

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมาย และอวัยวะสำคัญข้างเคียงได้รับ ระหว่างเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้ม แบบ step and shoot จากเครื่องวางแผนรังสีรักษา KonRad และเทคนิคฉายรังสีแบบดั้งเดิม (opposing fields และ four fields) จากเครื่องวางแผนรังสีรักษา Pinnacle³ ศึกษาในผู้ป่วยโรคมะเร็งปากมดลูกระยะที่สองและสาม รวมทั้งแสดงผลการทวนสอบปริมาณรังสีแบบจุดและการกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ ในวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อโดยใช้หัววัดรังสีและฟิล์มวัดรังสี จากเครื่องฉายรังสีเอกซ์แบบเร่งอนุภาค Siemens ใช้รังสีโฟตอนพลังงาน 6 ล้านโวลต์

4.1 รายละเอียดและคุณลักษณะข้อมูลผู้ป่วยโรคมะเร็งปากมดลูก

ข้อมูลผู้ป่วยโรคมะเร็งปากมดลูกระยะที่สองและสาม ที่ถ่ายภาพรังสีตัดขวางเพื่อจำลองการฉายรังสีสามมิติ และรังสีแพทย์ได้ทำการกำหนด ขนาด ขอบเขต และตำแหน่งของก้อนมะเร็ง อวัยวะเป้าหมายและอวัยวะสำคัญข้างเคียงเรียบร้อยแล้ว จำนวน 21 ราย มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 53.57 ปี ส่วนใหญ่เป็นโรคมะเร็งปากมดลูกชนิด Squamous cell มีจำนวน 19 ราย พบมากระยะที่สามปี ผู้ป่วยส่วนใหญ่ได้รับการผ่าตัดมาแล้ว ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 แสดงรายละเอียดและคุณลักษณะข้อมูลผู้ป่วยโรคมะเร็งปากมดลูก

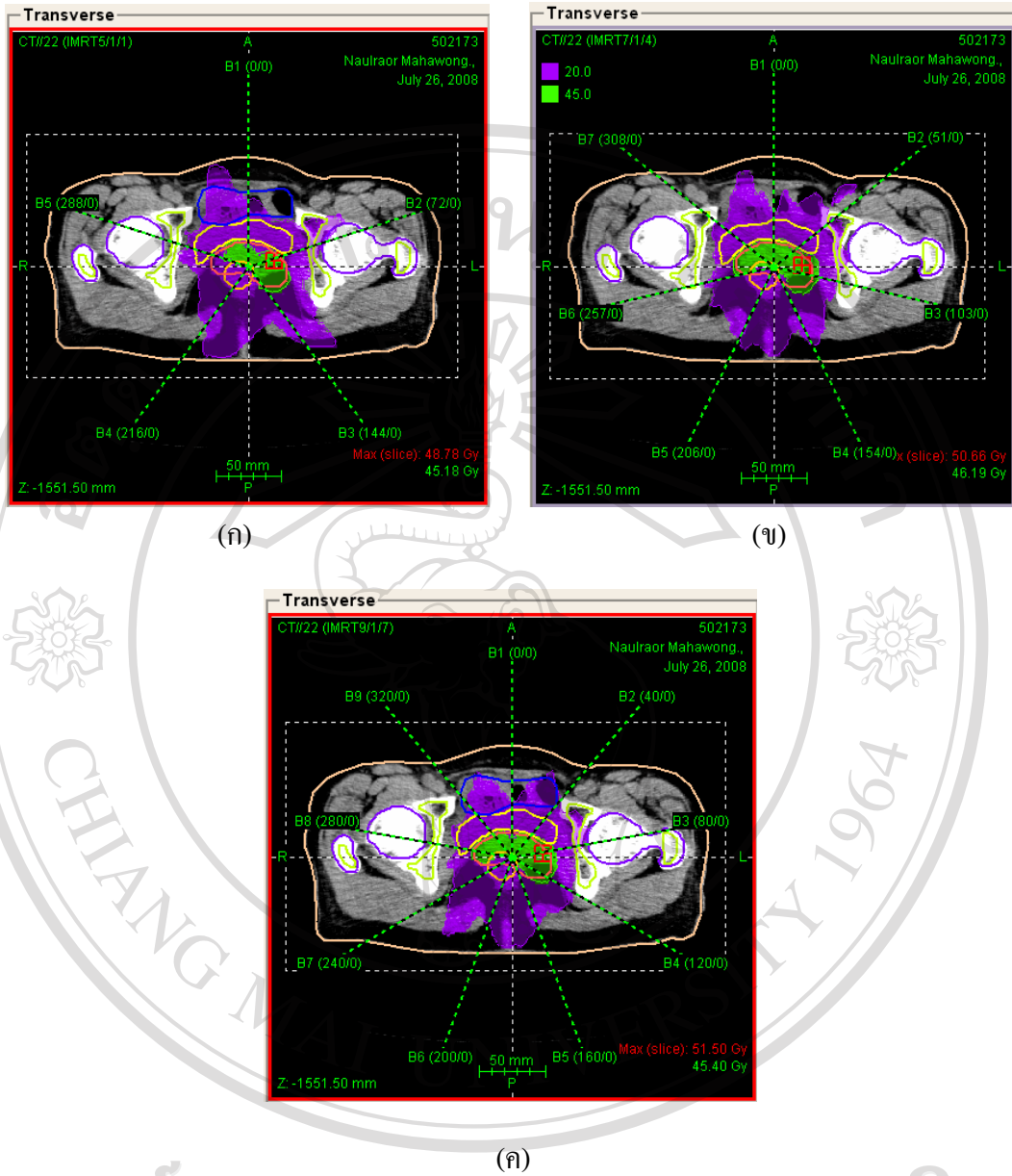
Patients Characteristic		
Patients (contouring)		7(21)
Age (yrs)	- Rang	47 - 59
	- Mean	53.57
Tumor Stage[FIGO Staging] (case)	- IIA	2
	- IIB	1
	- IIIA	1
	- IIIB	3
Tumor size (cm)	- Rang	4 - 7
	- Mean	5.05
Histological feature (case)	- Squamous cell	5
	- Adenocarcinoma	2
	- Other	0
Surgery (case)	- Yes	5
	- No	2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

4.2 การเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมายและอวัยวะสำคัญข้างเคียง

4.2.1 ศึกษาจำนวนทิศทางของลำรังสีที่มีต่อการวางแผนรังสีรักษา ของเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มในผู้ป่วยโรคมะเร็งปากมดลูกระยะที่สองและสาม

จากผลการศึกษาจำนวนทิศทางของลำรังสีที่เหมาะสม สำหรับแผนรังสีรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็งปากมดลูกระยะที่สองและสาม ด้วยเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้ม จำนวน 5, 7 และ 9 ทิศทางตามลำดับ ที่มีมุมระหว่างลำรังสีเท่าๆ กัน โดยไม่ให้มีทิศทางลำรังสีตรงกันข้าม พบว่าจากแผนการรักษาที่ได้จากกระบวนการ optimization เมื่อใช้จำนวนทิศทางของลำรังสี 7 ทิศทาง มีความเหมาะสมเพียงพอ ในการวางแผนรังสีรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็งปากมดลูกระยะที่สองและสาม (ตาราง 4.2) เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนีความเข้ารูป (Conformity index: CI) โดยปกติแล้วต้องมีค่าเท่ากับหรือเข้าใกล้ 1 เทคนิค 7 ทิศทางลำรังสีมีค่าเท่ากับ 3.76 คือมีความกลมกลืนหรือให้การกระจายปริมาณรังสีที่รังสีแพทย์กำหนดมีรูปร่างใกล้เคียงกับอวัยวะเป้าหมายมาก โดยไม่ต่างจากทิศทางลำรังสี 9 ทิศทาง มีค่าเท่ากับ 3.72 แต่มีความต่างจาก 5 ทิศทางลำรังสี ที่มีค่าเท่ากับ 4.07 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.1) เช่นเดียวกับปริมาณรังสีที่ปริมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณ PTV ที่เพิ่มมากขึ้นตามจำนวนทิศทางลำรังสีที่เพิ่มขึ้น และแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มลำรังสี 7 ทิศทางยังสามารถลดปริมาณรังสีเฉลี่ยที่อวัยวะสำคัญข้างเคียงที่บริเวณลำไส้เล็กและส่วนหัวของกระดูกต้นขาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับลำรังสี 5 ทิศทาง (รูป 4.2 และ 4.3) รวมทั้งปริมาณของร่างกายที่ได้รับปริมาณรังสี 20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด สามารถลดปริมาณที่ได้รับรังสีลงเหลือเพียง 50.51 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับ 9 ทิศทาง ที่ 50.98 เปอร์เซ็นต์ โดยต่างจาก 5 ทิศทาง มีค่าเท่ากับ 74.38 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.4) เมื่อพิจารณาที่จำนวนของ Monitor unit และ Segment พบว่าลำรังสี 7 ทิศทางใช้จำนวนของ Monitor unit และ Segment เท่ากับ 875.95 และ 90.57 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 9 ทิศทางลำรังสี ที่มีค่าเท่ากับ 897.76 และ 118.67 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.4 และ 4.5) ในส่วนของปริมาณรังสีที่ปริมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณ PTV อวัยวะสำคัญข้างเคียงที่บริเวณกระเพาะปัสสาวะและลำไส้ตรงส่วนปลาย จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้ม โดยใช้ทิศทางลำรังสีจำนวน 5, 7 และ 9 ทิศทาง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณรังสีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.6)

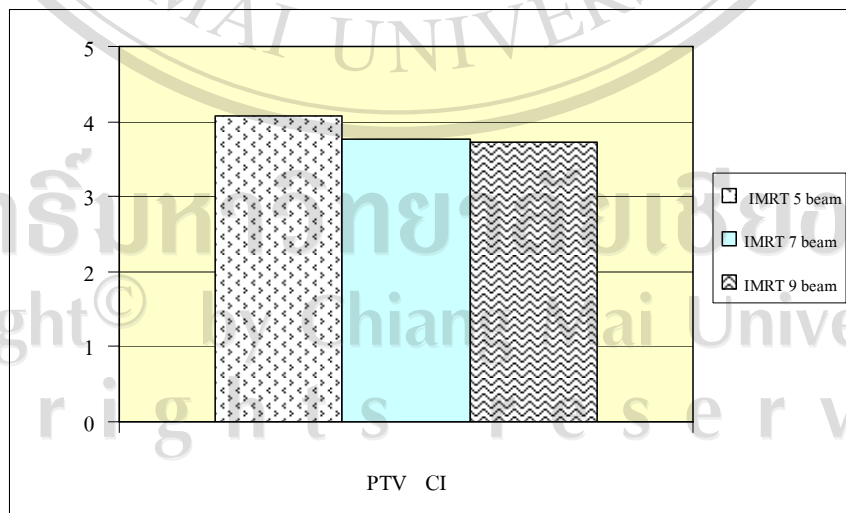


รูป 4.1 แสดงการกระจายปริมาณรังสีที่ได้จากการวางแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปร
 ความเข้มโดยใช้ลำรังสีจำนวน 5 ทิศทาง (ก), 7 ทิศทาง (ข) และ 9 ทิศทาง (ค)

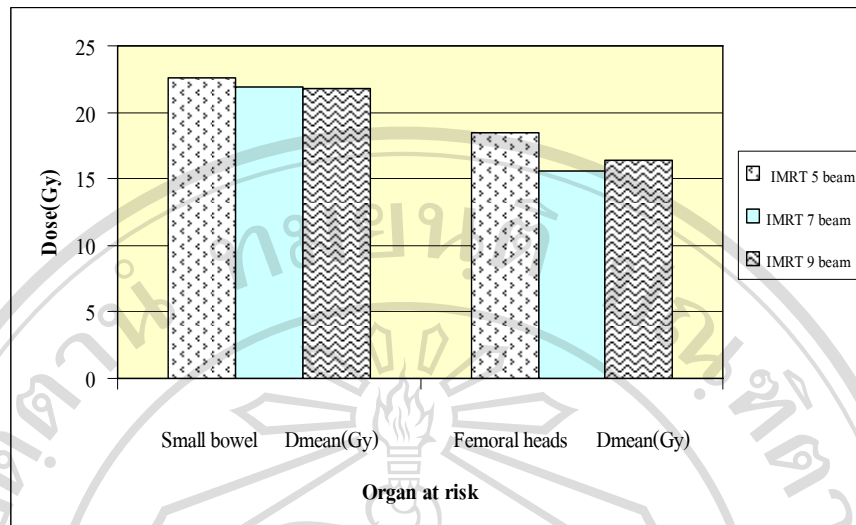
Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

ตาราง 4.2 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนทิศทางของลำรังสีที่มีต่อการกระจายปริมาณรังสี

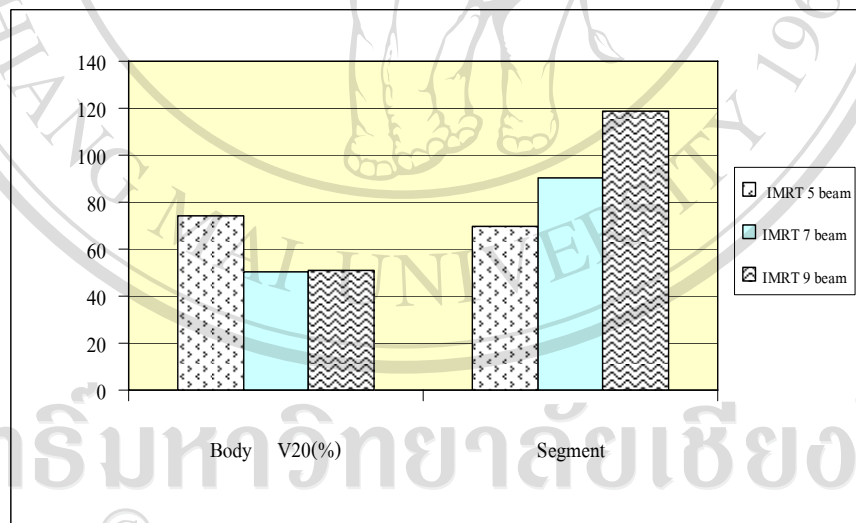
	IMRT		
	5 beams	7 beams	9 beams
PTV CI	4.07 ($p<0.0001$)	3.76	3.72 ($p=0.12$)
PTV D_{95} (Gy)	45.14 ($p<0.05$)	45.38	45.31 ($p=0.32$)
Bladder D_{mean} (Gy)	35.86 ($p=0.87$)	35.91	35.90 ($p=0.87$)
Rectum D_{mean} (Gy)	33.51 ($p=0.13$)	33.85	33.98 ($p=0.81$)
Small bowel D_{mean} (Gy)	22.61 ($p<0.05$)	21.91	21.77 ($p=0.31$)
Femoral heads D_{mean} (Gy)	18.43 ($p<0.05$)	15.58	16.39 ($p=0.11$)
Red bone marrow D_{mean} (Gy)	18.23 ($p=0.63$)	18.16	17.56 ($p<0.05$)
Body V_{20} (%)	74.38 ($p<0.0001$)	50.51	50.98 ($p=0.35$)
Body V_{30} (%)	39.92 ($p<0.05$)	41.70	41.71 ($p=0.97$)
Body V_{100} (%)	1.23 ($p<0.0001$)	0.66	0.44 ($p<0.05$)
MU	1048.05 ($p<0.05$)	875.95	897.76 ($p<0.05$)
Segment	69.57 ($p<0.0001$)	90.57	118.67 ($p<0.0001$)



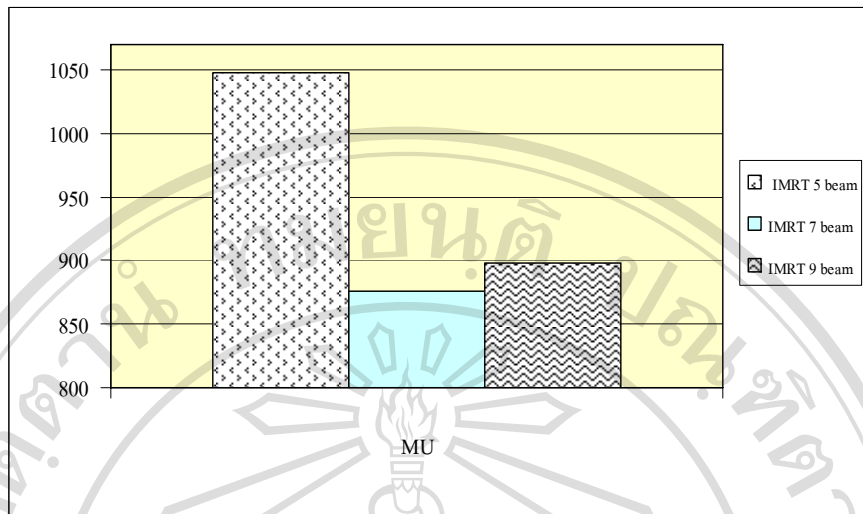
รูป 4.2 แสดงค่าดัชนีความเข้ารูป (CI) ของ PTV จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มโดยใช้ลำรังสีจำนวน 5 ทิศทาง, 7 ทิศทางและ 9 ทิศทาง



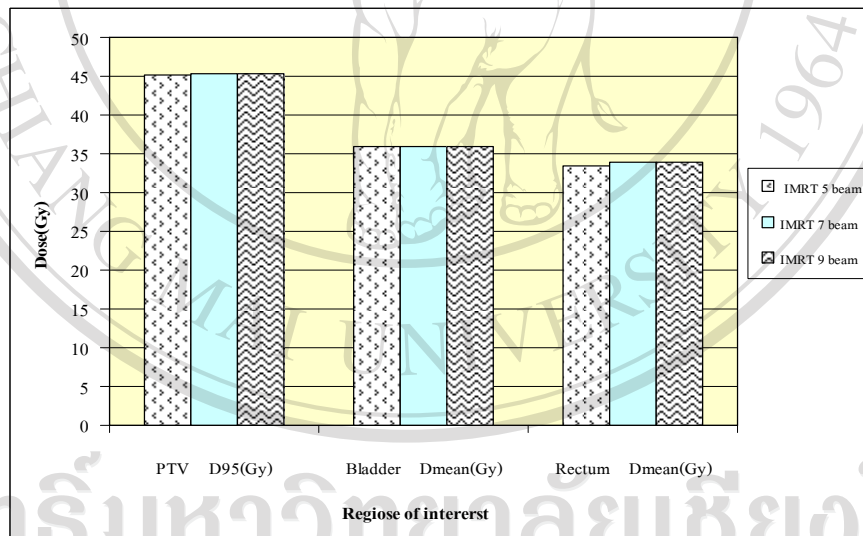
รูป 4.3 แสดงปริมาณรังสีที่อวัยวะสำคัญข้างเคียงที่บริเวณลำไส้เล็กและส่วนหัวของกระดูกต้นขา จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มโดยใช้ลำรังสีจำนวน 5 ทิศทาง, 7 ทิศทาง และ 9 ทิศทาง



รูป 4.4 แสดงปริมาณรังสีที่ปริมาตรของร่างกายที่ได้รับปริมาณรังสี 20 เฟอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนดและจำนวน segment จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มโดยใช้ลำรังสีจำนวน 5 ทิศทาง, 7 ทิศทางและ 9 ทิศทาง



รูป 4.5 แสดงจำนวนหน่วยนับวัตต์รังสี (MU) จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มโดยใช้ลำรังสีจำนวน 5 ทิศทาง, 7 ทิศทางและ 9 ทิศทาง



รูป 4.6 แสดงปริมาณรังสีที่ปริมาตร 95 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตร PTV อวัยวะสำคัญข้างเคียงที่บริเวณกระเพาะปัสสาวะและลำไส้ตรงส่วนปลาย จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มโดยใช้ลำรังสีจำนวน 5 ทิศทาง, 7 ทิศทางและ 9 ทิศทาง

4.2.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมายและอวัยวะสำคัญข้างเคียง ระหว่างรักษาเทคนิคฉายรังสีแบบดั้งเดิมและเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้ม

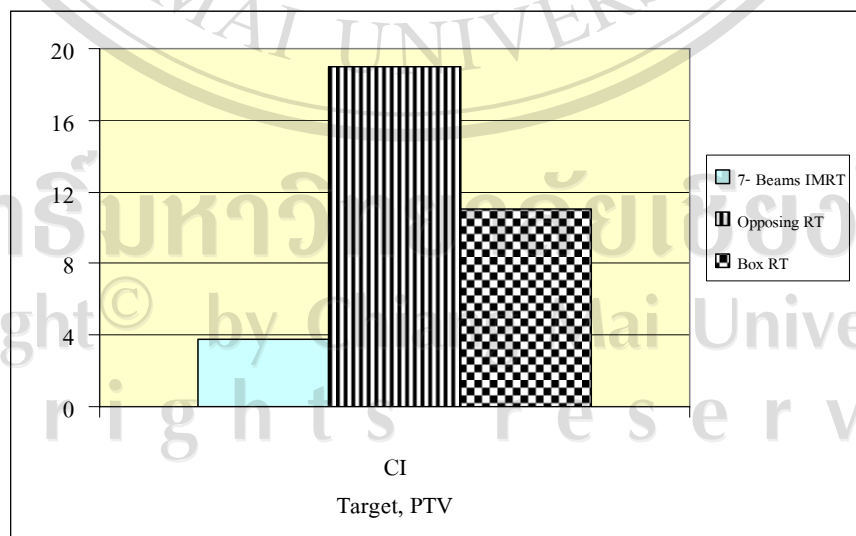
จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ อวัยวะเป้าหมายและอวัยวะสำคัญข้างเคียง ระหว่างเทคนิคฉายรังสีแบบดั้งเดิม (opposing field และ four fields) และเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี สำหรับแผนรังสีรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็งปากมดลูกระยะที่สองและสาม มีรายละเอียดดังนี้

ปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมาย, PTV

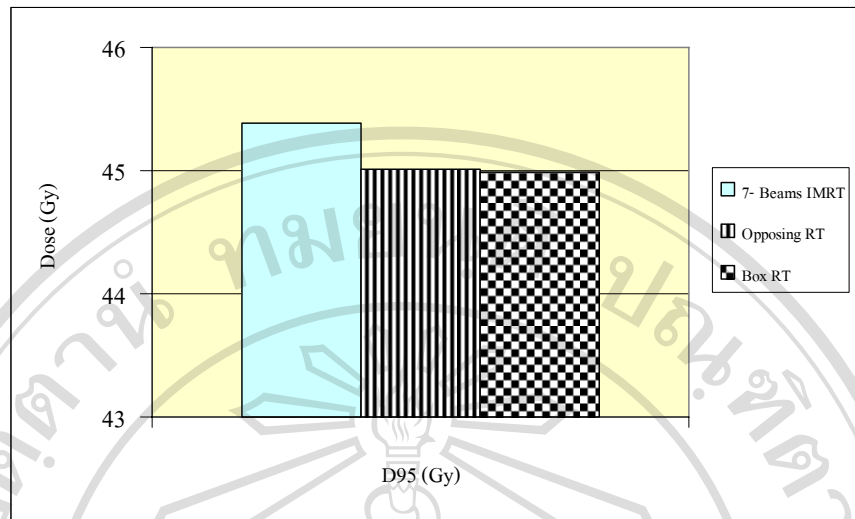
ตาราง 4.3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมาย, PTV จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields แผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มมีค่าดัชนีความเข้ารูป (CI) เท่ากับ 3.76 ซึ่งเข้าใกล้ 1 มากกว่าเทคนิค opposing field และ four fields มีค่าเท่ากับ 18.97 และ 11.08 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.7) เช่นเดียวกับปริมาณรังสีที่ปริมาตร 95 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตร PTV เทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มสามารถเพิ่มปริมาณรังสีสูงกว่าที่กำหนดไว้ (45 Gy) ถึง 45.38 Gy มากกว่าเทคนิค opposing field และ four fields มีค่าเท่ากับ 45.01 Gy และ 44.99 Gy ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.8) ปริมาตรของ PTV ที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด แผนรังสีรักษาด้วยเทคนิค opposing field และ four fields มีปริมาตรที่ครอบคลุม PTV เพียง 93.13 เปอร์เซ็นต์ และ 74.60 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้ม 96.26 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.9) และปริมาณรังสีใน PTV สูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย แสดงดัง (รูป 4.10) เมื่อพิจารณาพื้นที่ hot spot และ cold spot ในปริมาตรของ PTV พบว่าเทคนิค opposing field และ four fields ไม่มีพื้นที่ของ hot spot และ cold spot เลข {Hot spot ($V_{110\%}$) ≤ 20 เปอร์เซ็นต์ และ Cold spot ($V_{93\%}$) ≤ 1 เปอร์เซ็นต์} และเทคนิคเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี มีค่าดังกล่าวเท่ากับ 10.98 เปอร์เซ็นต์และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินขีดจำกัดเกณฑ์ประเมินแผนรังสีรักษา

ตาราง 4.3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมาย, PTV จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields

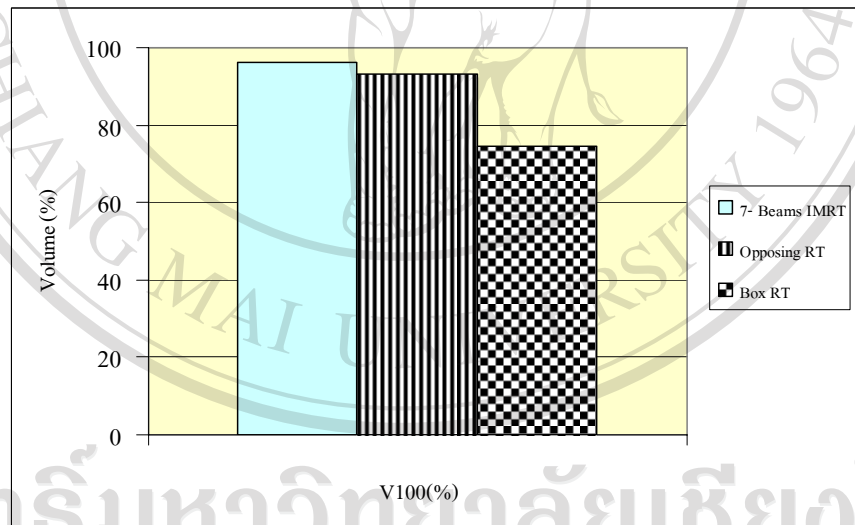
ROI	IMRT	Opposing RT	Box RT
Target; PTV CI	3.76	18.97 ($p<0.0001$)	11.08 ($p<0.0001$)
D_{max} (Gy)	54.43	47.70 ($p<0.0001$)	47.42 ($p<0.0001$)
D_{min} (Gy)	37.17	44.45 ($p<0.0001$)	43.16 ($p<0.0001$)
D_{mean} (Gy)	49.43	45.95 ($p<0.0001$)	45.49 ($p<0.0001$)
D_{100} (Gy)	40.19	44.41 ($p<0.0001$)	43.37 ($p<0.0001$)
D_{95} (Gy)	45.38	45.01 ($p<0.05$)	44.99 ($p<0.05$)
D_{90} (Gy)	46.91	45.18 ($p<0.0001$)	44.30 ($p<0.0001$)
D_{50} (Gy)	50.24	45.90 ($p<0.0001$)	45.26 ($p<0.0001$)
V_{100} (%)	96.26	93.13 ($p<0.0001$)	74.60 ($p<0.05$)
V_{95} (%)	98.94	100.00 ($p<0.05$)	100.00 ($p<0.05$)
V_{90} (%)	99.77	100.00 ($p<0.05$)	100.00 ($p<0.05$)
Cold spot V_{93} (%)	0.50	0.00 ($p<0.05$)	0.00 ($p<0.05$)
Hot spot V_{110} (%)	10.98	0.00 ($p<0.0001$)	0.00 ($p<0.0001$)



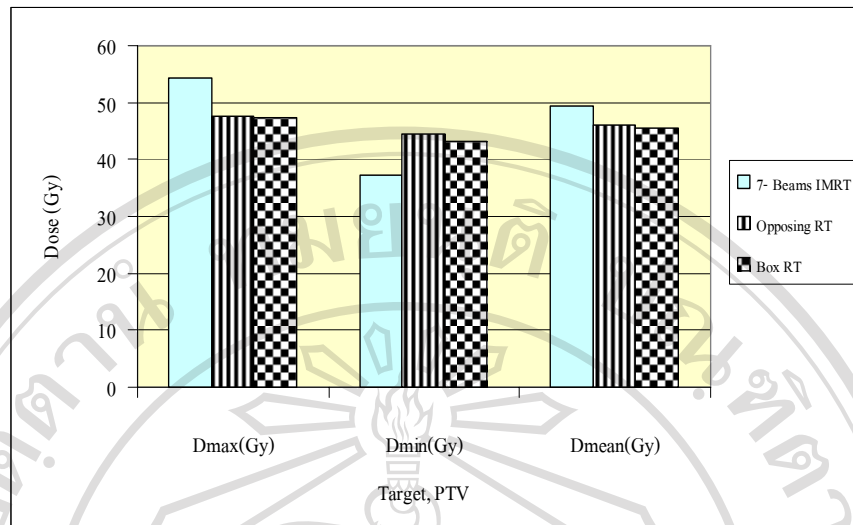
รูป 4.7 แสดงค่าดัชนีความเข้ารูป (Conformity index: CI) จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



รูป 4.8 แสดงปริมาณรังสีที่ปริมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณ PTV จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



รูป 4.9 แสดงปริมาณของ PTV ที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



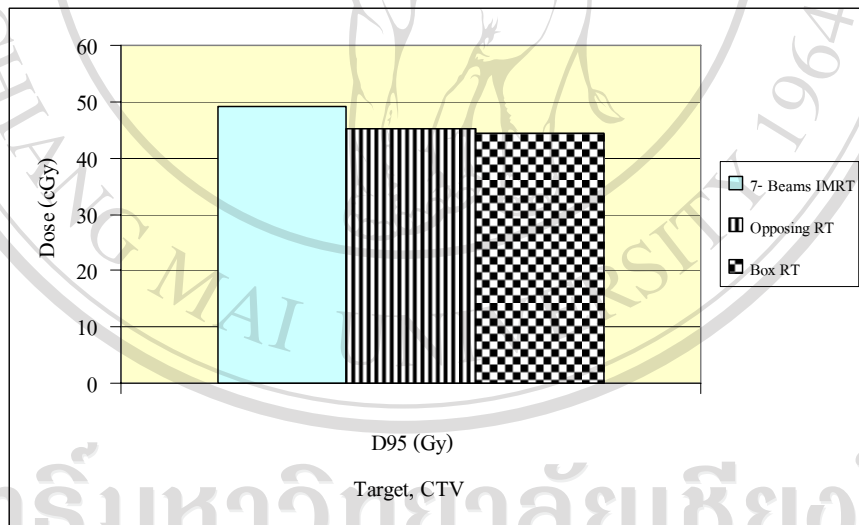
รูป 4.10 แสดงปริมาณรังสี สูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ยใน PTV จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields

ปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมาย, CTV

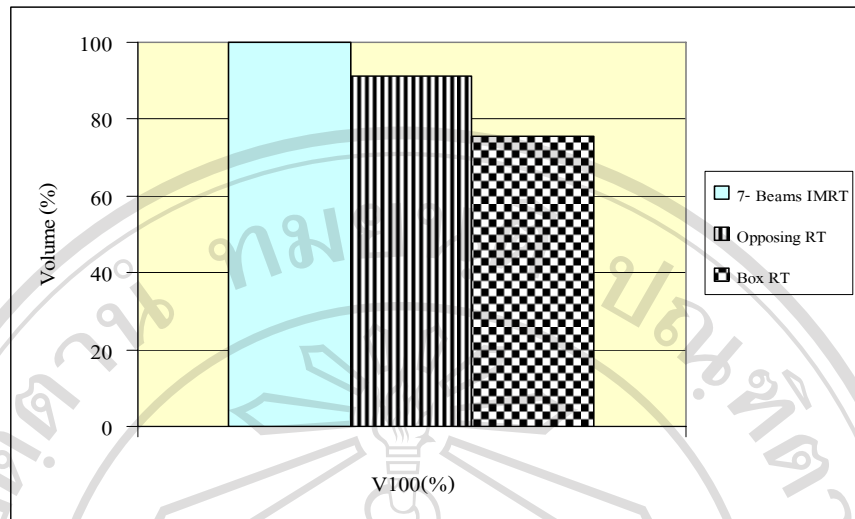
ตาราง 4.4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมาย, CTV จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields พบว่าแผนรังสีรักษาเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้ม ให้ปริมาณรังสีที่ปริมาตร 95 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาตร CTV สูงกว่าที่กำหนดไว้ (45 Gy) ถึง 49.11 Gy มากกว่าเทคนิค opposing field และ four fields มีค่าเท่ากับ 45.32 Gy และ 44.41 Gy ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.11) ปริมาตรของ CTV ที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด แผนรังสีรักษาด้วยเทคนิค opposing field และ four fields มีปริมาตรที่ครอบคลุม CTV เพียง 91.08 เปอร์เซ็นต์ และ 75.73 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้ม 100.00 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.12) และปริมาณรังสีใน CTV สูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย (รูป 4.13)

ตาราง 4.4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมาย, CTV จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields

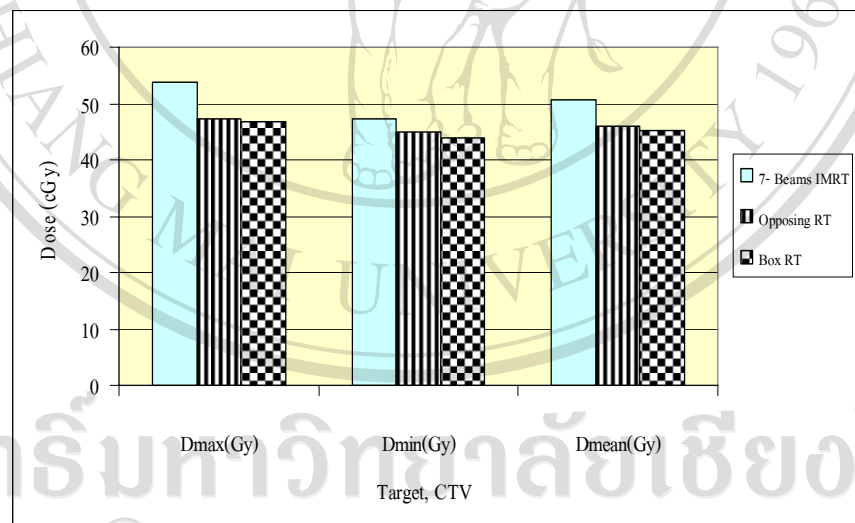
ROI	IMRT	Opposing RT	Box RT
Target ; CTV Dmax(Gy)	53.75	47.31 ($p<0.0001$)	46.68 ($p<0.0001$)
Dmin(Gy)	47.28	44.94 ($p<0.0001$)	43.85 ($p<0.0001$)
Dmean(Gy)	50.68	45.91 ($p<0.0001$)	45.16 ($p<0.0001$)
D ₁₀₀ (Gy)	47.90	44.74 ($p=0.13$)	43.84 ($p=0.81$)
D ₉₅ (Gy)	49.11	45.32 ($p<0.05$)	44.41 ($p=0.31$)
D ₉₀ (Gy)	49.64	45.28 ($p<0.05$)	44.43 ($p=0.11$)
D ₅₀ (Gy)	50.89	45.82 ($p<0.0001$)	45.40 ($p<0.0001$)
V ₁₀₀ (%)	100.00	91.08 ($p<0.0001$)	75.73 ($p<0.0001$)



รูป 4.11 แสดงปริมาณรังสีที่ปริมาตร 95 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตร CTV จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



รูป 4.12 แสดงปริมาตรของ CTV ที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



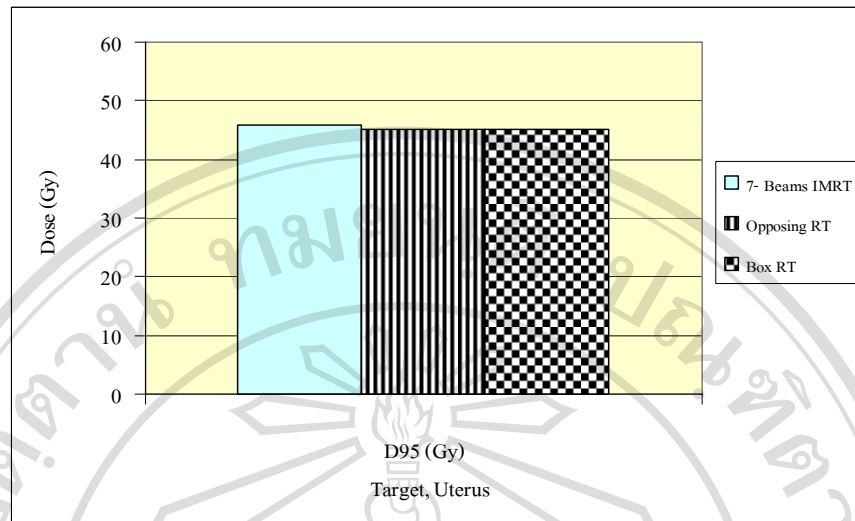
รูป 4.13 แสดงปริมาณรังสี สูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ยใน CTV จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields

ปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมาย, มดลูก (Uterus)

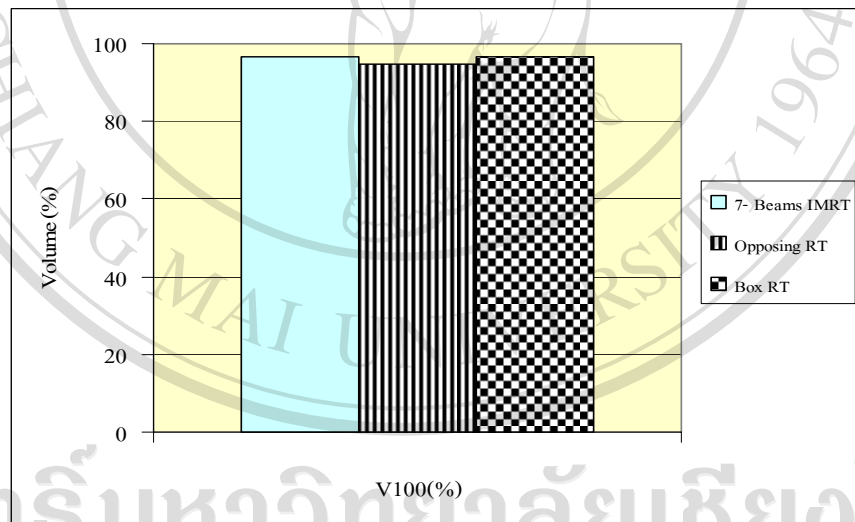
ตาราง 4.5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่มดลูกผู้ป่วย จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปร ความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields พบว่าแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการ ฉายรังสีแปรความเข้มให้ปริมาณรังสีที่ปริมาตร 95 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรมดลูกผู้ป่วย สูงกว่าที่ กำหนดไว้ (45 Gy) ถึง 45.80 Gy มากกว่าเทคนิค opposing field และ four fields มีค่าเท่ากับ 45.07 Gy และ 45.08 Gy ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดัง(รูป 4.14) ปริมาตรของมดลูกผู้ป่วยที่ ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด แผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสี แปรความเข้มมีค่าเท่ากับ 96.55 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างจากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิค opposing field และ four fields ที่มีปริมาตรครอบคลุมมดลูกผู้ป่วยเท่ากับ 94.85 เปอร์เซ็นต์ และ 96.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (รูป 4.15) และปริมาณรังสีในมดลูกผู้ป่วย สูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย (รูป 4.16)

ตาราง 4.5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่มดลูกผู้ป่วย จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปร ความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields

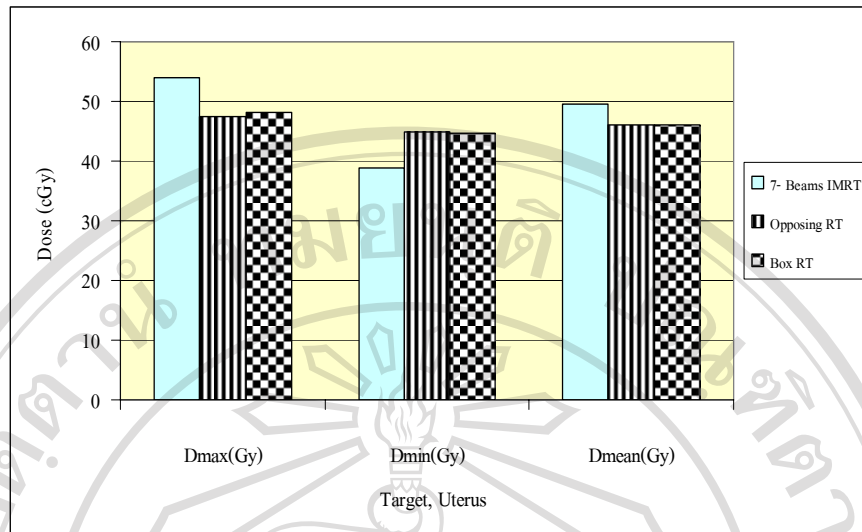
ROI	IMRT	Opposing RT	Box RT
Target; Uterus Dmax(Gy)	54.01	47.45 ($p<0.0001$)	48.24 ($p<0.0001$)
Dmin(Gy)	38.84	44.82 ($p<0.0001$)	44.72 ($p<0.0001$)
Dmean(Gy)	49.57	45.98 ($p<0.0001$)	46.10 ($p<0.0001$)
D ₁₀₀ (Gy)	41.09	44.78 ($p<0.0001$)	44.70 ($p<0.0001$)
D ₉₅ (Gy)	45.80	45.07 ($p<0.0001$)	45.08 ($p<0.0001$)
D ₉₀ (Gy)	47.10	45.17 ($p<0.0001$)	45.52 ($p<0.0001$)
D ₅₀ (Gy)	50.02	45.94 ($p<0.0001$)	46.06 ($p<0.0001$)
V ₁₀₀ (%)	96.55	94.85 ($p=0.18$)	96.70 ($p=0.64$)



รูป 4.14 แสดงปริมาณรังสีที่ปริมาตร 95 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรมดลูกผู้ป่วย จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



รูป 4.15 แสดงปริมาตรของมดลูกผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



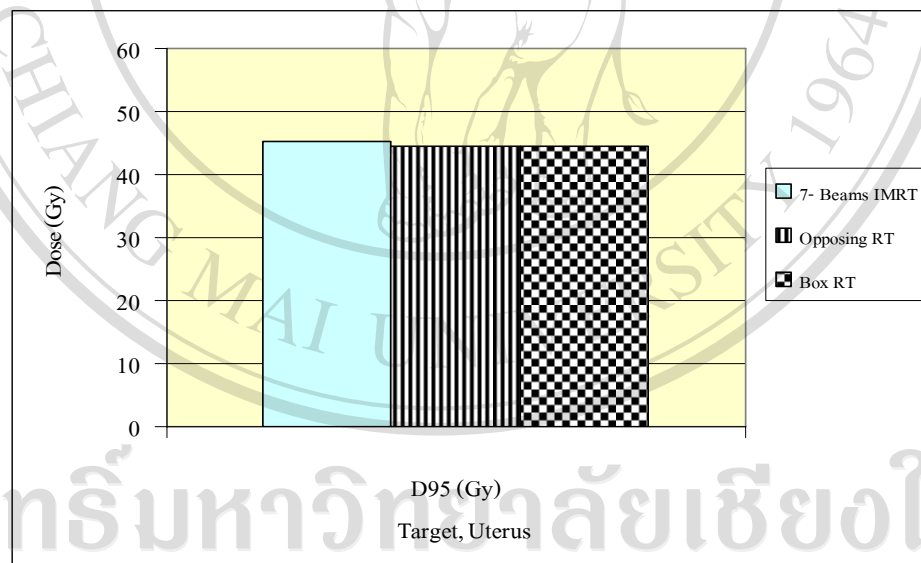
รูป 4.16 แสดงปริมาณรังสี สูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ยในมดลูกผู้ป่วย จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields

ปริมาณรังสีที่อวัยวะเป้าหมาย, ต่อมมน้ำเหลืองอุ้งเชิงกราน (*Pelvic lymph node*)

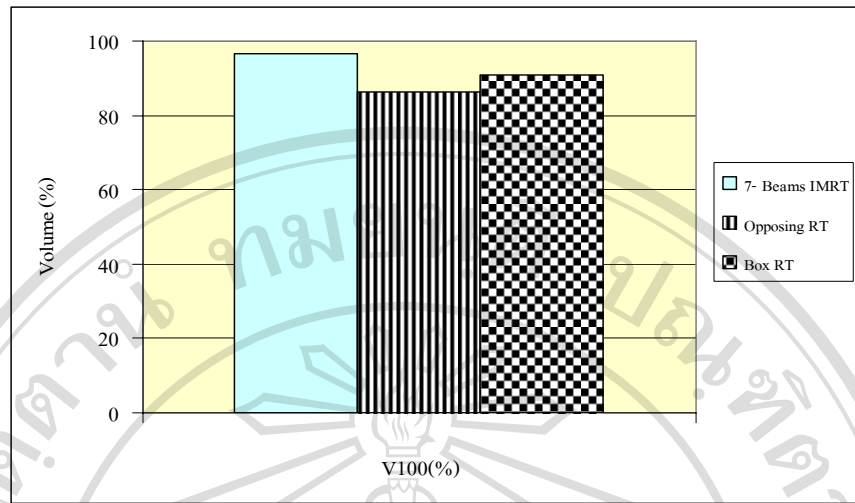
ตาราง 4.6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ต่อมน้ำเหลืองอุ้งเชิงกราน จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields พบว่าแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มให้ปริมาณรังสีที่ปริมาตร 95 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรต่อมน้ำเหลืองอุ้งเชิงกราน สูงกว่าที่กำหนดไว้ (45 Gy) ถึง 45.33 Gy มากกว่าเทคนิค opposing field และ four fields มีค่าเท่ากับ 44.61 Gy และ 44.39 Gy ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.17) ปริมาตรของต่อมน้ำเหลืองอุ้งเชิงกรานที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด แผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มมีค่าเท่ากับ 96.40 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างจากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิค opposing field และ four fields ที่มีปริมาตรครอบคลุมต่อมน้ำเหลืองอุ้งเชิงกราน เท่ากับ 86.14 เปอร์เซ็นต์ และ 91.06 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (รูป 4.18) และปริมาณรังสีในต่อมน้ำเหลืองอุ้งเชิงกราน สูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย (รูป 4.19)

ตาราง 4.6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ต่อมน้ำเหลืองเชิงกราน จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields

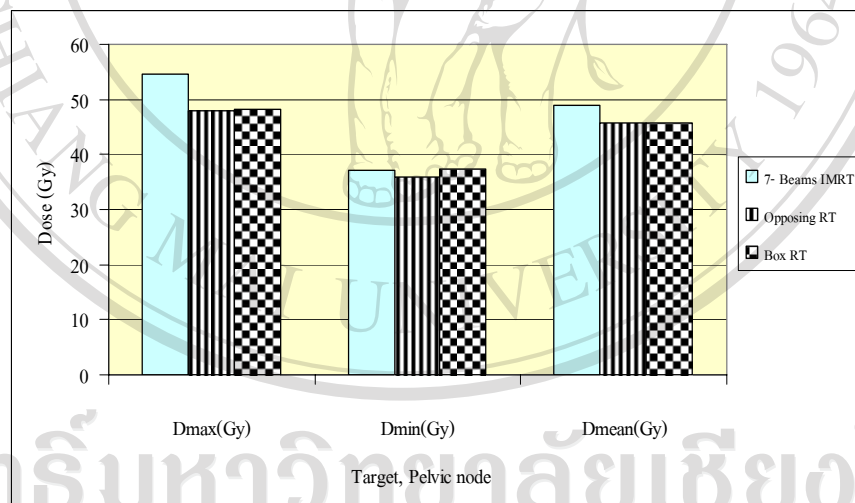
ROI	IMRT	Opposing RT	Box RT	
Target; Pelvic	Dmax(Gy)	54.58	47.86 ($p<0.0001$)	48.13 ($p<0.0001$)
lymph node	Dmin(Gy)	37.19	35.98 ($p=0.43$)	37.29 ($p=0.93$)
	Dmean(Gy)	48.95	45.82 ($p<0.0001$)	45.68 ($p<0.0001$)
	D ₁₀₀ (Gy)	41.03	35.96 ($p=0.35$)	36.48 ($p=0.32$)
	D ₉₅ (Gy)	45.33	44.61 ($p=0.21$)	44.39 ($p<0.05$)
	D ₉₀ (Gy)	12.36	45.03 ($p<0.05$)	44.81 ($p<0.05$)
	D ₅₀ (Gy)	49.37	45.96 ($p=0.63$)	45.86 ($p<0.05$)
	V ₁₀₀ (%)	96.40	86.14 ($p<0.05$)	91.06 ($p=0.11$)



รูป 4.17 แสดงปริมาณรังสีที่ปริมาตร 95 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรต่อมน้ำเหลืองเชิงกราน จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



รูป 4.18 แสดงปริมาณของต่อมน้ำเหลืองเชิงกราน ที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



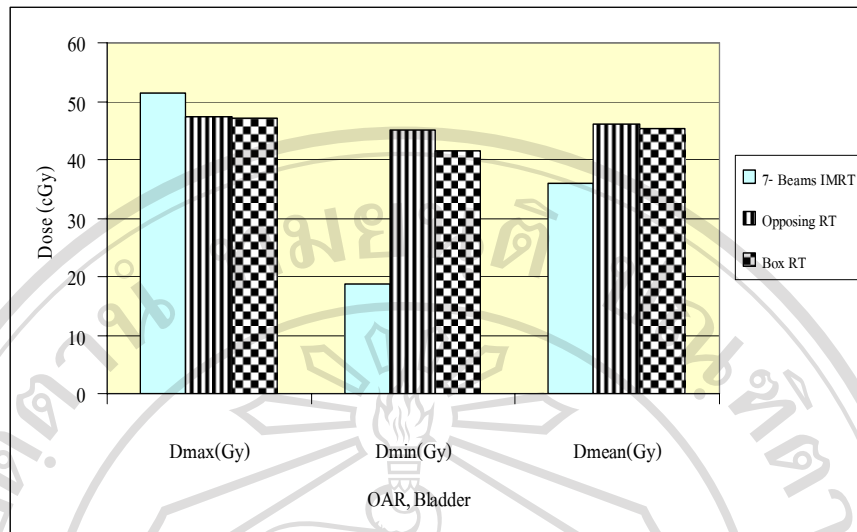
รูป 4.19 แสดงปริมาณรังสี สูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ยในต่อมน้ำเหลืองเชิงกราน จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields

ปริมาณรังสีที่อวัยวะสำคัญข้างเคียง, กระเพาะปัสสาวะ(Bladder)

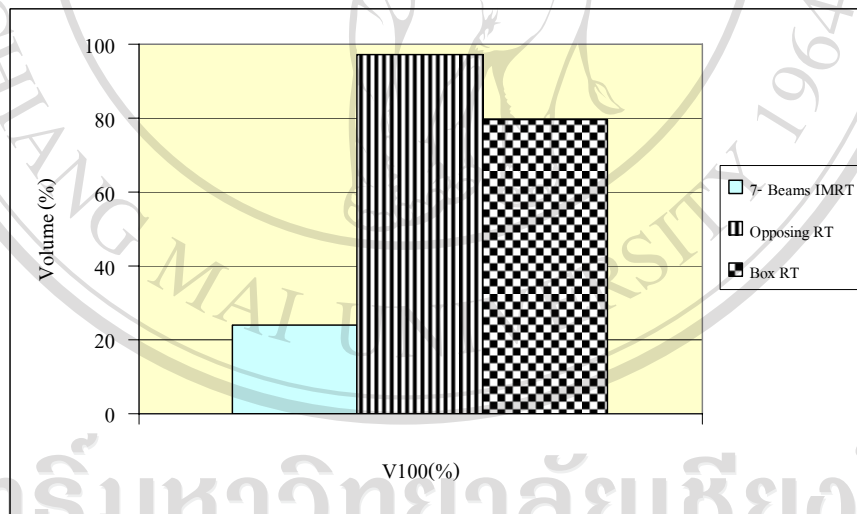
ตาราง 4.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่กระเพาะปัสสาวะ จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields พบว่าแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มให้ปริมาณรังสีเฉลี่ย ต่ำกว่าจากค่าปริมาณรังสีที่กำหนดไว้ (40 Gy) ถึง 35.91 Gy มากกว่าเทคนิค opposing field และ four fields มีค่าเท่ากับ 46.19 Gy และ 45.42 Gy ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.20) และปริมาตรของกระเพาะปัสสาวะผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด แผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มมีค่าเท่ากับ 96.60 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิค opposing field และ four fields ที่มีปริมาตรครอบคลุมกระเพาะปัสสาวะ ผู้ป่วยเท่ากับ 95.33 เปอร์เซ็นต์ และ 96.87 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.21)

ตาราง 4.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่กระเพาะปัสสาวะ จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields

ROI	IMRT	Opposing RT	Four fields RT
OAR; Bladder D _{max} (Gy)	51.50	47.29 ($p < 0.0001$)	47.21 ($p < 0.0001$)
D _{min} (Gy)	18.77	45.17 ($p < 0.0001$)	41.64 ($p < 0.0001$)
D _{mean} (Gy)	35.91	46.19 ($p < 0.0001$)	45.42 ($p < 0.0001$)
D ₉₅ (Gy)	23.63	45.52 ($p < 0.0001$)	44.74 ($p < 0.0001$)
D ₅₀ (Gy)	35.73	46.17 ($p < 0.0001$)	45.43 ($p < 0.0001$)
V ₁₀₀ (%)	24.19	97.30 ($p < 0.0001$)	79.74 ($p < 0.0001$)



รูป 4.20 แสดงปริมาณรังสีสูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย ของกระเพาะปัสสาวะ จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



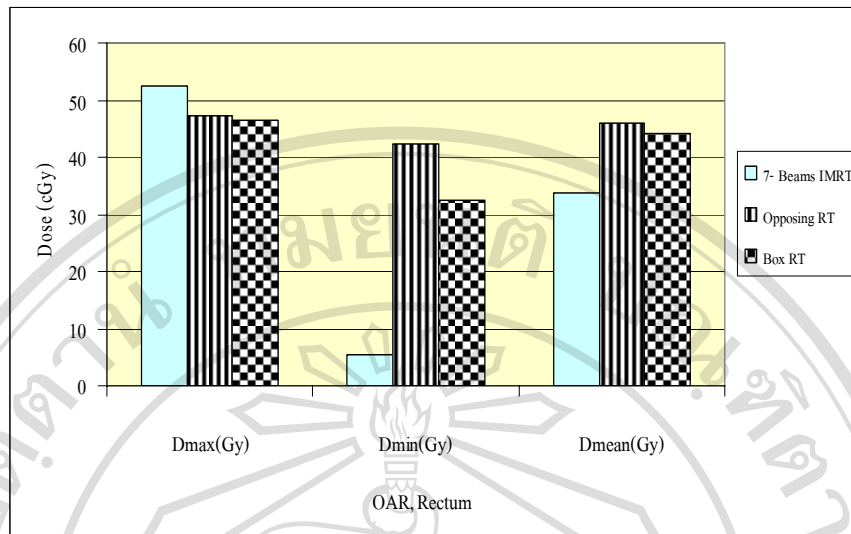
รูป 4.21 แสดงปริมาตรของกระเพาะปัสสาวะที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields

ปริมาณรังสีที่อวัยวะสำคัญข้างเคียง , ลำไส้ตรงส่วนปลาย (Rectum)

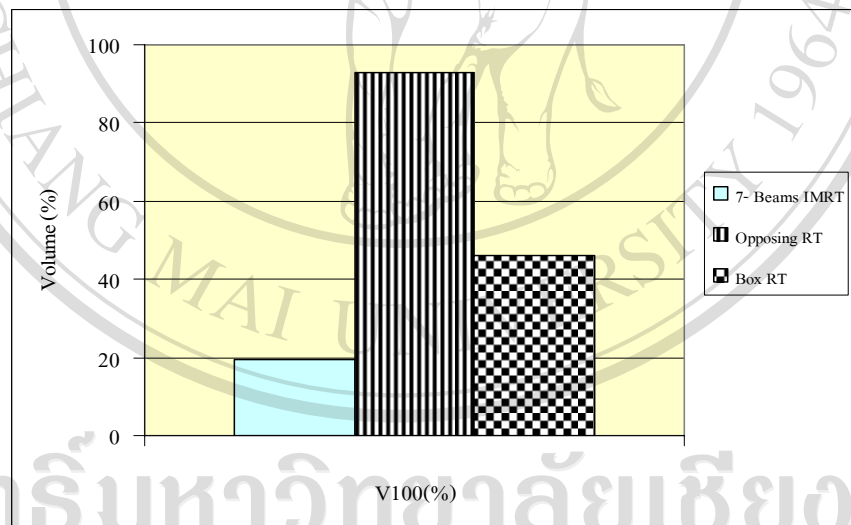
ตาราง 4.8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ลำไส้ตรงส่วนปลาย จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields พบว่าแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มให้ปริมาณรังสีเฉลี่ย ต่ำกว่าจากค่าปริมาณรังสีที่กำหนดไว้ (35 Gy) ถึง 33.85 Gy มากกว่าเทคนิค opposing field และ four fields มีค่าเท่ากับ 46.00 Gy และ 44.15 Gy ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.22) และปริมาตรของลำไส้ตรงส่วนปลาย ที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด แผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มมีค่าเท่ากับ 19.40 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิค opposing field และ four fields ที่มีปริมาตรครอบคลุมลำไส้ตรงส่วนปลาย เท่ากับ 92.99 เปอร์เซ็นต์ และ 46.16 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.23)

ตาราง 4.8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ลำไส้ตรงส่วนปลาย จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields

ROI	IMRT	Opposing RT	Four fields RT
OAR; Rectum Dmax(Gy)	52.37	47.27 ($p<0.0001$)	46.45 ($p<0.0001$)
Dmin(Gy)	5.37	42.44 ($p<0.0001$)	32.51 ($p<0.0001$)
Dmean(Gy)	33.85	46.00 ($p<0.0001$)	44.15 ($p<0.0001$)
D ₉₅ (Gy)	11.12	44.68 ($p<0.0001$)	41.40 ($p<0.0001$)
D ₅₀ (Gy)	35.89	46.13 ($p<0.0001$)	44.73 ($p<0.0001$)
V ₁₀₀ (%)	19.40	92.99 ($p<0.0001$)	46.16 ($p<0.05$)



รูป 4.22 แสดงปริมาณรังสีสูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย ของลำไส้ตรงส่วนปลาย จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



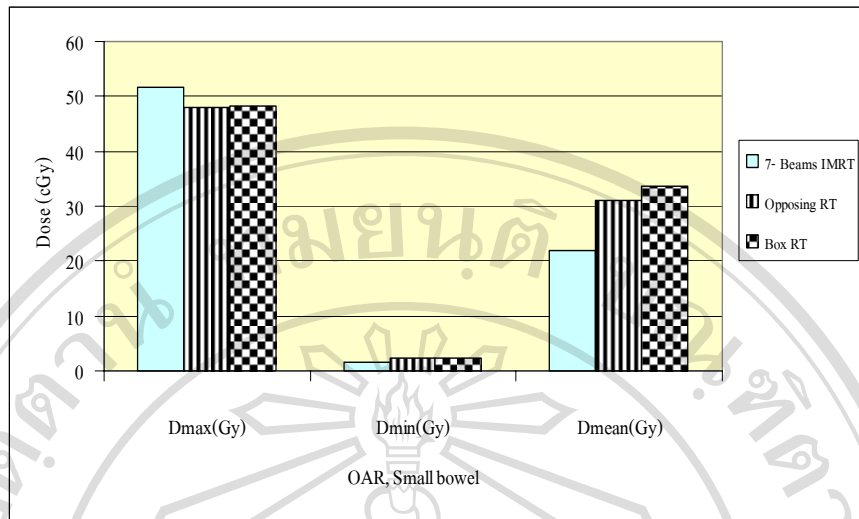
รูป 4.23 แสดงปริมาณของลำไส้ตรงส่วนปลาย ที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields

ปริมาณรังสีที่อวัยวะสำคัญข้างเคียง, ลำไส้เล็ก (Small bowel)

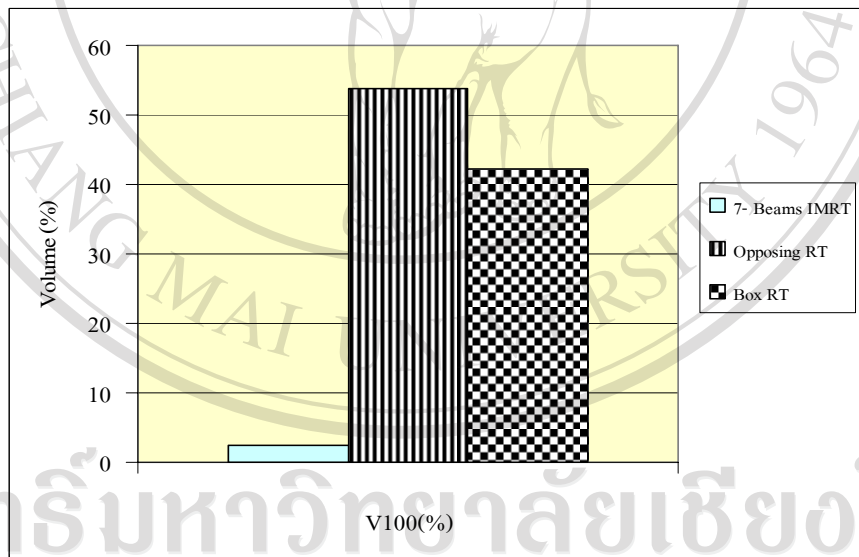
ตาราง 4.9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ลำไส้เล็ก จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields พบว่าแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มให้ปริมาณรังสีเฉลี่ย ต่ำกว่าจากค่าปริมาณรังสีที่กำหนดไว้ (30 Gy) ถึง 5.02 Gy มากกว่าเทคนิค opposing field และ four fields มีค่าเท่ากับ 2.28 Gy และ 20.75 Gy ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.24) และปริมาตรของลำไส้เล็กที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด แผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มมีค่าเท่ากับ 0.02 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิค opposing field และ four fields ที่มีปริมาตรครอบคลุมลำไส้เล็ก เท่ากับ 0.02 เปอร์เซ็นต์ และ 6.36 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.25)

ตาราง 4.9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ลำไส้เล็ก จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields

ROI	IMRT	Opposing RT	Box RT
OAR; Small bowel Dmax(Gy)	51.56	48.00 ($p<0.0001$)	48.35 ($p<0.0001$)
Dmin(Gy)	1.59	2.38 ($p=0.25$)	2.38 ($p<0.0001$)
Dmean(Gy)	21.91	31.06 ($p<0.0001$)	33.74 ($p<0.0001$)
D ₉₅ (Gy)	3.52	1.93 ($p<0.05$)	7.16 ($p<0.0001$)
D ₅₀ (Gy)	22.52	46.24 ($p<0.0001$)	42.62 ($p<0.0001$)
V ₁₀₀ (%)	2.41	53.83 ($p<0.0001$)	42.23 ($p<0.0001$)



รูป 4.24 แสดงปริมาณรังสีสูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย ของลำไส้เล็ก จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



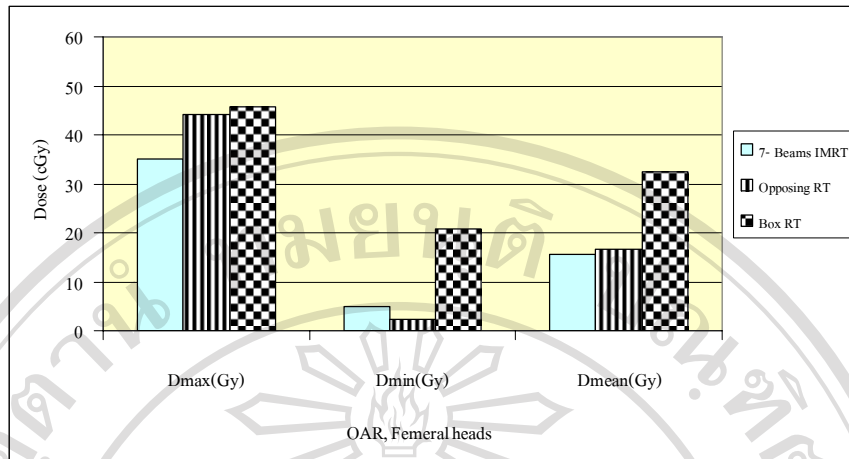
รูป 4.25 แสดงปริมาตรของลำไส้เล็ก ที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields

ปริมาณรังสีที่อวัยวะสำคัญข้างเคียง, ส่วนหัวของกระดูกต้นขา (Femoral heads)

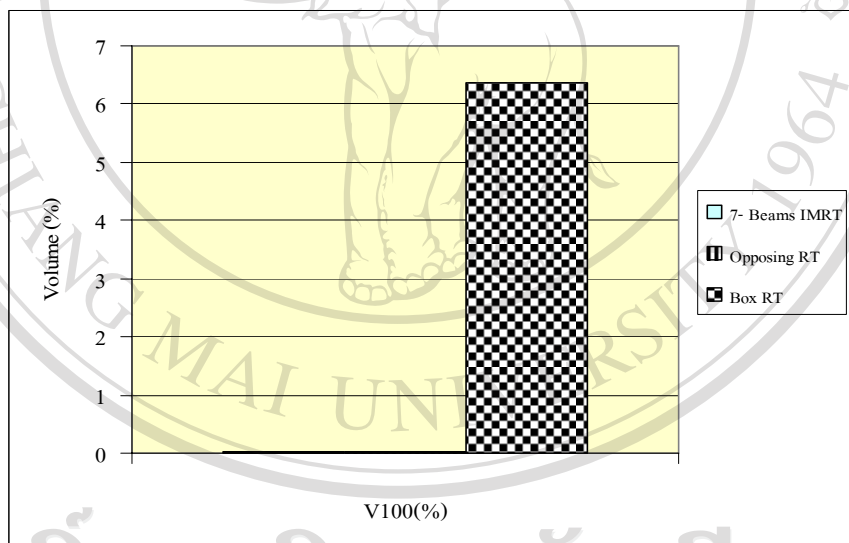
ตาราง 4.10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ส่วนหัวของกระดูกต้นขา จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fieldsพบว่าแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มให้ปริมาณรังสีเฉลี่ย ต่ำกว่าจากค่าปริมาณรังสีที่กำหนดไว้ (35 Gy) ถึง 15.58 Gy มากกว่าเทคนิค opposing field และ four fieldsมีค่าเท่ากับ 16.57 Gy และ 32.48 Gy ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.26) และปริมาตรของส่วนหัวของกระดูกต้นขา ที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด แผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มมีค่าเท่ากับ 0.02 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิค opposing field และ four fieldsที่มีปริมาตรครอบคลุมส่วนหัวของกระดูกต้นขา เท่ากับ 0.02 เปอร์เซ็นต์ และ 6.36 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.27)

ตาราง 4.10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ส่วนหัวของกระดูกต้นขา จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields

ROI	IMRT	Opposing RT	Box RT	
OAR; Femoral heads	Dmax(Gy)	35.17	44.12 ($p<0.0001$)	45.81 ($p<0.0001$)
	Dmin(Gy)	5.02	2.28 ($p<0.05$)	20.75 ($p<0.0001$)
	Dmean(Gy)	15.58	16.57 ($p=0.34$)	32.48 ($p<0.0001$)
	D ₉₅ (Gy)	7.19	2.00 ($p<0.0001$)	25.48 ($p<0.0001$)
	D ₅₀ (Gy)	14.50	9.93 ($p<0.0001$)	28.69 ($p<0.05$)
	V ₁₀₀ (%)	0.02	0.02 ($p=0.98$)	6.36 ($p<0.05$)



รูป 4.26 แสดงปริมาณรังสีสูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย ของส่วนหัวของกระดูกต้นขา จากแผนรังสีรักษา ด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



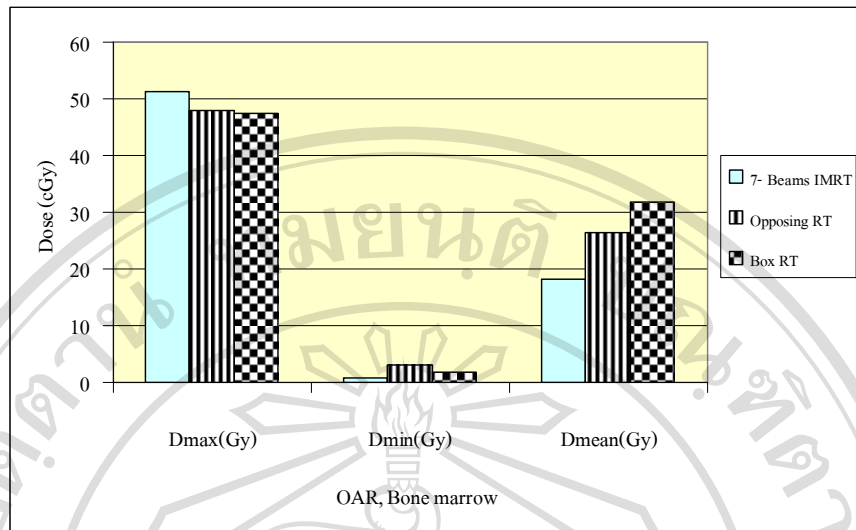
รูป 4.27 แสดงปริมาตรของส่วนหัวของกระดูกต้นขา ที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของ ปริมาณรังสีที่กำหนด จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี , opposing field และ four fields

ปริมาณรังสีที่อวัยวะสำคัญข้างเคียง, ไชกระดูกแดง (Red bone marrow)

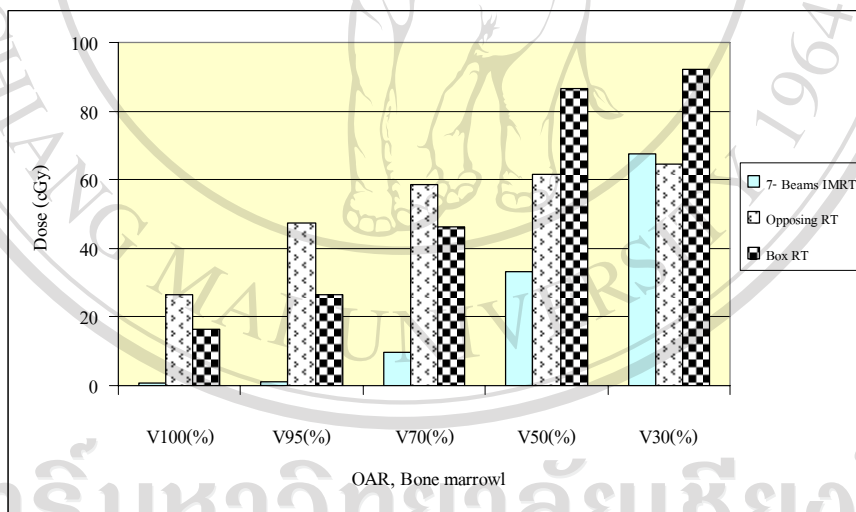
ตาราง 4.11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ไขกระดูกแดง จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields พบว่าแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มให้ปริมาณรังสีเฉลี่ย ต่ำกว่าจากค่าปริมาณรังสีที่กำหนดไว้ (20 Gy) ถึง 18.16 Gy มากกว่าเทคนิค opposing field และ four fields มีค่าเท่ากับ 26.52 Gy และ 31.80 Gy ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.28) และปริมาณของไขกระดูกแดง ที่ได้รับปริมาณรังสี 100, 95, 70 และ 50 เฟอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด แผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มมีค่าเท่ากับ 0.66, 1.23, 9.60 และ 33.32 เฟอร์เซ็นต์ตามลำดับ แตกต่างจากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิค opposing field ที่มีปริมาตรครอบคลุมไขกระดูกแดง เท่ากับ 26.54, 47.44, 58.43 และ 61.73 เฟอร์เซ็นต์ตามลำดับ และแตกต่างจากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิค four fields ที่มีปริมาตรครอบคลุมไขกระดูกแดง เท่ากับ 16.27, 26.36, 46.10 และ 86.44 เฟอร์เซ็นต์ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.29)

ตาราง 4.11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่ไขกระดูกแดง จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields

ROI	IMRT	Opposing RT	Box RT	
OAR; Red bone marrow	Dmax(Gy)	51.37	48.02 ($p<0.05$)	47.47 ($p<0.05$)
	Dmin(Gy)	0.78	3.06 ($p<0.05$)	1.68 ($p<0.0001$)
	Dmean(Gy)	18.16	26.52 ($p<0.0001$)	31.80 ($p<0.0001$)
	D ₉₅ (Gy)	2.36	1.23 ($p<0.05$)	7.83 ($p<0.0001$)
	D ₅₀ (Gy)	18.89	41.46 ($p<0.0001$)	29.73 ($p<0.0001$)
	V ₁₀₀ (%)	0.66	26.54 ($p<0.0001$)	16.27 ($p<0.0001$)
	V ₉₅ (%)	1.23	47.44 ($p<0.0001$)	26.36 ($p<0.0001$)
	V ₇₀ (%)	9.60	58.43 ($p<0.0001$)	46.10 ($p<0.0001$)
	V ₅₀ (%)	33.32	61.73 ($p<0.0001$)	86.44 ($p<0.0001$)
	V ₃₀ (%)	67.60	64.43 ($p<0.05$)	92.11 ($p<0.0001$)



รูป 4.28 แสดงปริมาณรังสีสูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย ของไขกระดูกแดง จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



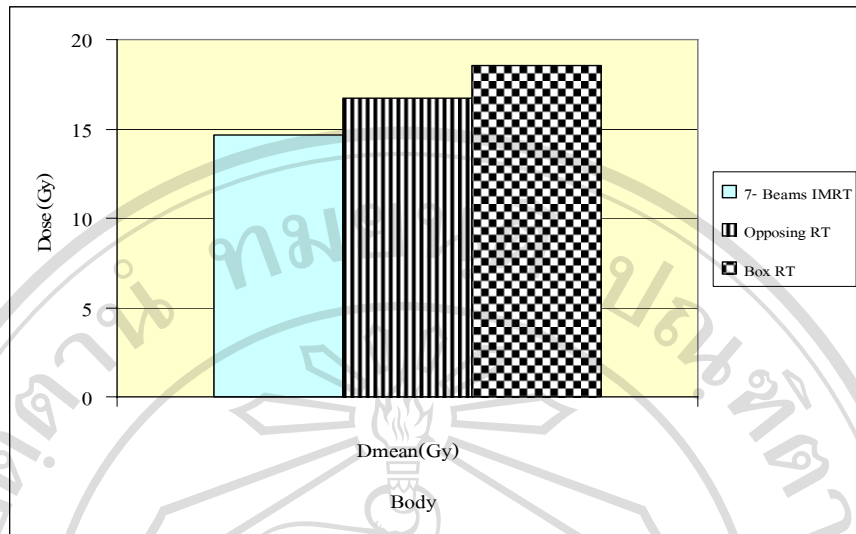
รูป 4.29 แสดงปริมาตรของไขกระดูกแดง ที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields

ปริมาณรังสีที่โครงร่างกายช่วงอุ้งเชิงกราน (Outer contour of pelvis)

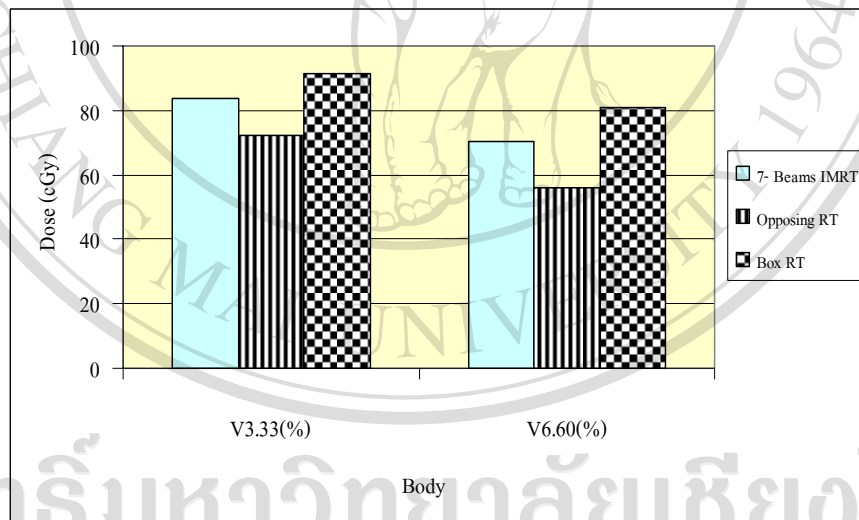
ตาราง 4.12 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่โครงร่างกายช่วงอุ้งเชิงกราน จากแผนรังสีรักษา เทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields พบว่าแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มให้ปริมาณรังสีเฉลี่ยเพียง 14.62 Gy และมีค่าต่ำกว่ากว่าเทคนิค opposing field และ four fields ที่มีค่าเท่ากับ 16.69 Gy และ 18.53 Gy ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูป 4.30) และปริมาณของโครงร่างกายช่วงอุ้งเชิงกรานที่ได้รับปริมาณรังสี 1.50 Gy และ 3.00 Gy ของปริมาณรังสีที่กำหนด แผนรังสีรักษาด้วยเทคนิค opposing field มีปริมาณที่ครอบคลุมโครงร่างกายช่วงอุ้งเชิงกราน เท่ากับ 72.37 เปอร์เซ็นต์ และ 56.12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ น้อยกว่าแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้ม 83.80 เปอร์เซ็นต์และ 70.32 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิค four fields มีค่าเท่ากับ 91.56 เปอร์เซ็นต์ และ 80.94 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้ม (รูป 4.31)

ตาราง 4.12 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณรังสีที่โครงร่างกายช่วงอุ้งเชิงกราน จากแผนรังสีรักษา เทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี opposing field และ four fields

ROI		IMRT	Opposing RT	Box RT
Outer contour	Dmean(Gy)	14.62	16.69 ($p < 0.05$)	18.53 ($p < 0.0001$)
$V_{3.33}(\%)$	(=1.50 Gy)	83.80	72.37 ($p < 0.0001$)	91.56 ($p = 0.35$)
$V_{6.60}(\%)$	(=3.00 Gy)	70.32	56.12 ($p < 0.0001$)	80.94 ($p = 0.35$)



รูป 4.30 แสดงปริมาณรังสีสูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ย ของโครงร่างกายช่วงอุ้งเชิงกราน จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields



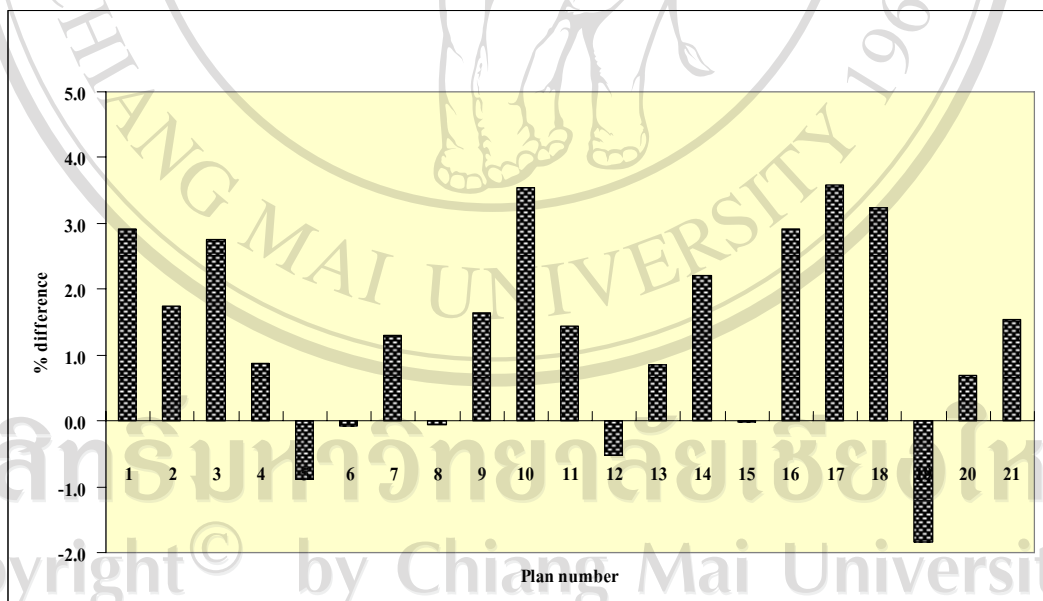
รูป 4.31 แสดงปริมาตรของโครงร่างกายช่วงอุ้งเชิงกราน ที่ได้รับปริมาณรังสี 100 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรังสีที่กำหนด จากแผนรังสีรักษาด้วยเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี, opposing field และ four fields

4.3 ทวนสอบความถูกต้องของแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้ม

ศึกษาการทวนสอบปริมาณรังสีแบบจุดและการกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์สำหรับเทคนิคการฉายรังสีแปรความเข้ม 7 ทิศทางลำรังสี ในผู้ป่วยโรคมะเร็งปากมดลูกระยะที่สองและสาม

4.3.1 ทวนสอบปริมาณรังสีแบบจุดของแผนรังสีรักษาผู้ป่วยโดยการวัด

จากการวางแผนรังสีรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็งปากมดลูกระยะที่สองและสาม ด้วยเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ step and shoot คัดลอกการวางแผนรังสีรักษาผู้ป่วยลงบนวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อ Easy cube และวัดปริมาณรังสีในวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อที่ใช้ในการวางแผนด้วยหัววัดรังสีชนิดไอออนไนเซชัน พบว่าค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความคลาดเคลื่อนในการคำนวณปริมาณรังสีที่ได้จากคอมพิวเตอร์วางแผนรังสีรักษาจำนวน 21 แผนการรักษา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 4% (รูป 4.32 และตาราง 4.13) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.99% และ 1.53% ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณปริมาณรังสีที่ได้จากคอมพิวเตอร์วางแผนรังสีรักษา ต่ำสุดเท่ากับ 1.83% และค่าสูงสุดเท่ากับ 3.85% ตามลำดับ



รูป 4.32 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนในการคำนวณปริมาณรังสีที่ได้จากคอมพิวเตอร์วางแผนรังสีรักษา

ตาราง 4.13 ผลการทวนสอบปริมาณรังสีแบบจุดของแผนรังสีรักษาผู้ป่วยโดยการวัด จากแผนรังสีรักษาเทคนิคเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ 7 ทิศทางลำรังสี

Plan No.	Measurement dose (cGy)	Plan dose (cGy)	%difference (%)
1	184.5	190.0	2.91
2	227.9	232.0	1.75
3	220.7	227.0	2.76
4	143.7	145.0	0.87
5	195.7	194.0	-0.89
6	208.1	208.0	-0.07
7	212.2	215.0	1.30
8	195.1	195.0	-0.06
9	231.1	235.0	1.64
10	217.0	225.0	3.55
11	142.9	145.0	1.44
12	209.1	208.0	-0.53
13	201.3	203.0	0.85
14	210.2	215.0	2.21
15	196.0	196.0	-0.01
16	222.3	229.0	2.92
17	213.1	221.0	3.58
18	128.7	133.0	3.24
19	212.8	209.0	-1.83
20	202.6	204.0	0.68
21	215.6	219.0	1.54
RMS			1.993
SD			1.53
ค่าต่ำสุด			-1.83
ค่าสูงสุด			3.58

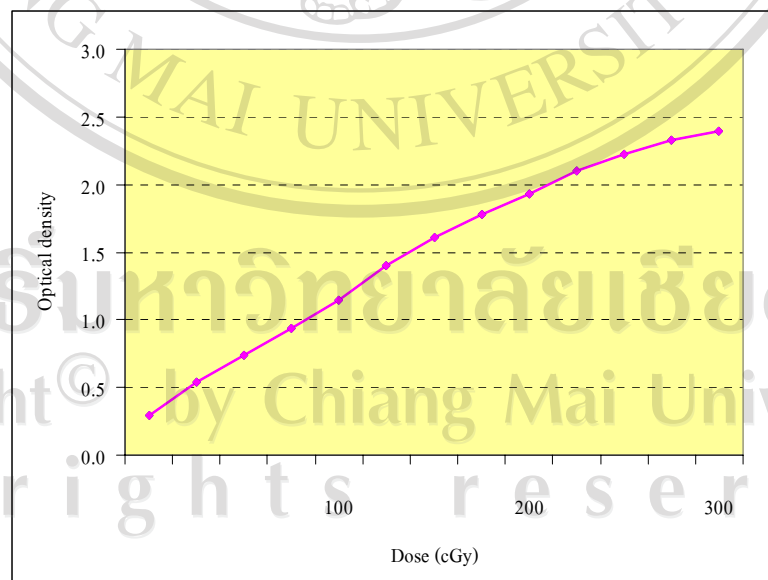
4.3.2 ทวนสอบการกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ของแผนรังสีรักษาผู้ป่วยโดยฟิล์ม

การสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดำของฟิล์มและปริมาณรังสี

การทวนสอบการกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ของแผนรังสีรักษาโดยฟิล์ม ต้องสอบเทียบความถูกต้องระหว่างความดำของฟิล์มชนิดอีดีอาร์2 และปริมาณรังสีที่ได้จากการวัดด้วยเทคนิค step wedge (รูป 4.33) และการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดำของฟิล์ม และปริมาณรังสี (รูป 4.34)



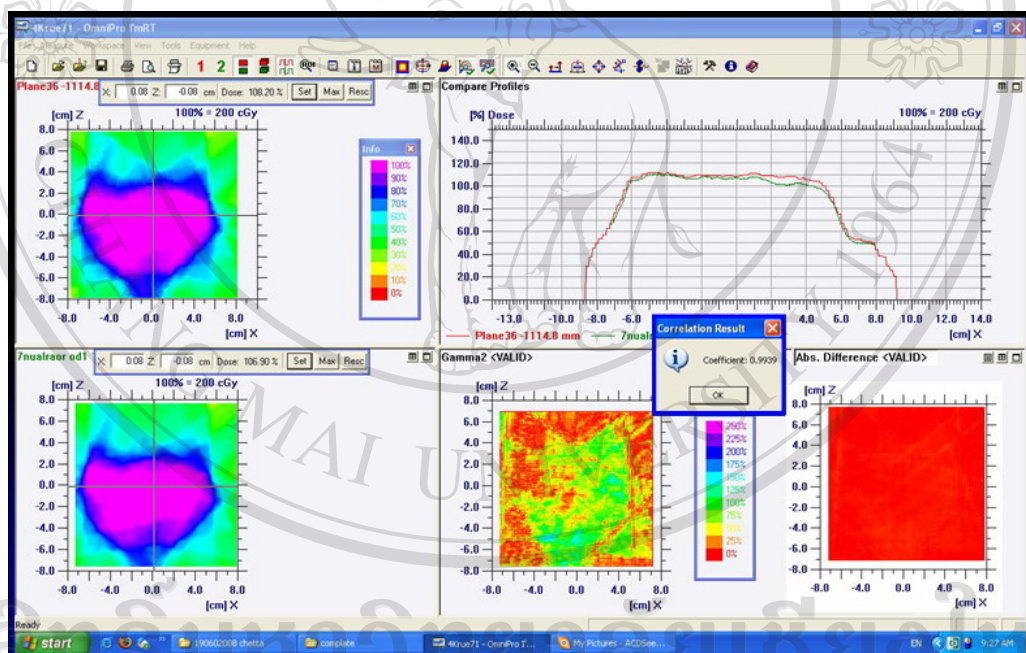
รูป 4.33 ฟิล์มที่ได้จากการฉายรังสีด้วยวิธี step wedge



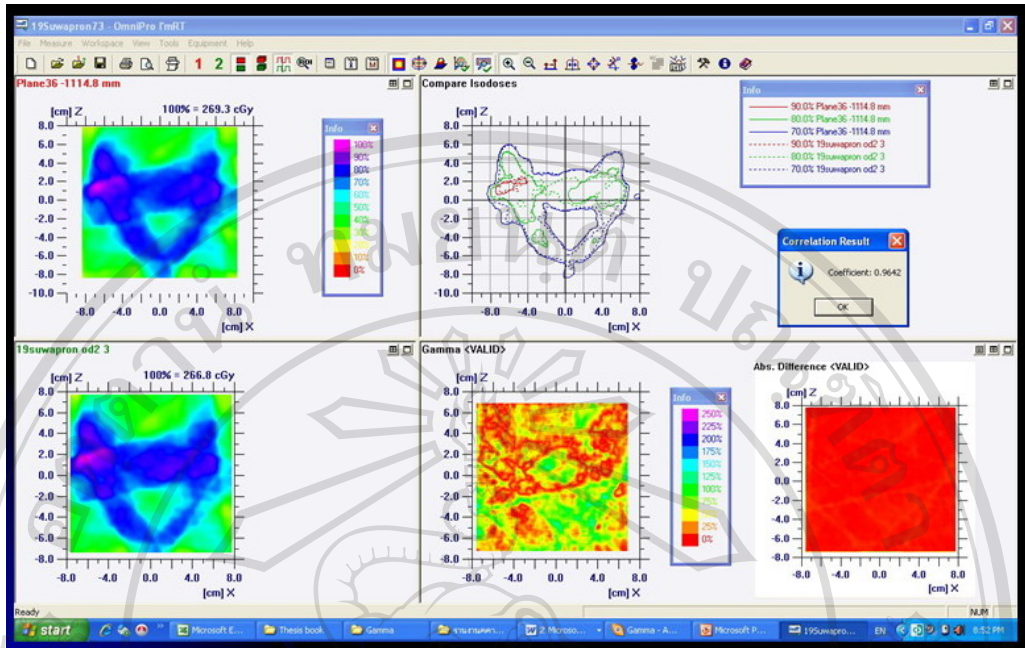
รูป 4.34 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดำของฟิล์ม และปริมาณรังสี

ทวนสอบการกระจายปริมาณรังสีสัมพัทธ์ของแผนรังสีรักษาผู้ป่วยโดยฟิล์ม

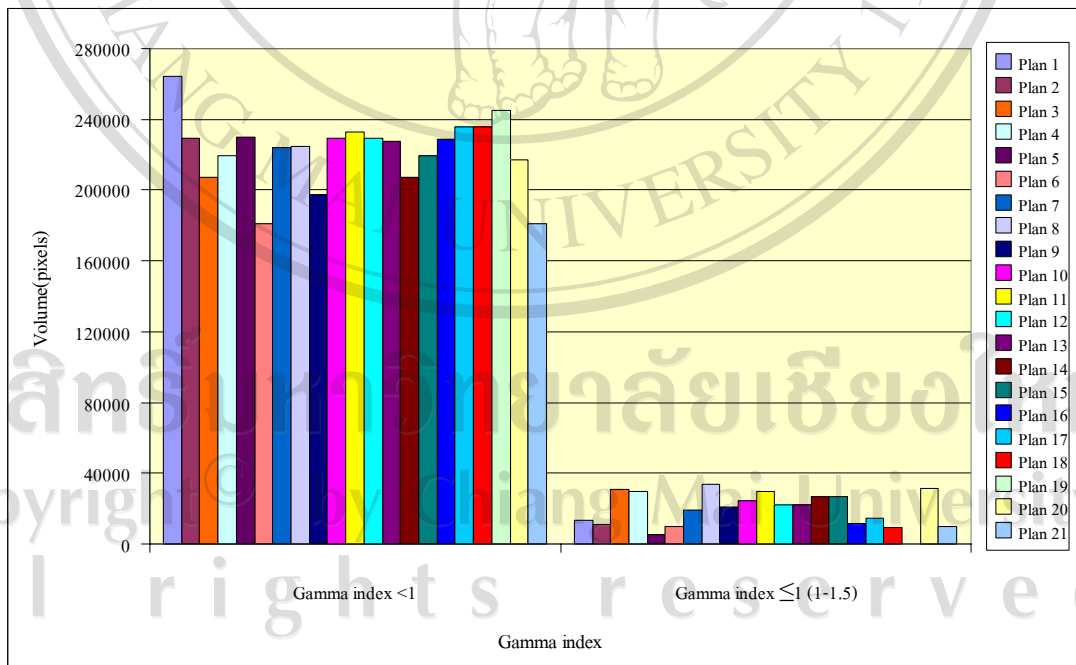
การวางแผนรังสีรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็งปากมดลูกระยะที่สองและสาม ด้วยเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้มแบบ step and shoot คัดลอกการวางแผนรังสีรักษาผู้ป่วยลงบนวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อ Easy cube และวัดด้วยฟิล์มอีดีอาร์ 2 ในวัสดุสมมูลเนื้อเยื่อ แล้วเปรียบเทียบการกระจายปริมาณรังสีที่ได้จากการวัดกับการกระจายปริมาณรังสีที่คำนวณจากโปรแกรมวางแผนรังสีรักษา (รูป 4.35) จำนวน 21 แผนการรักษา และคำนวณค่าดัชนีแกมมาโดยใช้โปรแกรม OmniPro-ImRT (รูป 4.36) ค่าดัชนีแกมมา ($\Delta d_M = 3$ มิลลิเมตร, $\Delta D_M = 5$ เปอร์เซ็นต์) ทั้งปริมาตรของอู้งเชิงกรานจากแผนรังสีรักษา พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาตรดัชนีแกมมาไม่เกิน 1 มีค่าเท่ากับ 92.13 เปอร์เซ็นต์ด้วยปริมาตร 222,261.10 พิกเซล โดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาตรดัชนีแกมมาไม่เกิน 1 ต่ำสุดเท่ากับ 86.83% และสูงสุดเท่ากับ 99.94% ตามลำดับ (Daniel A. และ James F.; (2003)) ดังรูป 4.37 และตาราง 4.14



รูป 4.35 แสดงการเปรียบเทียบการกระจายปริมาณรังสีที่ได้จากการวัดกับการกระจายปริมาณรังสีที่คำนวณจากโปรแกรมวางแผนรังสีรักษาและคำนวณค่าดัชนีแกมมา



รูป 4.36 แสดงการเปรียบเทียบการกระจายปริมาณรังสีที่ได้จากการวัดกับการกระจายปริมาณรังสีที่คำนวณจากโปรแกรมวางแผนรังสีรักษาและคำนวณค่าดัชนีแกมมา



รูป 4.37 แสดงค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนในการคำนวณปริมาณรังสีที่ได้จากคอมพิวเตอร์วางแผนรังสีรักษา

ตาราง 4.14 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาตรดัชนีแกมมา จากแผนรังสีรักษาเทคนิคฉายรังสีแปรความเข้ม

Plan No.	Total volume (pixels)	Volume of Gamma index (pixels)		Gamma index <1 Volume (%)
		<1	≥1 (1-1.5)	
1	277693	264149	13544	95.12
2	240534	229625	10909	95.46
3	238095	207282	30813	87.06
4	248976	219395	29581	88.12
5	235221	229810	5411	97.70
6	190960	181253	9707	94.92
7	243530	224399	19131	92.14
8	258570	224520	34050	86.83
9	218088	197238	20850	90.44
10	253991	229575	24416	90.39
11	262650	233069	29581	88.74
12	250985	229080	21905	91.27
13	249494	227601	21893	91.23
14	233698	206954	26744	88.56
15	246510	219613	26897	89.09
16	240060	228493	11567	95.18
17	250500	235730	14770	94.10
18	245009	235712	9297	96.21
19	245490	245337	153	99.94
20	248976	217395	31581	87.32
21	190960	181253	9707	94.92
Average	241428.10	222261.10	19167.00	92.13
SD	20469.81	19418.47	9733.16	3.82
ค่าต่ำสุด	190960	181253	153	86.83
ค่าสูงสุด	277693	264149	34050	99.94