขแล้วควรส่งกลับสำนักบรรณาธิการภายใน 30 วันทำการทาง e-mail

แพทย์หญิง ผู้อุทิศจิตภัสสร เอื้ออาทรแด่ศิษย์และคนไข้
เยาวลักษณ์ คือนามงดงามผ่องอำไพ พร้อมเปี่ยมในคุณธรรมนำความดี
ชาญ ชำนาญในด้านรังสีรักษา สอนศิษยารังสีแพทย์อย่างเต็มที่
ศิลป์ และศาสตร์การสอนอาทรนี้ ล้วนแล้วมีเมตตามาถึงเรา
อาจารย์ เป็นแพทย์ประจำในพระองค์ สมเด็จทรงองค์พระพี่นางเจ้า
ผู้ ถวายการดูแลและบรรเทา เหล่าผองเราประจักษ์ซึ้งถึงความดี
งดงาม ตามดูแลผู้ยากไร้ ร่วมออกไป พ.อ.ส.ว. อย่างเต็มที่
นำความดี เป็นตัวอย่างแก่ศิษย์นี้ มุทิตาจิตมีแด่ท่านอาจารย์เอย

เยาวลักษณ์ ชาญศิลป์
สาขาวิชารังสีรักษา ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

การศึกษา และการฝึกอบรม

2517-2523	คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
2526-2529	แพทย์ประจำบ้านรังสีรักษาและเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
2530	National Institute of Radiological Science, Chiba, Japan
2530-2531	University of Heidelberg, Germany

การทำงาน

2523-2524	แพทย์ฝึกหัด คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
2524-2526	แพทย์ใช้ทุน กรมแพทย์ทหารเรือ กองทัพเรือ
2526-2558	สาขาวิชารังสีรักษา ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

ตำแหน่งวิชาการ

2530	ผู้ช่วยศาสตราจารย์
2535	รองศาสตราจารย์

ภาระกิจพิเศษ

1. แพทย์ตามเสด็จ สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์
2. แพทย์เดินดอย

ความรู้สำหรับนักรังสีการแพทย์ เรื่องการฉายรังสีต่อมน้ำเหลืองทั่วลำตัว (Total lymphoid irradiation)

น.ส.ปณิชา นวลสุธา

นักรังสีการแพทย์ สาขารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา รพ.จุฬาลงกรณ์

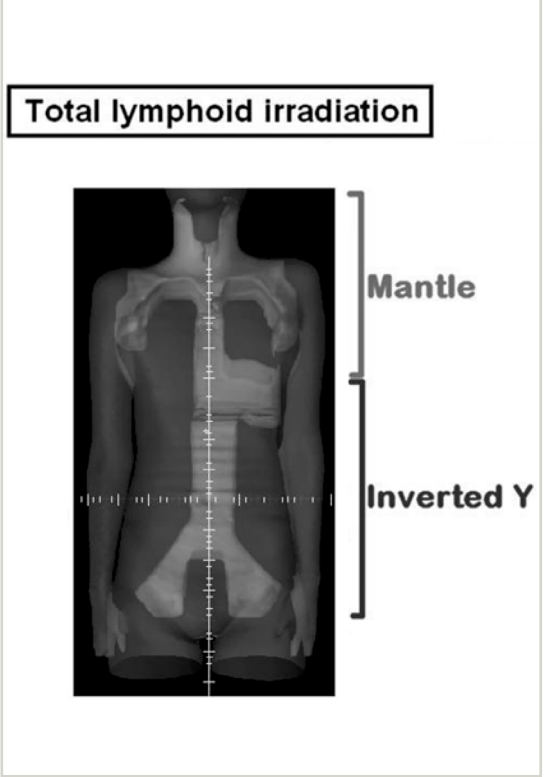
ในอดีตการฉายรังสีต่อมน้ำเหลืองทั่วลำตัว (Total Lymphoid Irradiation; TLI) เป็นการรักษาหลักสำหรับโรคมะเร็งต่อมน้ำเหลืองเพื่อหวังผลหายขาดจากโรค โดยฉายรังสีคลุมบริเวณต่อมน้ำเหลืองทั้งหมดในร่างกาย ดังรูปที่ 1 ประกอบไปด้วย

1. การฉายรังสีคลุมต่อมน้ำเหลืองบริเวณคอ รักแร้ ช่องอก ซึ่งอยู่เหนือกระบังลม (mantle fields)
2. การฉายรังสีคลุมต่อมน้ำเหลืองบริเวณกลางช่องท้อง อุ้งเชิงกราน ขาหนีบ ม้าม ซึ่งอยู่ใต้กระบังลม (inverted-Y fields)

ผลข้างเคียงจากการฉายรังสีต่อมน้ำเหลืองทั่วลำตัวค่อนข้างมาก เช่น ไขกระดูกถูกทำลาย คลื่นไส้อาเจียน ท้องเสีย ดังนั้นปัจจุบันการรักษาโรคมะเร็งต่อมน้ำเหลืองจึงลดขอบเขตลำรังสีลงเหลือเพียงแต่บริเวณที่มีรอยโรคร่วมกับการให้เคมีบำบัดซึ่งมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น

แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าการฉายรังสีต่อมน้ำเหลืองทั่วลำตัวสามารถกดภูมิต้านทานได้ จึงมีการนำมาใช้ในการปลูกถ่ายไขกระดูกร่วมกับยา เพื่อป้องกันร่างกายของผู้รับปฏิเสธไขกระดูกของผู้ให้ และป้องกันภูมิต้านทานของผู้ให้ทำลายอวัยวะต่างๆของผู้รับ โดยปัจจุบันมีการนำการฉายรังสีต่อมน้ำเหลืองทั่วลำตัวมาใช้ในการปลูกถ่ายไขกระดูกเพื่อรักษาโรคต่างๆ ดังนี้

1. Severe aplastic anemia โดยใช้ปริมาณรังสี 7.5 Gy x 1 fraction (dose rate 22.6 cGy/min)[1]
2. Hodgkin, non-Hodgkin, leukemia โดยใช้ปริมาณรังสี 0.8 Gy x 10 fractions[2]



รูปที่ 1. แสดงขอบเขตการฉายรังสี total lymphoid irradiation (mantle fields และ inverted-Y fields)

3. Thalassemia major โดยใช้ปริมาณรังสี 5 Gy x 1 fraction[3]

4. Sickle cell disease โดยใช้ปริมาณรังสี 2 Gy x 1 fraction[4]

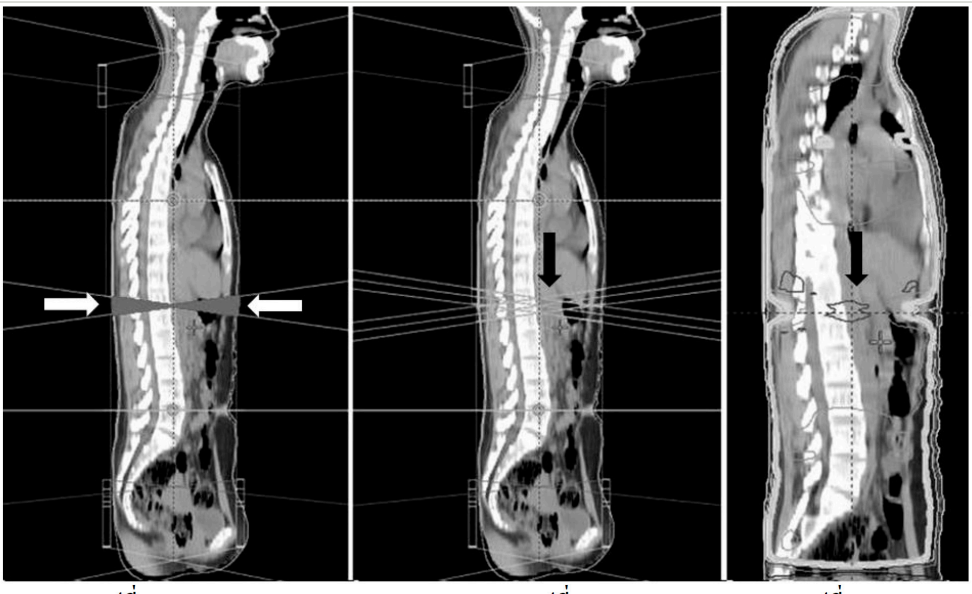
5. Renal transplant โดยใช้ปริมาณรังสี 2 Gy x 5 fractions[5]

6. Heart transplant โดยใช้ปริมาณรังสี 0.8 Gy biweekly x 10 fractions[6]

ในรพ.จุฬาลงกรณ์ มีการฉายรังสีต่อมน้ำเหลืองทั่วลำตัวเฉลี่ยปีละ 0-1 ราย เพื่อใช้ในการรักษาโรค severe aplastic anemia ซึ่งต้องใช้เทคนิคที่ซับซ้อนเนื่องมาจากบริเวณต่อมน้ำเหลืองทั้งหมดในร่างกายมีขนาดใหญ่เกินกว่าขนาดลำรังสี 40 x 40 ซม. ดังนั้นจำเป็นต้องใช้ 2 isocenters และมีการต่อลำรังสี โดยแนะนำให้ต่อลำรังสีที่บริเวณกระบังลม แต่เนื่องจากบริเวณช่องท้องและอุ้งเชิงกรานนั้นมี longtitudinal axis ยาวกว่า 40 ซม. จึงจำเป็นต้องใช้เทคนิค extended source-skin distance เพื่อให้ขนาดลำรังสียาวขึ้นเป็น 50-60 ซม. และสามารถต่อลำรังสีที่บริเวณกระบังลมได้

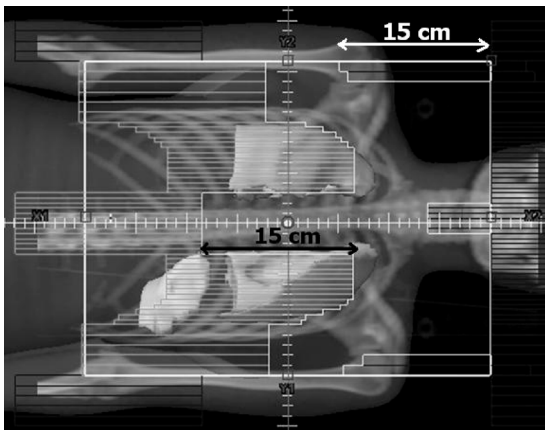
สาขารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา รพ.จุฬาลงกรณ์ ไม่ได้ใช้เทคนิค extended source-skin distance เนื่องจากเกิดความยุ่งยากสำหรับนักรังสีการแพทย์ในการจัดท่าและการฉายรังสีผู้ป่วย ดังนั้นจำเป็นต้องต่อลำรังสีที่บริเวณต่ำกว่ากระบังลม และมีการใช้ feathering technique โดยเปลี่ยนจุดต่อลำรังสี 3 จุดในการฉายรังสีครั้งเดียวกัน ดังรูปที่ 2 เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดการซ้อนทับของลำรังสี (บริเวณนั้นได้รับรังสีเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า) หรือเกิดช่องว่างระหว่างลำรังสี (บริเวณนั้นไม่ได้รับรังสี) โดยอาศัย Eclipse treatment planning system ส่งข้อมูลการวางแผนฉายรังสีมายังเครื่องฉายรังสี ทำให้มีการเปลี่ยนขนาดลำรังสีและจุดต่อลำรังสีอย่างอัตโนมัติ

ซี่กำบังรังสีแต่ละซี่ของ multileaf collimator นั้นสามารถเคลื่อนที่ได้อิสระต่อกัน แต่มีข้อจำกัดในการเคลื่อนที่ห่างกันได้สูงสุด 15 ซม. ในแต่ละฝั่งของ collimator (X1, X2) ดังรูปที่ 3 จึงส่งผลให้ไม่สามารถกำบังรังสีได้ในบางบริเวณ เช่น ปอดข้างซ้ายที่อยู่สูงกว่าม้าม ช่องท้องที่อยู่ต่ำกว่าม้าม และกระดูกเชิงกรานทั้ง 2 ข้าง ซึ่งปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ได้ด้วยการทำ customized block แต่จะเพิ่มภาระงานให้แก่เจ้าหน้าที่ผู้ผลิตแท่งกำบังรังสี และเกิดความยุ่งยากสำหรับนักรังสี



รูปที่ 2A **รูปที่ 2B** **รูปที่ 2C**

รูปที่ 2A แสดงบริเวณที่ไม่ได้รับรังสี กรณีไม่ใช้ feathering technique ในการต่อลำรังสี
รูปที่ 2B แสดงการใช้ feathering technique โดยเปลี่ยนจุดต่อลำรังสี 3 จุดในการฉายรังสีครั้งเดียวกัน
รูปที่ 2C แสดงรังสีโดยใช้ feathering technique ซึ่งไม่เกิด cold spot หรือ hot spot บริเวณกลางช่องท้อง

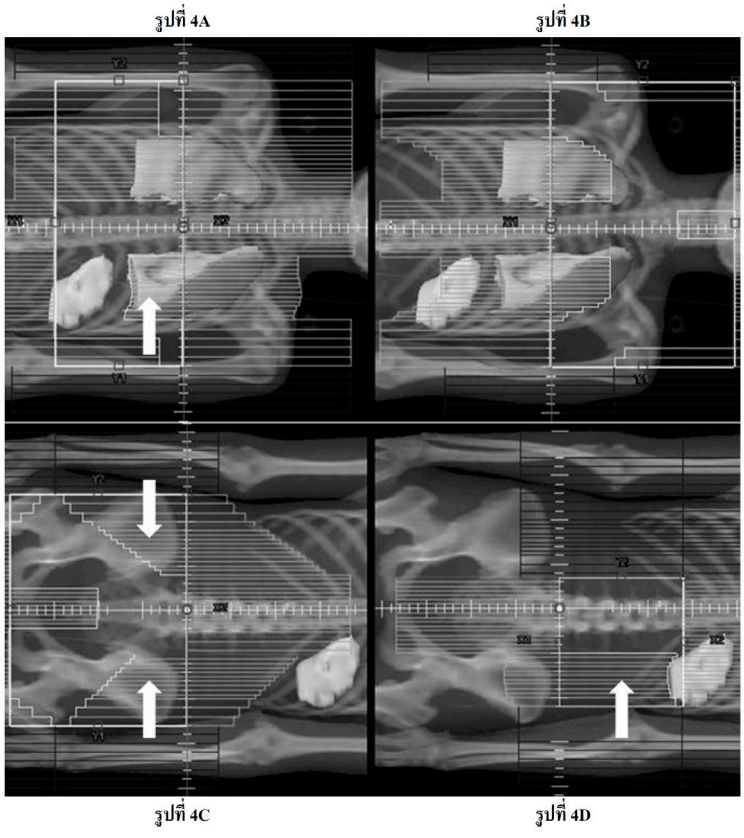


รูปที่ 3. ซี่กำบังรังสีแต่ละซี่ในแต่ละฝั่งของ collimator (X1, X2) สามารถเคลื่อนที่ห่างกันได้สูงสุด 15 ซม.

การแพทย์ในการจัดตำแหน่งแท่งกำบังรังสีให้ตรงกับตำแหน่งผู้ป่วย ดังนั้นสาขารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา รพ.จุฬาลงกรณ์ จึงใช้ half beam เพื่อที่จะได้ใช้ประโยชน์ของซี่กำบังรังสีได้เต็มที่ ดังรูปที่ 4

หน้าที่หลักของนักรังสีการแพทย์ คือ

1. การจัดท่าผู้ป่วยขณะทำ CT simualtion โดยให้ผู้ป่วยนอนหงาย แขนวางข้างลำตัว เงยหน้า เชิดคาง
2. การจัดท่าผู้ป่วยก่อนการฉายรังสี โดยกำหนดให้ทั้ง 2 isocenters มี X และ Z coordinates เดียวกัน ต่างกันเพียง Y coordinate ดังรูปที่ 2



รูปที่ 4. การใช้ half beam สามารถใช้ซี่กำบังรังสีบริเวณต่างๆ ได้ เช่น
รูปที่ 4A และ 4B แสดงการกำบังรังสีบริเวณปอดข้างซ้ายที่อยู่สูงกว่าม้าม
รูปที่ 4C และ 4D แสดงการกำบังรังสีบริเวณกระดูกเชิงกรานทั้ง 2 ข้าง และช่องท้องที่อยู่ต่ำกว่าม้าม

3. การตรวจตำแหน่งการฉายรังสีจาก electronic portal imaging หรือ cone-beam CT ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ คือ น้อยกว่า 1 ซม.
4. การฉายรังสีผู้ป่วย จะต้องกระทำอย่างรวดเร็วหลังจากตรวจตำแหน่งการฉายรังสีจากภาพ เพื่อลดความผิดพลาดจากการที่ผู้ป่วยขยับร่างกาย โดยขนาดลำรังสีและจุดต่อลำรังสีจะถูกควบคุมโดย Eclipse treatment planning system

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อ.นพ.ทัศน์พงศ์ รายยวา ซึ่งเป็นที่ปรึกษาในการเขียนบทความนี้ และรองศาสตราจารย์ศิวลี สุริยาปี ซึ่งขัดเกลาบทความนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Lee YH, Kim JY, Choi BO, Ryu MR, Chung SM. Total lymphoid irradiation based conditioning for hematopoietic stem cell transplantation in severe aplastic anemia. Radiat Oncol J. 2012; 30: 165-72.
2. Lowsky R, Takahashi T, Liu YP, Dejbakhsh-Jones S, Grumet FC, Shizuru JA, et al. Protective conditioning for acute graft-versus-host disease. N Engl J Med. 2005; 353: 1321-31.
3. Hussein AA, Al-Zaben A, Ghatasheh L, Natsheh A, Hammada T, Abdel-Rahman F, et al. Risk adopted allogeneic hematopoietic stem cell transplantation using a reduced intensity regimen for children with thalassemia major. Pediatr Blood Cancer. 2013; 60: 1345-9.
4. Matthes-Martin S, Lawitschka A, Fritsch G, Lion T, Grimm B, Breuer S, et al. Stem cell transplantation after reduced-intensity conditioning for sickle cell disease. Eur J Haematol. 2013; 90: 308-12.
5. Vanikar AV, Trivedi HL. Stem cell transplantation in living donor renal transplantation for minimization of immunosuppression. Transplantation. 2012; 94: 845-50.
6. Tallaj JA, Pamboukian SV, George JF, Brown RN, Pajaro OE, Bourge RC, et al. Total lymphoid irradiation in heart transplantation: long-term efficacy and survival--an 18-year experience. Transplantation. 2011; 92: 1159-64.

ความรู้สำหรับนักรังสีการแพทย์ เรื่องการฉายรังสีสมองและไขสันหลัง (Craniospinal irradiation; CSI)

นส.วรญา เงินเถื่อน

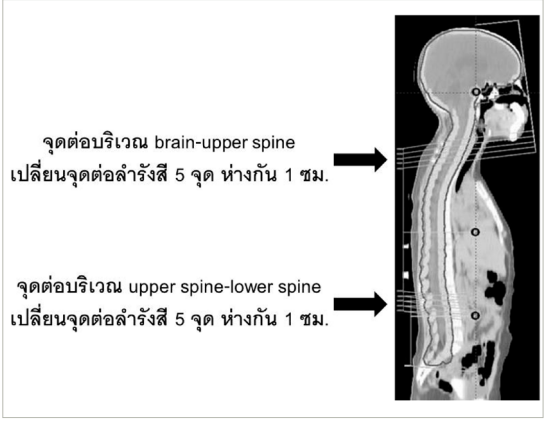
นักรังสีการแพทย์ สาขารังสีรักษาและมะเร็งวิทยา รพ.จุฬาลงกรณ์

การฉายรังสีสมองและไขสันหลังเป็นส่วนหนึ่งในการรักษาโรคมะเร็งที่มักพบในผู้ป่วยเด็ก เช่น medulloblastoma, pineaoblastoma, supratentorial primitive neuroectodermal tumors, atypical teratoid/rhabdoid tumor, medulloepithelioma บางครั้งผู้ป่วยเด็กจะไม่สามารถนอนนิ่งๆ ในห้องฉายรังสีเป็นระยะเวลานานเกือบครึ่งชั่วโมงได้ จำเป็นต้องมีการวางยาสลบ ดังนั้นนักรังสีการแพทย์ต้องประสานงานร่วมกับทีมวิสัญญีและพยาบาล โดยในการจัดท่าผู้ป่วยมักจัดในท่านอนหงายเพื่อให้เอื้อต่อการใส่หน้ากาก (themoplastic mask) และการให้ออกซิเจนระหว่างการวางยาสลบ[1] นอกจากนั้นนักรังสีการแพทย์ยังเป็นผู้ที่ได้สัมผัสพูดคุยกับผู้ป่วยมากที่สุด ดังนั้นอาจโน้มน้าวผู้ป่วยให้นอนนิ่งๆ ได้ มีของเล่นมาจูงใจ มีวิดีทัศน์แสดงการฉายรังสีในเด็กให้ผู้ป่วยดู เพื่อที่จะได้ไม่ต้องวางยาสลบ ผู้ป่วยไม่ต้องนอนโรงพยาบาลและรับยาสลบทางเส้นเลือดทุกวัน

การฉายรังสีสมองและไขสันหลังต้องใช้เทคนิคที่ซับซ้อน เนื่องมาจากบริเวณที่จะฉายรังสี (สมอง ไขสันหลัง และเยื่อหุ้มสมอง/ไขสันหลัง) มีขนาดใหญ่เกินกว่าขนาดลำรังสี 40 x 40 ซม. ดังนั้นจำเป็นที่ต้องมีการต่อลำรังสี โดยใช้ 3 isocenters ประกอบด้วย

1. Brain fields (left lateral and right lateral opposing fields)
2. Upper spine field (posterior field)
3. Lower spine field (posterior field)

การฉายรังสีเทคนิคเช่นนี้ ทำให้เกิดการต่อลำรังสี 2 บริเวณ คือ brain-upper spine และ upper spine-lower spine ซึ่งการต่อลำรังสีที่จุดเดิมทุกครั้งอาจผิดพลาดและก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น ถ้ามีการซ้อนทับของลำรังสีจะทำให้บริเวณนั้นได้รับรังสีเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า หรือถ้าเกิดช่องว่างระหว่างลำรังสีจะทำให้บริเวณนั้นได้รับรังสีน้อย จึงจำเป็นต้องมีการใช้ feathering technique คือการเปลี่ยนจุดต่อลำรังสี 3-5 จุดในแต่ละบริเวณ ดังรูปที่ 1 เพื่อกระจายความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นดังที่กล่าวไป



รูปที่ 1. การเปลี่ยนจุดต่อลำรังสี 5 จุดในแต่ละบริเวณที่มีการต่อลำรังสี

ในอดีตจะขีดขอบเขตลำรังสีใหม่ที่ตัวผู้ป่วยทุกครั้งที่เปลี่ยนจุดต่อลำรังสี แต่ในปัจจุบันมี computer planning system ที่ดีขึ้น จึงไม่จำเป็นต้องขีดขอบเขตลำรังสีใหม่ที่ตัวผู้ป่วยทุกครั้งที่เปลี่ยนจุดต่อลำรังสี แต่จะขีด setup field เพียงครั้งแรกครั้งเดียว แล้วให้คอมพิวเตอร์ควบคุมการเปลี่ยนขนาดลำรังสีและจุดต่อลำรังสีตามที่ได้วางแผนไว้ โดยมีการตรวจสอบตำแหน่งของลำรังสีเป็นระยะเมื่อมีการเปลี่ยนจุดต่อของลำรังสี ส่งผลให้นักรังสีการแพทย์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความผิดพลาดน้อยลง

ในปัจจุบันมีเทคนิคพิเศษในการฉายรังสีสมองและไขสันหลัง เช่น IMRT, VMAT, tomotherapy, proton therapy สามารถกำหนดขอบเขตของรังสีให้ครอบคลุมบริเวณที่จะฉายรังสีโดยที่อวัยวะสำคัญข้างเคียงได้รับรังสีน้อยลง อาจส่งผลให้เกิดผลข้างเคียงจากการฉายรังสีลดลง เช่น ลดผลข้างเคียงต่อหัวใจ และการเกิดมะเร็งทุติยภูมิบริเวณที่ได้รับรังสี[2,3] แต่อย่างไรก็ตามเทคนิคพิเศษดังกล่าวยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย และบางสถาบันก็ยังไม่มีอุปกรณ์ดังกล่าว

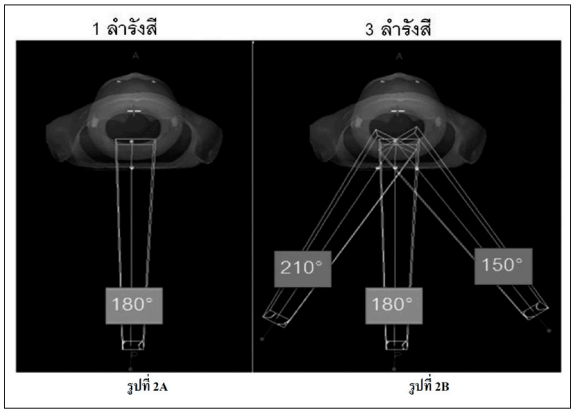
เพื่อเป็นการลดผลข้างเคียงดังกล่าว ทางสาขารังสีรักษา รพ.จุฬาลงกรณ์ จึงริเริ่มทำงานวิจัยการฉายรังสีสมองและไขสันหลังด้วยเทคนิค 3 มิติ[4] โดยการฉายรังสีด้วยหลายลำรังสีบริเวณ spine field จากเดิม 1 ลำรังสี (Gantry 180 องศา) เป็น 3 ลำรังสี (Gantry 150, 180, 210 องศา) ดังรูปที่ 2 โดยใช้ Eclipse treatment planning system และโฟตอนพลังงาน 6 MV

งานวิจัยได้ผลสรุปว่าการฉายรังสีสมองและไขสันหลังด้วยเทคนิค 3 มิติ โดยใช้ 3 ลำรังสี ได้ผลดีกว่า 1 ลำรังสี โดย V25Gy of heart มีค่า 3.04 ± 1.58 % และ 42.48 ± 6.91 % ตามลำดับ ($p < .005$) ดังรูปที่ 3 และ V20 Gy of body มีค่า 29.88 ± 8.07 % และ 35.28 ± 9.72 % ตามลำดับ ($p < .005$) ดังนั้นผลสรุปจากงานวิจัยนี้อาจเป็นทางเลือกสำหรับการใช้เทคนิคพิเศษในการฉายรังสีสมองและไขสันหลัง ซึ่งวิธีการรักษานั้นขึ้นกับการตัดสินใจของแพทย์ผู้รักษาว่าจะเลือกใช้เทคนิคใด ประกอบกับความพร้อมของเครื่องมือที่มีในแต่ละสถาบัน

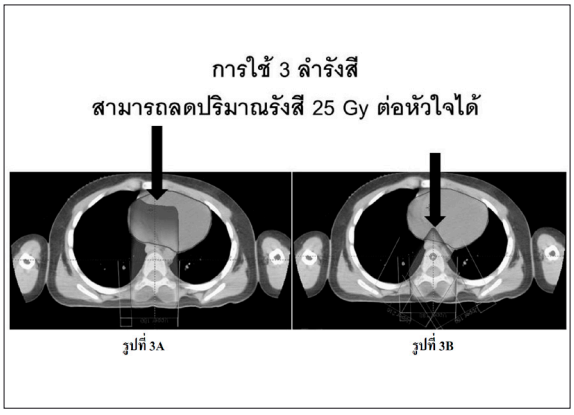
หน้าที่หลักของนักรังสีการแพทย์ คือ

1. การจัดท่าผู้ป่วยขณะทำ CT simualtion โดยให้ผู้ป่วยนอนหงาย แขนวางข้างลำตัว เงยหน้า เชิดคาง ดึงไหล่ลู่ลง และทำหน้ากากเพื่อยึดตรึงผู้ป่วย ถ้าต้องวางยาสลบให้เอาหน้ากากออกซิเจนครอบเหนือหน้ากาก และติดเครื่องวัดออกซิเจนบริเวณนิ้วผู้ป่วย

2. การจัดท่าผู้ป่วยก่อนการฉายรังสี โดยเริ่มจากจัด setup field ของ brain field บนหน้ากากให้ตรงตำแหน่ง แล้วเลื่อน couch longitudinal เพียงอย่างเดียวเพื่อให้เกิด



รูปที่ 2. เปรียบเทียบการฉายรังสีบริเวณ spine fields ด้วย 1 ลำรังสี (รูปที่ 2A) และ 3 ลำรังสี (รูปที่ 2B)



รูปที่ 3. เปรียบเทียบ V_{25Gy} of heart ด้วยการฉายรังสีด้วย 1 ลำรังสี (รูปที่ 3A) และ 3 ลำรังสี (รูปที่ 3B) ซึ่งมีค่า 3.04 ± 1.58 % และ 42.48 ± 6.91 % ตามลำดับ ($p < .005$)

ความผิดพลาดจากการจัดท่าผู้ป่วยน้อยที่สุด หลังจากนั้นทำการจัดผู้ป่วยเพื่อให้ตรวจสอบตำแหน่งของ spine field ขณะที่ตำแหน่งของ brain field ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเพราะว่าถูกยึดตรึงด้วยหน้ากาก (กำหนดให้ isocenters ของ brain field และ spine field มี X และ Z coordinates เดียวกัน ต่างกันเพียง Y coordinate ดังรูปที่ 1)

3. การตรวจตำแหน่งการฉายรังสีจาก electronic portal imaging หรือ cone-beam CT โดยทำสัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง แต่ต้องคำนึงถึงปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้นจากการทำภาพดังกล่าวด้วย ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ซึ่งแพทย์ได้เผื่อขอบแขตไว้แล้ว คือ สมอง ± 0.5 ซม. และ ไขสันหลัง ± 1 ซม.

4. การฉายรังสีผู้ป่วย จะต้องกระทำอย่างรวดเร็วหลังจากตรวจตำแหน่งการฉายรังสีจากภาพ เพื่อลดความผิดพลาดจากการที่ผู้ป่วยขยับร่างกาย (ผู้ป่วยที่ไม่ได้วางยาสลบ) โดยขนาดลำรังสีและจุดต่อลำรังสีจะถูกควบคุมโดยระบบคอมพิวเตอร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อ.นพ.ทัศน์พงศ์ รายยวา ซึ่งเป็นที่ปรึกษาในการเขียนบทความนี้ และรองศาสตราจารย์ศิวลี สุริยาปี ซึ่งขัดเกลาบทความนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Parker WA, Freeman CR. A simple technique for craniospinal radiotherapy in the supine position. Radiother Oncol. 2006; 78: 217-22.
2. Brodin NP, Munck Af Rosenschold P, Aznar MC, Kiil-Berthelsen A, Vogelius IR, Nilsson P, et al. Radiobiological risk estimates of adverse events and secondary cancer for proton and photon radiation therapy of pediatric medulloblastoma. Acta Oncol. 2011; 50: 806-16.
3. Sharma DS, Gupta T, Jalali R, Master Z, Phurailatpam RD, Sarin R. High-precision radiotherapy for craniospinal irradiation: evaluation of three-dimensional conformal radiotherapy, intensity-modulated radiation therapy and helical TomoTherapy. Br J Radiol. 2009; 82: 1000-9.
4. Senawin N, Raiyawa T. Three-Field Conformal Spinal Radiation Compared to Posterior Spinal Field in Craniospinal Irradiation. [Thesis].

ผลกระทบของระยะเวลารวมการรักษาต่อผลการรักษาของรังสีรักษาในมะเร็งปากมดลูก

The Impact of overall treatment time on treatment outcome of radiotherapy in cervical cancer.

ภาณุภัทร รักพงษ์* **นิสา ชวพันธุ์****
เอกสิทธิ ธราวิจิตรกุล**

**หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชารังสี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*
***หน่วยรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*

ABSTRACT

Backgrounds

The adverse effect on treatment outcome for prolongation of overall treatment time (OTT) in radiotherapy has been reported in some studies.

Objective

This study aimed to clarify the impact of OTT on the treatment outcome of radiotherapy in cervical cancer.

Materials and methods

The records of 130 cervical cancer patients with squamous cell carcinoma (stage IB to IVA) underwent definitive radiotherapy in year 2009-2013 were retrospective studied. The patients received the totally EQD2 cumulative dose at point A which consisted of external beam radiotherapy of 44 Gy whole pelvic then midline block to 50 Gy, followed by parametrium boost to 56 Gy and Ir-192 intracavitary brachytherapy with point A dose of 7 Gy for four fractions. The patients were separated into 2 groups based on OTT recommended by American Brachytherapy Society, OTT ≤ 56 day (group 1) and > 56 day (group 2). Kaplan-Meier and Log-rank were used to test for the difference between 2 groups. Cox regression was used for univariate and multivariate analysis (MVA) to identify the prognostic factor.

Results

For the studied group, OTT ranged 44-88 day and EQD2 ranged 83.6-86.1 Gy. Local control rate (p = 1.000), distant metastasis free survival rate (p = 0.923), disease Free Survival (DFS) (p = 0.734), cause specific survival (p = 0.410) and overall Survival (OS) (p = 1.000) were not significantly different between 2 groups. MVA identified initial tumor size as the prognostic factor of DFS (p = 0.016) and stage for OS (p = 0.007).

Conclusions

Our results revealed that there was no impact of OTT on the treatment outcome and survival rate. Tumor size greater than 4 cm was the prognostic factor of DFS and stage for OS.

Keywords

brachytherapy, local control rate, overall survival rate, overall treatment time, radiotherapy

บทคัดย่อ

หลักการและเหตุผล

มีรายงานว่าระยะเวลารวมในการรักษาที่ยาวนานขึ้นในรังสีรักษาส่งผลต่อผลการรักษา

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของระยะเวลารวมในการรักษาต่อประสิทธิภาพของรังสีรักษาในมะเร็งปากมดลูก

วัสดุและวิธีการ

ทำการเก็บข้อมูลย้อนหลังในผู้ป่วย 130 คน ที่เข้ารับการรักษา ณ แผนกรังสีรักษา โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552-2556 โดยผู้ป่วยมีผลชิ้นเนื้อว่าเป็นมะเร็งปากมดลูกชนิด squamous cell carcinoma ระยะ IB ถึง IVA ปริมาณรังสีรวม (EQD_2) ที่ point A ได้รับจากการฉายรังสีอุ้งเชิงกราน 44 เกรย์ จากนั้นทำ midline block จนปริมาณรังสีถึง 50 เกรย์ ต่อด้วย parametrium boost เพื่อให้ได้ปริมาณรังสีรวม 56 เกรย์ ร่วมกับการใส่แร่ในโพรงมดลูกด้วยสารกัมมันตรังสี Ir-192 ให้ point A ได้รับรังสีครั้งละ 7 เกรย์ 4 ครั้ง ผู้ป่วยถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้ป่วยที่มีระยะเวลารวมในการรักษาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 56 วัน เป็นกลุ่มที่ 1 ตามคำแนะนำของ American Brachytherapy Society และกลุ่มที่ 2 คือ ผู้ป่วยที่มีระยะเวลารวมในการรักษามากกว่า 56 วัน ใช้วิธี Kaplan-Meier และการทดสอบ Log-rank เพื่อหาความแตกต่างการรอดชีวิตระหว่าง 2 กลุ่มตัวอย่าง Cox regression นำมาใช้วิเคราะห์ตัวแปรเพื่อระบุปัจจัยพยากรณ์โรค

ผลการศึกษา

พบว่าในกลุ่มผู้ป่วยที่ศึกษามีระยะเวลารวมในการรักษาอยู่ระหว่าง 44 ถึง 88 วัน และปริมาณรังสีรวม (EQD_2) ที่ point A มีค่าตั้งแต่ 83.6 ถึง 86.1 เกรย์ จากการทดสอบไม่พบความ

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง 2 กลุ่ม ในอัตราการควบคุมโรคเฉพาะที่ (p =1.000) อัตราการอยู่รอดโดยโรคมะเร็งไม่แพร่กระจายไปยังอวัยวะอื่น (p = 0.923) อัตราการอยู่รอดโดยปราศจากโรค (p = 0.734) อัตราการอยู่รอดจากโรคมะเร็งโดยไม่มีสาเหตุอื่นของการตาย (p =0.410) และอัตราการอยู่รอดโดยรวม (p = 1.000) การวิเคราะห์หลายตัวแปรระบุว่าขนาดก้อนมะเร็งก่อนการรักษา สามารถใช้เป็นปัจจัยในการพยากรณ์อัตราการอยู่รอดโดยปราศจากโรค (p = 0.016) และระยะโรคสำหรับอัตราการอยู่รอดโดยรวม (p = 0.007)

ข้อสรุป

จากการศึกษานี้ พบว่าไม่มีผลกระทบของระยะเวลารวมในการรักษาด้วยรังสีต่อผลการรักษาและการมีชีวิตรอด ก้อนมะเร็งก่อนการรักษาที่มีขนาดใหญ่กว่า 4 ซมขึ้นไป สามารถใช้เป็นปัจจัยพยากรณ์อัตราการอยู่รอดโดยปราศจากโรคและระยะโรคสามารถใช้พยากรณ์อัตราการอยู่รอดโดยรวมได้

บทนำ

มะเร็งปากมดลูก (Cervical cancer) เป็นมะเร็งที่พบได้บ่อยในสตรีชาวไทยเป็นอันดับ 2 รองจากมะเร็งเต้านม[1] (Breast cancer) และพบเป็นอันดับ 3 จากสถิติของหน่วยรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา[2] คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ รังสีรักษามีบทบาทสำคัญในการรักษามะเร็งปากมดลูกทั้งในระยะต้น หลังการผ่าตัด หรือให้การรักษาเพื่อประคับประคองอาการ[3] ในกรณีที่ไม่สามารถผ่าตัดได้การรักษามะเร็งปากมดลูกจะเป็นการฉายรังสีจากภายนอก (External beam radiotherapy) ร่วมกับการให้รังสีรักษาระยะใกล้หรือการใส่แร่ (Intracavitary brachytherapy) เพื่อให้ก้อนมะเร็งได้รับปริมาณรังสี 80-90 เกรย์

นอกจากปริมาณรังสีแล้ว เวลารวมในการรักษาอาจมีผลกระทบต่อผลการรักษา The American Brachytherapy Society (ABS) แนะนำว่าควรใช้เวลารวมไม่เกิน 56 วัน[4] และมีงานวิจัยที่แสดงถึงผลกระทบจากเวลารวมในการรักษาต่อผลการรักษาการวิจัยครั้งนี้จึงออกแบบการศึกษาข้อมูลผู้ป่วยย้อนหลัง รวบรวมข้อมูลการรักษา การติดตามผลการรักษา เช่น การควบคุมโรคเฉพาะที่การอยู่รอดโดยปราศจากโรค และได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยว่าการใช้เวลารักษาที่นานขึ้นจะลดความสามารถในการควบคุมโรคและการมีชีวิตรอดของผู้ป่วย ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการรักษามะเร็งปากมดลูกด้วยการให้รังสีรักษา

วัสดุและวิธีการ

ข้อมูลผู้ป่วย

การวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมจากคณะกรรมการจริยธรรมคณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ID 2845 ทำการรวบรวมข้อมูลของผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูกที่รับรังสีรักษาและติดตามผลการรักษาที่หน่วยงานรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ระหว่างปี พ.ศ. 2552-2556 เช่น อายุ มีผลการตรวจชิ้นเนื้อทางพยาธิวิทยายืนยันว่าเป็นมะเร็งปากมดลูกชนิด squamouscell carcinoma ระยะโรค การลุกลามไปยังต่อมน้ำเหลือง ข้อมูลเทคนิคการฉายรังสี ปริมาณรังสี ข้อมูลการใส่แร่ การได้รับยาเคมีบำบัด เวลาที่ใช้ในการรักษา ผู้ป่วยที่เคยได้รับการรักษาโรคในอุ้งเชิงกราน ด้วยการฉายรังสีจากภายนอก

การใส่แร่ ให้ยาเคมีบำบัดหรือการผ่าตัดมาก่อนไม่นำเข้าสู่งานวิจัย ทำการแบ่งผู้ป่วยเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่ม 1 ใช้เวลาการรักษาน้อยกว่าหรือเท่ากับ 56 วัน และกลุ่ม 2 ใช้เวลามากกว่า 56 วัน

รังสีรักษา

ผู้ป่วยได้รับการฉายรังสีจากภายนอกบริเวณอุ้งเชิงกราน ในปริมาณรังสี 2 เกรย์ต่อครั้ง 5 ครั้งต่อสัปดาห์ จนถึง 44 เกรย์จากนั้นจึงทำ Midline block ดำเนินการฉายรังสีต่อจนถึง 50 เกรย์แล้วต่อด้วย parametrium boost จนได้ปริมาณรังสี 56 เกรย์ร่วมกับการให้ยาเคมีบำบัด (Cisplatin, Carboplatin) สัปดาห์ละครั้ง ตามด้วยการให้รังสีระยะใกล้ใช้อุปกรณ์ Fletcher applicator (Asia Pacific modification; Nucletron, Veenendaal, An Elekta company, Stockholm, Sweden)โดยกำหนดให้ point A ได้ปริมาณรังสี 7 เกรย์เป็นจำนวน 4 ครั้ง ตามคำแนะนำของ The International Committee on Radiation Units and Measurement (ICRU) No. 38.[5]

การคำนวณปริมาณรังสี

The Groupe Européen de Curiethérapie-The European Society of Therapeutic Radiology and Oncology (GEC-ESTRO)[6] ได้เสนอวิธีคำนวณปริมาณรังสีที่ทำให้เกิดผลทางชีววิทยาที่เท่ากัน (Biological Effective Dose, BED) จากการให้รังสีทั้งสองแบบนำมารวมกัน โดยคำนวณปริมาณรังสีที่ให้ผลทางชีววิทยาเหมือนกับการฉายรังสีแบบดั้งเดิมครั้งละ 2 เกรย์ (Conventional fractionation) หรือค่า Equivalent dose 2 Gy per fraction (EQD2) ซึ่งสามารถนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบแผนการรักษา หรือการใช้ปริมาณรังสีในปริมาณหรือจำนวนครั้งที่ต่างกันได้ค่า BED สามารถคำนวณได้โดยสมการที่ 1[7]

$$BED = nd[1+(d/(\alpha/\beta))] \quad .....[1]$$

n = จำนวนครั้งของการให้รังสี

d = ปริมาณรังสีที่ให้ในแต่ละครั้ง

α/β = อัตราส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความไวต่อรังสีมีหน่วยเป็นเกรย์ (Gy) ซึ่งหมายถึงปริมาณรังสีที่ทำให้เกิดการตายของเซลล์แบบไม่สามารถซ่อมแซม (α) และการตายแบบซ่อมแซมไม่สำเร็จ (β) จากสมการ linear quadratic เท่ากัน (มะเร็ง = 10 เกรย์: Gy10, เนื้อเยื่อปกติ = 3 เกรย์: Gy3)

สำหรับเซลล์ที่มีการแบ่งตัวไม่ต่อเนื่อง BED สามารถคำนวณได้โดยสมการที่ 2[8]

$$BED = nd[1+(d/(\alpha/\beta)]-K(T-Tk) \quad ....[2]$$

K = ค่า BED ที่ลดลงต่อวัน เนื่องจากระยะเวลาที่ใช้รักษาเพิ่มขึ้นหน่วยเป็นเกรย์ต่อวัน (มะเร็งชนิด Squamous cell ค่า BED สำหรับมะเร็ง (ค่า α/β= 10) ลดลง 0.5 – 0.9 Gy10ต่อวัน)

T = ระยะเวลารวมที่ใช้รักษา

Tk = ระยะเวลาหลังจากได้รับรังสีครั้งแรกจนถึงก่อนที่เซลล์มะเร็งเร่งแบ่งตัวเรียก Kick-off time มีค่าระหว่าง 21 และ 28 วัน

การคำนวณปริมาณรังสีที่ให้ผลทางชีววิทยาเหมือนกับการฉายรังสีแบบดั้งเดิมครั้งละ 2 เกรย์ค่า EQD[2] คำนวณจากสมการที่ 3[7]

$$EQD2 = [BED/(1+2/(\alpha/\beta))] \quad ....[3]$$

สถิติ

สถิติเชิงพรรณนาที่ใช้ในการอธิบายข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการรอดชีพด้วยวิธี Kaplan –Meier9 ใช้การทดสอบ Log-rank เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการรักษาสองกลุ่มเวลาการรักษา วิเคราะห์ตัวแปรเดียว (Univariate analysis) ที่มีผลต่อการอยู่รอดของผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูกโดยใช้วิธี Cox regressionจากนั้นทำการวิเคราะห์หลายตัวแปร (Multivariate analysis) โดยคัดเลือกตัวแปรที่มีค่า p-value ≤ 0.20 จากการวิเคราะห์ตัวแปรเดียวเข้าสู่การทดสอบ และทำการคัดเลือกปัจจัยโดยวิธี Forward Stepwise Likelihood Ratio เกณฑ์การตัดสินใจ คือ ค่า p-value < 0.05 โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS statistics version 22 (64 bit)

ผลการศึกษา

ผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูกจำนวน 130 รายได้นำเข้าสู่การศึกษา ผู้ป่วย 80 รายมีระยะเวลาที่ใช้ในการรักษารวม (total treatment time) น้อยกว่า 56 วัน ผู้ป่วยส่วนใหญ่ (64%) อยู่ในระยะที่ IIB ตามการจัดระยะของโรคโดย FIGO จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยทั่วไปของผู้ป่วย จำนวนผู้มีก้อนมะเร็งก่อนการรักษาขนาดใหญ่กว่า 4 ซม มีจำนวน 30 คน (39.5%) ในกลุ่ม 1 และ 20 คน (43.5%) ในกลุ่ม 2 พบว่าลักษณะของผู้ป่วยใน 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกันยกเว้นระยะของโรคและค่า EQD2 ที่นำปัจจัยด้านเวลามาคำนวณร่วมด้วยนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 1

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระยะเวลารวมในการรักษากับผลการรักษาด้วยวิธี Kaplan-Meier จากภาพที่ 1A-1E และ ตารางที่ 2 พบว่า อัตราการ

ตารางที่ 1 ลักษณะผู้ป่วยใน 2 กลุ่มเวลาการรักษา (จำนวน 130 คน)

ลักษณะผู้ป่วย	กลุ่ม 1 เวลารวม ≤ 56 วัน (จำนวน 80 คน) ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	กลุ่ม 2 เวลารวม > 56 วัน (จำนวน 50 คน) ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	*p-value*
ระยะโรค [จำนวน (%)]			0.044**
IB	1 (1.3%)	1 (2.0%)	
IIA	1 (1.3%)	4 (8.0%)	
IIB	57 (71.3%)	26 (52.0%)	
IIIB	21 (26.3%)	18 (36.0%)	
IVA	0 (0%)	1 (2.0%)	
อายุ (ปี)	52.56 (8.27)	52.82 (7.54)	0.859
Nodal involvement			0.420
Lymph node negative	32 (65.3%)	12 (52.2%)	
Lymph node positive	17 (34.7%)	11 (47.8%)	
ขนาดก้อนก่อนการรักษา (ซม)	4.19 (1.45)	4.22 (1.43)	0.906
ขนาดก้อนเมื่อใส่แร่ครั้งแรก (ซม)	1.72 (1.34)	1.47 (1.51)	0.348
EQD_2 total (Gy_{10})	84.27 (0.14)	84.17 (0.39)	0.140
EQD_2 with time factor (Gy_{10})	77.96 (0.98)	73.85 (2.15)	<0.001**

*** ตัวแปรที่มีค่า p-value < 0.5*

ควบคุมโรคเฉพาะที่ (local control rate) (p = 1.000) อัตราการอยู่รอดโดยโรคมะเร็งไม่แพร่กระจายไปยังอวัยวะอื่น(distant metastasis free survival rate) (p =0.923) อัตราการอยู่รอดโดยปราศจากโรคมะเร็ง (disease free survival rate) (p = 0.734) อัตราการอยู่รอดจากโรคมะเร็งโดยไม่มีสาเหตุอื่นของการตาย (cause specific survival rate) (p = 0.410) และอัตราการอยู่รอดโดยรวมของผู้ป่วย (overall survival rate) (p = 1.000) ไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลารวมในการรักษา การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการอยู่รอดโดยปราศจากโรคและอัตราการอยู่รอดโดยรวมของผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูก โดยใช้ Cox regression ดังตารางที่ 3 และ 4 เป็นการวิเคราะห์ตัวแปรเดียวและหลายตัวแปร พบว่าขนาดก้อนมะเร็งที่ปากมดลูกก่อนการรักษามีความสัมพันธ์กับอัตราการอยู่รอดโดยปราศจากโรคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.016) ผู้ป่วยที่ก้อนมะเร็งขนาดมากกว่า 4 ซม มีโอกาสเสี่ยงต่อการเสียชีวิตเนื่องจากกลับมาเป็นมะเร็งเป็น 3.223 เท่าของผู้ป่วยที่ก้อนมะเร็งขนาดน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 ซม และระยะโรคมีความสัมพันธ์กับอัตราการอยู่รอดโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.007) ผู้ป่วยระยะ III-IV มีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตเป็น 2.848 เท่าของผู้ป่วยระยะ I-II

บทวิจารณ์

กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษา 130 คน เวลารวมอยู่ระหว่าง 44-88 วัน ปัจจัยที่ทำให้เวลารวมมากกว่า 56 วัน เช่น ผลข้างเคียงจากการฉายรังสีหรือเคมีบำบัด วันหยุดราชการ เครื่องฉายรังสีขัดข้อง เป็นต้น

ในการศึกษานี้ ระยะเวลารวมในการรักษาไม่มีความสัมพันธ์กับผลการรักษา ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Wang และคณะ[10] พบว่าอัตราการควบคุมโรคในอุ้งเชิงกรานและอัตราการอยู่รอดโดยรวม

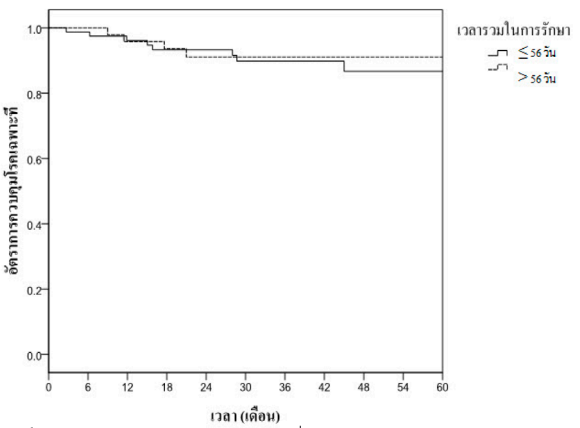
ตารางที่ 2 อัตราการควบคุมโรคเฉพาะที่ อัตราการอยู่รอดโดยโรคมะเร็งไม่แพร่กระจายไปยังอวัยวะอื่น อัตราการอยู่รอดโดยปราศจากโรคมะเร็ง อัตราการอยู่รอดจากโรคมะเร็งโดยไม่มีสาเหตุอื่นของการตาย และอัตราการอยู่รอดโดยรวมของผู้ป่วยระยะเวลา 3 ปี ระหว่างกลุ่ม 1 และ 2

ผลการรักษา	กลุ่ม 1 เวลารวม ≤ 56 วัน (จำนวน 80 คน)	กลุ่ม 2 เวลารวม > 56 วัน (จำนวน 50 คน)	*p-value*
อัตราการควบคุมโรคเฉพาะที่	91.25 %	92.00 %	1.000
อัตราการอยู่รอดโดยโรคมะเร็ง ไม่แพร่กระจายไปยังอวัยวะอื่น	83.75 %	86.00 %	0.923
อัตราการอยู่รอดโดย ปราศจากโรคมะเร็ง	80.00 %	84.00 %	0.734
อัตราการอยู่รอดจากโรคมะเร็งโดยไม่มีสาเหตุอื่นของการตาย	88.75 %	82.00 %	0.410
อัตราการอยู่รอดโดยรวม	82.50 %	82.00 %	1.000

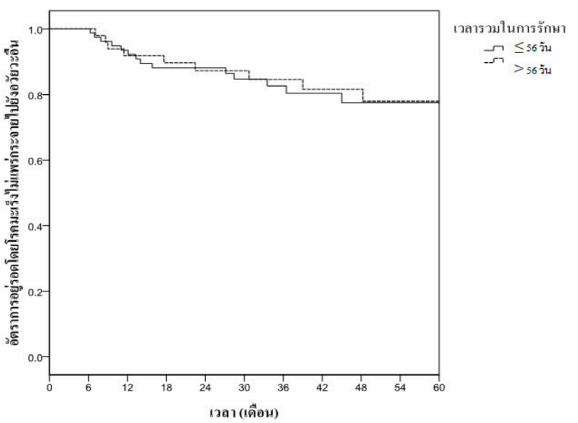
จากการวิเคราะห์ตัวแปรเดียวและหลายตัวแปร ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับเวลารวมในการรักษา เช่นเดียวกับการศึกษาของ Toita และคณะ[11] พบว่า เวลาการรักษาไม่ใช่ปัจจัยในการพยากรณ์โรค โดยไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการควบคุมโรคในอุ้งเชิงกราน และการอยู่รอดโดยปราศจากโรคกับระยะเวลาที่ใช้ในการรักษา

แต่อย่างไรก็ตาม มีหลายการศึกษาที่พบว่าระยะเวลาในการรักษามีความสัมพันธ์ต่อผลการรักษา เช่น การศึกษาของ Chen และคณะ[12] พบว่าอัตราการอยู่รอดจากโรคมะเร็งโดยไม่มีสาเหตุอื่นของการตาย และอัตราการควบคุมโรคในอุ้งเชิงกราน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มที่ใช้เวลารักษานานกว่า และอัตราการควบคุมโรคใน อุ้งเชิงกรานลดลงร้อยละ 0.67 ต่อวันที่เพิ่มขึ้น รวมถึงการศึกษา Ferrigno และคณะ[13] ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ตัวแปรเดียวและหลายตัวแปร พบว่าเวลารวมในการรักษาที่เพิ่มขึ้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้อัตราการควบคุมโรคเฉพาะที่ และอัตราการอยู่รอดโดยรวมลดลง อีกทั้งจากการศึกษาของ Chandel และคณะ[14] ยังพบว่าเวลารวมที่สั้นลงสามารถเพิ่มอัตราการควบคุมโรคเฉพาะที่ได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ในการศึกษานี้จากผู้ป่วย 130 คน มีค่าฐานนิยมอยู่ที่ 50 วัน ซึ่งมีค่าสั้นจึงไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างสองตัวแปรในการศึกษานี้

นอกจากนี้ ปัจจัยที่อาจส่งผลต่อผลการรักษา คือ ค่า EQD_2 จาก GEC-ESTRO การคำนวณปริมาณรังสีแบบ Vienna[15] แนะนำให้ผู้ป่วย ในมะเร็งปากมดลูกระยะต้นที่ยังไม่



รูปที่ 1A. อัตราการควบคุมโรคเฉพาะที่ (p = 1.000)

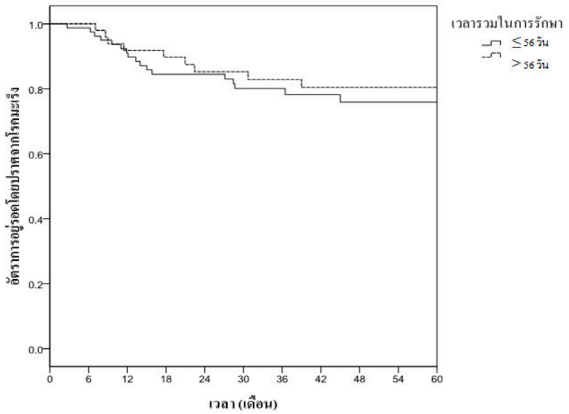


รูปที่ 1B. อัตราการอยู่รอดโดยโรคมะเร็งไม่แพร่กระจายไปยังอวัยวะอื่น (p = 0.923)

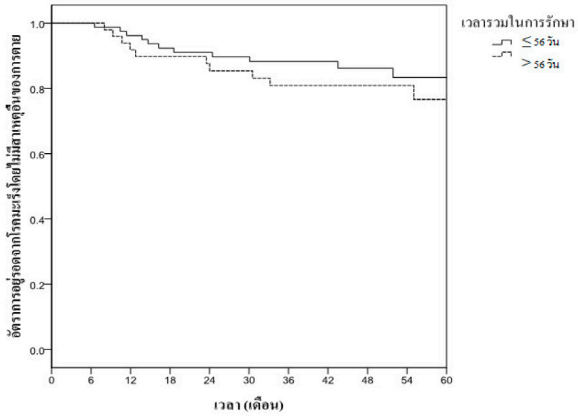
ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ตัวแปรเดียวสำหรับอัตราการอยู่รอดโดยปราศจากโรคและอัตราการอยู่รอดโดยรวม

ตัวแปรที่ใช้พยากรณ์โรค	Hazard ratio (DFS)	p-value	Hazard ratio (OS)	p-value
เวลารวมในการรักษา		0.770		0.779
≤ 56 วัน	1		1	
> 56 วัน	0.890		0.895	
อายุ		0.189***		0.399
≤ 60 วัน	1		1	
> 60 วัน	0.039		0.538	
ระยะโรค		0.001***		0.006***
I - II	1		1	
III - IV	3.711		2.849	
Nodal involvement		0.043***		0.921
Lymph node negative	1		1	
Lymph node positive	2.682		0.945	
ขนาดก้อนก่อนการรักษา		0.011***		0.014***
≤ 4 ซม	1		1	
> 4 ซม	2.733		2.629	
ขนาดก้อนเมื่อใส่แร่ครั้งแรก		0.217		0.403
≤ 1.5 ซม	1		1	
> 1.5 ซม	1.625		1.381	
EQD2 total		0.721		0.919
< 85 Gy10	1		1	
≥ 85 Gy10	1.440		1.110	
EQD2 with time factor		0.937		0.385
< 77.07 Gy10	1		1	
≥ 77.07 Gy10	0.970		1.394	

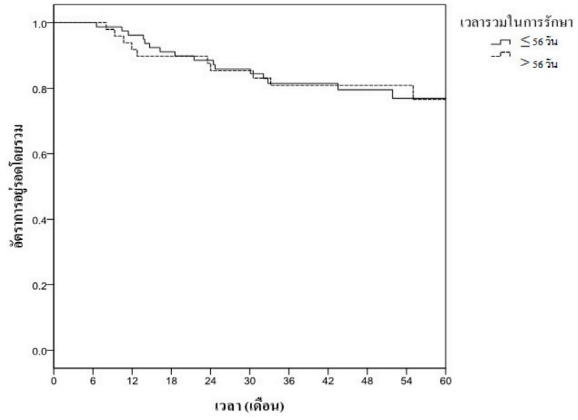
DFS = Disease free survival rate, OS = Overall survival rate, *** ตัวแปรที่ค่า *p–value* ≤ 0.2



รูปที่ 1C. อัตราการอยู่รอดโดยปราศจากโรคมะเร็ง (p = 0.734)



รูปที่ 1D. อัตราการอยู่รอดจากโรคมะเร็งโดยไม่มีสาเหตุอื่นของการตาย (p = 0.410)



รูปที่ 1E. อัตราการอยู่รอดโดยรวม (p = 1.000)

รูปที่ 1A-1E. กราฟการรอดชีวิตจากการวิเคราะห์สถิติ Kaplan-Meier โดยกลุ่ม 1 เส้นทึบ กลุ่ม 2 เส้นประ

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์หลายตัวแปรสำหรับอัตราการอยู่รอดโดยปราศจากโรคและอัตราการอยู่รอดโดยรวม

ตัวแปรที่ใช้พยากรณ์โรค	Hazard ratio (DFS)	p-value
ขนาดก้อนก่อนการรักษา		0.016
≤ 4 ซม	1	
> 4 ซม	3.223	
ระยะโรค		0.007
I - II	1	
III - IV	2.848	

DFS = Disease free survival rate, OS = Overall survival rate

ลุกลาม (limit disease) ได้รับปริมาณรังสีรวม EQD_2 ที่ point A 73-83 เกรย์และที่ระยะลุกลาม (extent disease) ควรได้รับปริมาณรังสีรวม EQD_2 ที่ point A 80-90 เกรย์ การศึกษานี้ผู้ป่วยได้รับปริมาณรังสีรวม EQD_2 ที่ point A อยู่ในช่วง 83.60-86.10 เกรย์ซึ่งอยู่ในช่วงปริมาณรังสีที่ GEC-ESTRO แนะนำและอาจทำให้ผลการรักษาใน 2 กลุ่มเวลาไม่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์ตัวแปรเดียวและหลายตัวแปร แสดงให้เห็นว่าขนาดของก้อนที่ปากมดลูกจากการตรวจก่อนรักษาเป็นปัจจัยในการพยากรณ์โรคของการอยู่รอดโดยปราศจากโรค (p = 0.016) และระยะของโรคสำหรับพยากรณ์อัตราการอยู่รอดโดยรวม (p = 0.007) สอดคล้องกับการศึกษาของ Flyes และคณะ[16] ในมะเร็งปากมดลูกระยะ I และ IIA พบว่าขนาดของก้อนมะเร็งเป็นปัจจัยการพยากรณ์การรอดชีวิตที่สำคัญที่สุด นอกจากนี้ Chen และคณะ[12] พบว่าจากการวิเคราะห์หลายตัวแปรปัจจัยที่นำมาใช้พยากรณ์โรคของการอยู่รอดโดยปราศจากโรค คือ ระยะโรค การตอบสนองของก้อนต่อรังสี และระยะเวลาที่ใช้ในการรักษา

อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากเป็นการศึกษาแบบย้อนหลัง ถึงแม้จำนวนผู้ป่วยในการศึกษาน้อยแต่เนื่องจากเป็นการศึกษาที่มีการควบคุมตัวแปรที่ส่งผลต่อการแปลผลอย่างชัดเจนในทั้งสองกลุ่ม เช่น ผลการตรวจชิ้นเนื้อเป็น SCCA ได้รับยาเคมีบำบัดชนิด platinum สัปดาห์ละครั้ง ขณะฉายรังสี ได้รับการรักษาจากทั้งการฉายรังสีและการใส่แร่ปริมาณรังสีต่อครั้งและจำนวนครั้งที่ได้เท่ากัน ขนาดของ

Midline block เท่ากับ 4 ซม ใช้อุปกรณ์ชนิด tandem/ovoid ทุกราย และไม่ได้รับการใส่แร่แบบฉุกเฉินก่อนการฉายรังสี ดังนั้น ผลที่ได้จากการศึกษานี้สอดคล้องกับหลายการศึกษาที่สนับสนุนว่า ระยะเวลาการรักษารวมไม่มีความสัมพันธ์ต่อผลการรักษาในผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูก

ถึงแม้การวิจัยนี้จะไม่พบความสัมพันธ์เวลารวมในการรักษาต่อผลการรักษา แต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติจึงควรใช้เวลารวมให้น้อยที่สุดเท่าที่ทำได้เพื่อป้องกันการเกิดการแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว (Repopulation) ของเซลล์มะเร็งมะเร็งปากมดลูกที่ส่งผลกระทบต่อผลการรักษาของผู้ป่วย

ข้อสรุป

ระยะเวลารวมในการรักษา ไม่มีผลกระทบต่อผลการรักษาและอัตราการรอดชีวิต ขนาดของก้อนมะเร็งที่มากกว่า 4 ซม และระยะของโรคเป็นปัจจัยที่ใช้พยากรณ์อัตราการรอดชีวิตในการวิเคราะห์ทั้งชนิดตัวแปรเดียวและหลายตัวแปร

เอกสารอ้างอิง

1. National Cancer Institution. Hospital-based cancer registry annual report 2012.Bangkok: Eastern printing public;2014.
2. Chitapanarux I, Srisukho S. Cancer incidence and mortality in Chiang Mai, Thailand. 2011. Chiang Mai: Academic publishing unit;2014.
3. จตุพล ศรีสมบูรณ์.มะเร็งปากมดลูก การวินิจฉัยและการรักษา.พี.บี.ฟอเรนบุ๊คส์ เซ็นเตอร์: กรุงเทพฯ;2557.
4. Nag S, Erickson B, Thomadsen B, Orton C, Demanes JD, Petereit D. The American brachytherapy society recommendations for high-dose-rate brachytherapy for carcinoma of the cervix. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2000;48:201-11.
5. ICRU report 38 (1985) Dose and volume specification for reporting intracavitary therapy in gynecology. Bethesda, MD: International Commission on Radiation Unit and Measurement: 1-20.
6. Potter R, Haie-Meder C, Limbergen EV, Barillot I, De Brabandere M, Dimopoulos J, et al. Recommendations from gynaecological (GYN) GEC ESTRO working group (II): Concepts and terms in 3D image-based treatment planning in cervix cancer brachytherapy-3D dose volume parameters and aspects of 3D image-based anatomy, radiation physics, radiobiology. Radiother Oncol 2006;78:67-77.
7. Jones B, Dale RG, Deehan C, Hopkins KI, Morgan DAL. The role of biologically effective dose(BED) in clinical oncology. Clin Oncol 2001;13:71-81.
8. Withers HR, Taylor JMG, Maciejewski B. The hazard of accelerated tumour clonogen repopulation during radiotherapy. Acta Oncol 1988;27:131–46.
9. อรุณ จิรวัฒน์กุล. สถิติทางวิทยาศาสตร์สุขภาพเพื่อการวิจัย (Statistic for health science research). พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพ: วิทยพัฒน์; 2552.

10. Wang CJ, Huang EY, Sun LM, Chen HC, Fang FM, Hsu HC, et al. Clinical comparison of two linear-quadratic model-based isoeffect fractionation schemes of high-dose-rate intracavitary brachytherapy for cervical cancer. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2004;59:179-89.
11. Toita T, Kakinohana Y, Ogawa K, Adachi G, Moramizato H, Nagai Y, et al. Combination external beam radiotherapy and high-dose-rate intracavitary brachytherapy for uterine cervical cancer: Analysis of dose and fractionation schedule. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2003;56:1344-53.
12. Chen SW, Liang JA, Yang SN, Ko HL, Lin FJ. The adverse effect of treatment prolongation in cervical cancer by high-dose-rate intracavitary brachytherapy. Radiother Oncol 2003;67:69-76.
13. Ferrigno R, Ribeito dos Santos Novaes PE, Pellizzon ACA, Conte Maia MA, Fogarolli RC, Gentil AC, et al. High-dose-rate brachytherapy in the treatment of uterine cervix cancer. Analysis of dose effectiveness and late complications. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2001;50:1123-35.
14. Chandel SS, Singh KK, Nigam AK, Baghel RS. Role of twice weekly HDR-brachytherapy in management of carcinoma of uterine cervix-experience of Rural centre in India. Global Journals Inc 2013;13:32-8.
15. Gerbaulet A, Potter R, Haie-Meder C. Cervix cancer. In:Gerbaulet A, Potter R, Mazeron JJ, Meertens H, Limbergen EV, editors. The GEC ESTRO handbook of brachytherapy. 1st ed. Leuven: ACCO; 2002. 301-64.
16. Fyles AW, Pintilie M, Kirkbride P, Levin W, Manchul LA, Rawlings GA, et al. Prognostic factors in patients with cervix cancer treated by radiation therapy: results of a multiple regression analysis. Radiother Oncol 1995;35:107-17.

Dosimetric evaluation of Acuros XB and AAA on lung volumetric modulated radiation therapy plan for stereotactic body radiation therapy technique

Puntiwa Oonsiri[1], Kitwadee Saksornchai[1] and Sivalee Suriyapee[2]

[1] *Department of Radiology, King Chulalongkorn Memorial Hospital, Bangkok, Thailand*
[2] *Department of Radiology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand*

Abstract

The purpose of this study was to compare the tissue heterogeneity correction of Acuros XB (AXB) and the analytical anisotropic algorithm (AAA) calculation in lung volumetric modulated radiation therapy (VMAT) plan for stereotactic body radiation therapy (SBRT) technique at different calculation grid size. The Gafchromic EBT2 films were used for percentage depth dose measurement with 6 MV photon beam of Varian Clinac iX at single field of 3x3, 5x5 and 10x10 cm^2 field sizes for validated the basic principle. The central axis depth dose was compared for dose calculation by AXB and AAA algorithm version 11.0.31. Nine cases of lung SBRT technique with 54 Gy in 2 partial arcs of VMAT plan were optimized and calculated by AAA 2.5 mm grid size. The same plan was subsequently recalculated with different algorithms and calculation grid size while maintaining monitor units: AAA 1.25 mm, AXB 2.5 mm and AXB 1.25 mm, respectively. PTV volume of $D_{95\%}$, CI and $R_{50\%}$, lung at $D_{1000\ cc}$ and $V_{20\ Gy}$ and chest wall at $D_{10\ cc}$ were evaluated. The percentage depth dose of standard field showed re-buildup region beyond inhomogeneity interface. No dose differences between grid sizes at the same algorithm were observed. The percentage deviations of percent dose of AXB were lesser than AAA when compared with Gafchromic EBT2 film measurement at 10 cm depth. The $D_{95\%}$ and CI of PTV volume were significantly different between algorithm and calculation grid size but the doses in lung and chest wall were not significantly different. The Gafchromic EBT 2 film measurements confirmed that the AXB was more accurate dose calculation in heterogeneity media than AAA which correlate with other studies. The recalculated plans by AXB demonstrated lower dose in PTV volume because most of PTV volume composed of the lung tissue. However, the dose measurement in clinical cases should be performed in phantom in the future. The AXB is recommended for tissue heterogeneity correction, especially for small lesions embedded in tissue heterogeneity.

Keyword: Tissue heterogeneity correction, Acuros XB, AAA, Lung SBRT

INTRODUCTION

Nowadays, the Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) is one technique which widely uses in radiotherapy treatment than Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT) in many regions, especially for small lung tumor due to it can decrease the treatment time, reduce the uncertainty caused by breathing and gives higher dose conformity to the tumor. It leads to reduce the high dose to normal tissue.

The stereotactic body radiotherapy (SBRT) has been applied for treatment of small tumor in lung region. It gives the higher dose per fraction to tumor but lesser number of fractions than conventional treatment. Then, the dose at normal structures (lung, chest wall, spinal cord, heart) is carefully determined. However, the dose accuracy in lung with small tumor is quite difficult to estimate due to the electronic disequilibrium. Many treatment planning systems try to develop the algorithm for tissue heterogeneity correction. The Acuros XB (AXB) is one algorithm of Eclipse treatment planning system that has introduced to correct dose in tissue heterogeneity. It uses the Linear Boltzman transport equation for heterogeneity correction in patient dose calculation. There are studies[1,2] show the dose calculation with AXB more accurate than the Analytical Anisotropic Algorithm (AAA) (previous heterogeneity correction algorithm) and accurate alternative to Monte Carlo.

This study aims to compare the dose accuracy between AAA and AXB algorithms by using Gafchromic EBT2 film to measure dose in phantom. The percentage depth doses (PDD) were compared with different field size and calculation grid size. Subsequently, the lung VMAT plans in SBRT technique were compared between both algorithms and different calculation grid sizes.

MATERIALS AND METHODS

A. Dose evaluation of single field in heterogeneity phantom

The 3D image of 7.5 cm Styrofoam, representing low density, (ρ = 0.03 g/cm^3) sandwiched between 5 cm solid water phantom, representing water, (ρ = 1.02 g/cm^3) was scanned with 4-sliced CT scanner (LightSpeed RT GE Medical system, Waukesha, WI, USA). The CT images were transferred to Eclipse treatment planning system (Varian Medical System, Palo Alto, CF, USA) for dose calculation with AXB and AAA algorithm version 11.0.31 at 3x3, 5x5 and 10x10 cm2 field sizes and different calculation grid sizes, 1.25 and 2.5 mm, respectively. All dose calculations utilized 6 MV photon beam of Varian Clinac iX (Varian Medical System, Palo Alto, CF, USA) at a source-to-surface distance of 100 cm and 200 monitor unit. The Gafchromic EBT2 films were used for dose measurement. Figure 1 shows the phantom and Gafchromic EBT2 films setup for dose calculation and measurement. The central axis depth dose comparisons

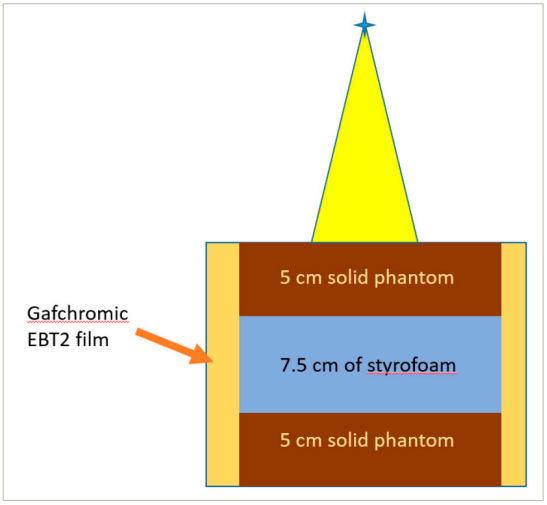


Figure 1 The phantom and Gafchromic EBT2 films setup for dose calculation and measurement for 3x3 cm^2, 5x5 cm^2 and 10x10 cm^2 field size at 100 cm SSD

were determined. The percentage deviations of percent dose from Gafchromic EBT2 film to AAA and AXB at 2.5 mm calculation grid size of 10 cm depth were calculated.

B. Clinical application in lung tumor

Nine cases of peripheral lung SBRT plan were selected to replan with 54 Gy (18 Gy/Fx) in VMAT technique with 2 partial arcs. The average PTV volume was 58.18 cc. The AAA 2.5 mm grid size was used for dose optimization and calculation. This study used the criteria for PTV and organs at risk optimization per protocol RTOG 0813 [3]. Figure 2 shows the parameter setup in the Eclipse treatment planning system for dose optimization. The 95% of PTV volume was covered by the prescription dose. The same plan was subsequently recalculated with different algorithms and calculation grid size while maintaining the same monitor units: AAA 1.25 mm, AXB 2.5 mm and AXB 1.25 mm, respectively. The isodose distribution and DVH parameters were evaluated in term of [3]:

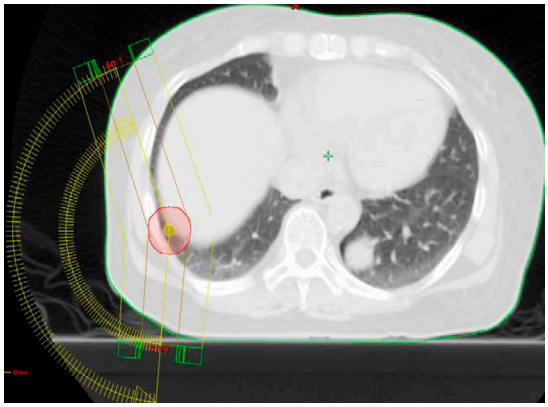


Figure 2. The axial view of sample case for lung VMAT plan with 2 partial arcs in SBRT technique. The parameter setting was 6 MV of photon beam at gantry 340°-185° (CCW and CW) for 6x4 cm^2 field size

- $D_{95\%}$: the dose to 95% of PTV volume as displayed on dose volume histograms (DVH)
- Conformity Index (CI) : the volume enclosed by the prescription isodose divided by the target volume
- $R_{50\%}$: the ratio of the volume of 50% of prescription dose isodose to the volume of the PTV
- lung at $D_{1000\ cc}$ and $V_{20\ Gy}$ and chest wall at $D_{10\ cc}$

The paired t-test with significant level $p < 0.05$ was used for the test of statistical differences of VMAT plans between AAA-AXB at 2.5 mm for different algorithm and AXB 1.25 mm- AXB 2.5 mm for different calculation grid size.

RESULTS

A. Dose evaluation of single field in heterogeneity phantom

Figure 3 shows the PDD of dose calculation and measurement in each field size. In low density region, the AXB calculations show lesser different to Gafchromic EBT2 film measurement than AAA calculations for all field size. It means that, the AXB is more accurate for dose heterogeneity correction than AAA, which is confirmed by Bush et al. [4]. Table 1 shows the percentage deviation of percent dose from Gafchromic EBT2 film measurement to AAA and AXB at 10 cm depth for 2.5 mm calculation grid size. Small field shows larger percentage deviations of percent dose due to the changes in secondary electron fluence or may be a partial loss of electronic equilibrium; it effects to decrease in absorbed dose. The rebuild up region beyond heterogeneity interface is the same in both algorithms, overestimate than Gafchromic EBT2 film measurement. However, the AAA shows more overestimate than AXB which correspond to the study of Yusuke et al. [5]. The maximum percentage deviations of percent dose for rebuild up region are 17.38 and

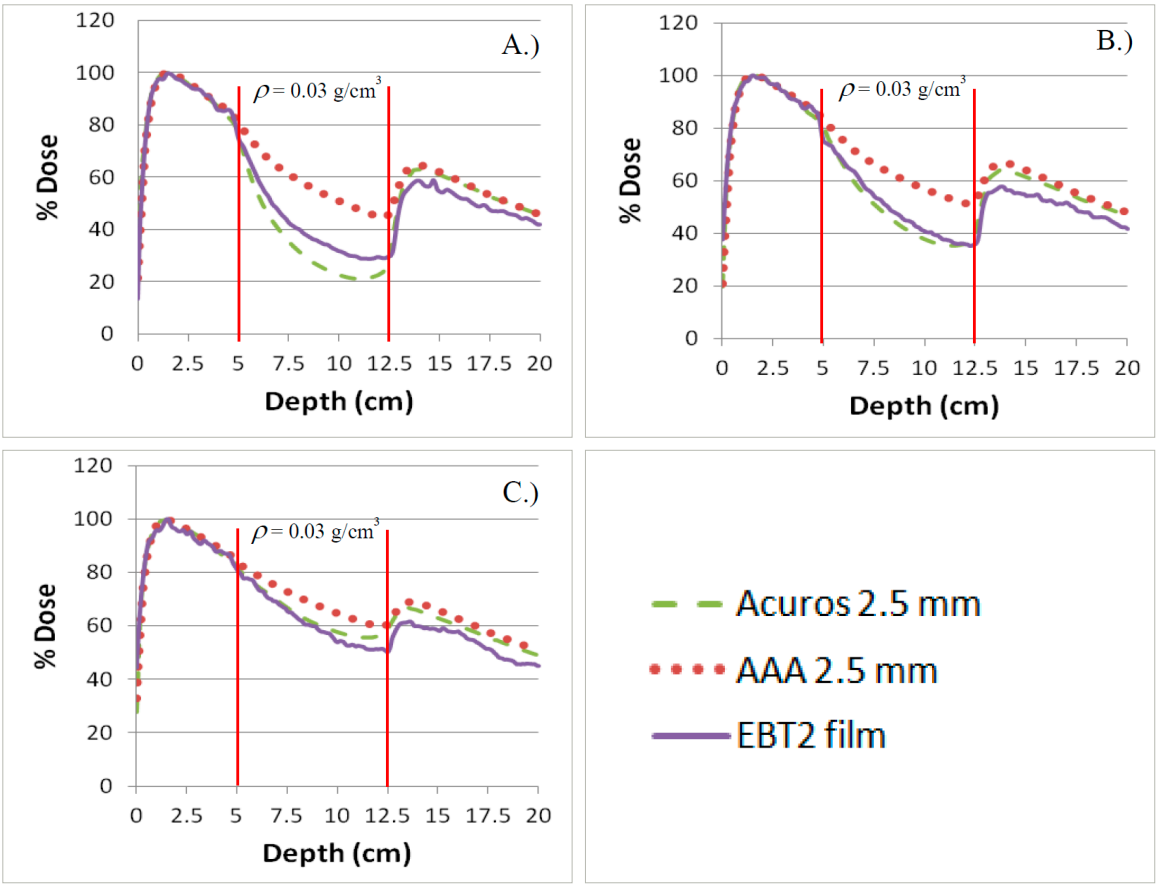


Figure 3 The PDD in heterogeneity phantom between AXB, AAA calculation and measurement at 2.5 mm calculation grid size
(A.) 3x3 cm^2 field size (B.) 5x5 cm^2 field size (C.) 10x10 cm2 field size

13.04, overestimate than Gafchromic EBT2 film measurement, for AAA and AXB respectively. Figure 4 shows the PDD of dose calculation between different calculation grid size for AXB algorithm at 3x3 cm2 field size. No dose differences between calculation grid sizes at the same algorithm are observed for single field which similar to the study of Kroon et al.[6] studied.

B. Clinical application in lung tumor

Table 2 shows the summary of doses at PTV volume of $D_{95\%}$, CI and $R_{50\%}$, lung at D_{1000cc} and $V_{20\ Gy}$ and chest wall at D10cc for nine lung VMAT plans using SBRT technique. The result showed mainly dose differences at PTV volume but the dose in organs at risk were comparable between algorithm (AAA and AXB) and calculation grid size (2.5 and 1.25 mm). Figure 5 shows the isodose distribution and DVH of

Table 1 The percentage deviation of percent dose from Gafchromic EBT2 film to AAA and AXB at 10 cm depth for 2.5 mm calculation grid size

FS (cm^2)	% Dose at 10 cm depth 2.5 mm calculation grid size			% Deviations of %Dose	
	AAA	AXB	EBT 2 Film	AAA- EBT2 Film	AXB- EBT2 Film
3x3	50.87	22.55	31.94	59.27	-29.40
5x5	56.77	37.80	40.67	39.59	-7.06
10x10	64.82	57.84	53.88	20.30	7.35

Table 2 The doses at PTV volume of $D_{95\%}$, CI and $R_{50\%}$, Lung at $D_{1000\ cc}$ and $_{V20\ Gy}$ and chest wall at $D_{10\ cc}$ for nine lung VMAT plans in SBRT technique

Volume	Dose Limit	AAA Grid size (mean ± SD)		Acuros Grid size (mean ± SD)	
		1.25 mm	2.5 mm	1.25 mm	2.5 mm
PTV					
- $D_{95\%}$	54 Gy	(55.33 ± 0.92) Gy	(55.05 ± 0.84) Gy	(52.55 ± 5.90) Gy	(52.01 ± 5.49) Gy
- CI	< 1.2	1.03 ± 0.06	1.02 ± 0.05	0.92 ± 0.21	0.91 ± 0.19
- $R_{50\%}$	< 4.5	3.01 ± 0.48	3.00 ± 0.48	2.88 ± 0.47	2.88 ± 0.46
Lung					
- D_{1000cc}	< 11.5%	(1.70 ± 1.43) Gy	(1.69 ± 1.42) Gy	(1.70 ± 1.52) Gy	(1.68 ± 1.54) Gy
- $V_{20\ Gy}$	10%	(5.55 ± 3.93) %	(5.52 ± 3.91) %	(5.51 ± 3.96) %	(5.52 ± 3.97) %
Chest wall					
- D_{10cc}	< 30 Gy	(38.81 ± 16.26) Gy	(36.87 ± 13.05) Gy	(38.25 ± 16.06) Gy	(38.14 ± 15.99) Gy

PTV volume for the example case. The AAA shows more target coverage to PTV than AXB due to the overestimate on boundaries of the heterogeneous tissue as Yusuke et al.[5] discussion.

The summary of relative differences between algorithm and calculation grid size were analyzed by using isodose distribution and dose volume histograms. We focused on AAA 2.5 mm-AXB 2.5 mm for different algorithm and AXB 2.5 mm - AXB 1.25 mm for different calculation grid size because the AXB 1.25 mm was used in clinical setting that the heterogeneity needs to

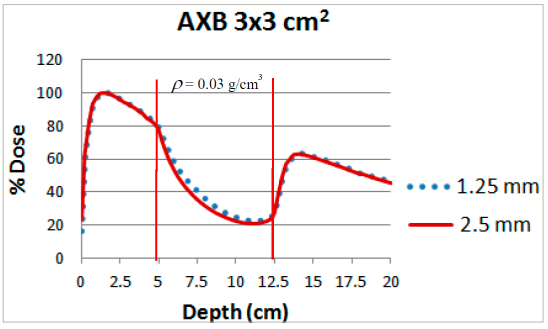


Figure 4. The PDD of dose calculation between 1.25 mm and 2.5 mm calculation grid size for AXB algorithm at 3x3 cm^2 field size.

Table 3 Relative differences between algorithm (AAA and AXB) and calculation grid size

	Relative differences $\left(\frac{AXB\ 2.5 - AAA2.5}{AAA\ 2.5}\right) \times 100\%$ Average ± SDV (min-max)	p-value	Relative differences $\left(\frac{AXB\ 1.25 - AXB2.5}{AXB\ 2.5}\right) \times 100\%$ Average ± SDV (min-max)	p-value
PTV				
- $D_{95\%}$	-5.43% ± 10.54% (-35.18% to -0.37%)	< 0.05*	0.96% ± 0.99% (-1.50% to 1.88%)	< 0.05*
- CI	-10.70% ± 19.84% (-66.37% to -1.00%)	< 0.05*	1.44% ± 2.92% (-5.26% to 6.25%)	< 0.05*
- $R_{50\%}$	-3.80% ± 6.93% (-23.19% to 0.51%)	< 0.05*	-0.10% ± 0.44% (-0.67% to 0.68%)	0.64
Lung				
-$D_{1000\ cc}$	-8.09% ± 13.68% (-27.78% to -1.39%)	0.96	2.01% ± 5.33% (-0.59% to 17.00%)	0.35
- $V_{20\ Gy}$	-1.08% ± 5.67% (-17.04% to 1.80%)	0.18	-0.16% ± 0.59% (-1.62% to 0.42%)	0.77
Chest wall				
- $D_{10\ cc}$	2.01% ± 11.55% (-2.24% to 34.85%)	0.50	0.30% ± 0.49% (-0.19% to 0.97)	0.12

**Significant relative difference tested by two-tailed student t-test*

be corrected for small lesion. Table 3 shows the relative differences between algorithm and calculation grid size for lung VMAT plan of SBRT technique. There were significantly differences between algorithms at the 2.5 mm calculation grid size for PTV volume but no significantly differences in organs at risk consideration. The AXB 1.25 mm had significantly higher $D_{95\%}$ and CI of PTV volume than AXB 2.5 mm. There was no significantly differences in dose of lung and chest wall for both algorithm and calculation grid size

DISCUSSION

From the basic principle that applied to the clinical data, we showed that the AAA calculation overestimated dose in low density tissue. However, this effect reduced when the field of treatment was larger. These results were confirmed by two studied [4,5]. In addition, the location of tumor may effect to the dose differences

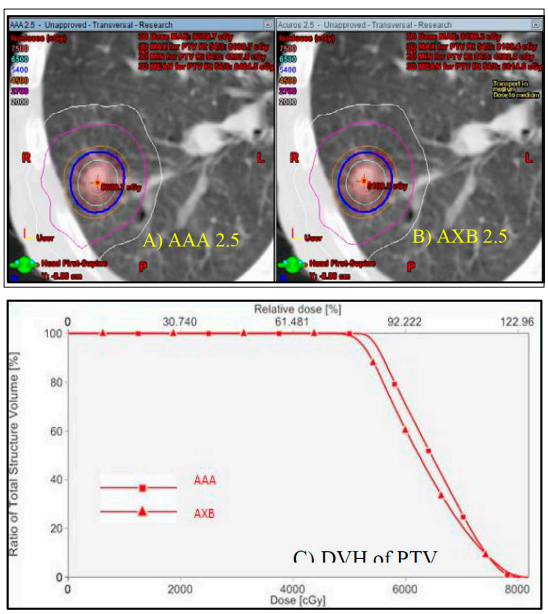


Figure 5. The isodose distribution and DVH of PTV volume for the example case

between algorithm and calculation and grid size as stated by Fogliata et al.[7]. The recalculated plan by AXB showed lower dose in PTV volume because most of PTV volume composed of the lung tissue that AXB was more accurate. No dose difference in organs at risk was observed between algorithm and calculation grid size due to PTV volume was too small. It is simple to achieve the optimization criteria.

CONCLUSION

AXB is recommended for tissue heterogeneity correction, especially for small lesion embedded in tissue heterogeneity.

REFERENCES

1. Gregory A, Wareing T, Archabault Y and Stephen T: Acuros XB advance dose calculation for the Eclipse treatment planning system: Varian Medical System, Palo Alto, California.
2. Sievinen J, Ulmer W and Kaissl Wolfgang: AAA photon dose calculation in Eclipse: Varian Medical System, Palo Alto, California.
3. Radiation Therapy Oncology Group 0813. Available at: http://www.rtog.org. Acessed on June 04, 2014.
4. Bush K, Gange IM, Zavgorodni S, Ansbacher W and Beckham W: Dosimetric validation of Acuros XB with Monte Carlo methods for photon dose calculations. Med Phy 2011, 38(suppl 4): 2208-2221
5. Yusuke Tsuruta, Manabu Nakata, Mitsuhiro Nakamura and Yukinori Matsuo: Dosimetric comparison of Acuros XB, AAA, and XVMC in sterotactic body radioyherapy for lung cancer. Med. Phys. 2014, 41(8); 81715-1 to 81715-9
6. Petra Kroon, Sandra Hol and Marion Essers: Dosimetric accuracy and clinical quality of Acuros XB and AAA dose calculation algorithm for stereotactic and conventional lung volumetric modulated arc therapy plans. Radiation Oncology 2013, 8: 149-157.
7. Fogliata A, Nicolini G, Venetti E, Clivio A and Cozzi L: Dosimetric evaluation of Acuros XB Advanced Dose Calculation algorithm in heterogeneous media. Radiation Oncology 2013,1, 86: 82-97.

สมาคมรังสีรักษาและมะเร็งวิทยาแห่งประเทศไทย
Thai Association of Radiation Oncology