



ความแม่นยำของปริมาณรังสีในการรักษาโรคมะเร็ง Accuracy of radiation dose for cancer treatment

■ อัมพร ฝันเขียน

หน่วยรังสีรักษา ภาควิชารังสีวิทยา

คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ABSTRACT

Objective:

The accuracy of radiation dose will reduce the risk of radiation complication to the patients. The accuracy of radiation dose at Songklanagarind hospital was audited by the postal TLD intercomparison which is the IAEA standard method.

Materials and method:

The radiation output of Cobalt-60 machine measured and calculated the irradiation time for 200 cGy in water to TLD by the IAEA setup conditions. Expose 200 cGy to each TLDs by the calculated irradiation time. These exposed TLDs were proceed at the SSDL of Medical Science Department and reported to the hospital. Evaluation data were collected from 1984-2002.

Discussion of results:

The radiation dose of exposed TLDs will be interpreted by Medical Science Department using IAEA standard scoring. The percentage difference from the quoted radiation of more than 5% would be requested more data, repeat the measurement or need to visit the site by the expert physicists.

Conclusion:

The TLD evaluation were 11 satisfied, 2 were acceptable and 2 were request more data. The maximum degree of different was (-5.45%) and minimum was (-0.05%). The treatment time calculation software was developed to reduce the degree of calculation error. Result of TLD evaluation was used to check the dose accuracy agreement of the ionization chamber measurement and treatment planning system calculation. The results could support the physicist accurately control the radiation dose in patient treatment and the understanding of radiation dosage. The site could know self accuracy and have a qualified reference of radiation dose. The radiation risk reduction for patient treatment is extremely required for the evaluation purpose.



บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์:

การตรวจสอบความแม่นยำของปริมาณรังสีเพื่อลดความเสี่ยงในการให้ปริมาณรังสีรักษาผู้ป่วยมะเร็งที่โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ กระทำโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยใช้วิธี Postal TLD intercomparison ตามวิธีมาตรฐานของ IAEA และมีการเปรียบเทียบระหว่างสถาบัน

วิธีดำเนินการ:

วัดค่าอัตรารังสีเครื่องโคบอลต์-60 และคำนวณเวลาฉายรังสี ขนาด 200 cGy ที่ตำแหน่งของ TLD ในน้ำ ตามเงื่อนไข IAEA ฉายรังสีแก่ TLD 200 cGy ที่สะท้อนตลอดตามเวลาที่คำนวณได้ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์อ่านค่าปริมาณรังสีและรายงานผลส่ง รพ.สงขลานครินทร์ รวบรวมข้อมูล พ.ศ. 2527-2545

การวิเคราะห์ผลการวัดรังสี:

ใช้เกณฑ์มาตรฐานกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ คือ อยู่ในเกณฑ์พอใจหากความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 3.5% อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้หากคลาดเคลื่อนระหว่าง (3.5-5)% ต้องตรวจสอบเพิ่มเติมหากคลาดเคลื่อนเกิน 5 %

ผลสรุป:

ผลการตรวจสอบปริมาณรังสีตามเกณฑ์กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เป็นที่พอใจ 11 ครั้ง อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ 2 ครั้ง ต้องตรวจสอบเพิ่ม 2 ครั้ง โดยมีความคลาดเคลื่อนมากที่สุด (-5.45%) และต่ำสุด (-0.05%) ได้ลดความคลาดเคลื่อนโดยพัฒนาโปรแกรมคำนวณเวลาฉายรังสีให้รับข้อมูลเครื่องโคบอลต์-60 ที่ใช้คำนวณโดยอัตโนมัติ ได้ตรวจสอบค่าปริมาณรังสีด้วย ionization dosimeter และพิสูจน์ผลคำนวณซ้ำด้วยโปรแกรมวางแผนการรักษาซึ่งให้ผลการคำนวณตรงกัน ผลการตรวจวัด TLD ทำให้นักฟิสิกส์สามารถควบคุมปริมาณรังสีได้อย่างแม่นยำ และมีความเข้าใจเรื่องปริมาณรังสีถูกต้อง หน่วยงานได้ทราบระดับความถูกต้องของปริมาณรังสีตามมาตรฐาน มีหลักฐานอ้างอิงเรื่องปริมาณรังสีที่ชัดเจน และลดความเสี่ยงในการรักษาผู้ป่วยมะเร็ง



หลักการและเหตุผล

การฉายรังสีเพื่อรักษาผู้ป่วยมะเร็ง ใช้ปริมาณรังสีเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการควบคุมบำบัดโรคจำเพาะบริเวณรอยโรค อีกทั้งมีช่วงปริมาณรังสีใน therapeutic windows ประมาณ 200 cGy หรือ 3.5% ของ prescribed dose⁽¹⁾ ความถูกต้องแม่นยำของปริมาณรังสีจึงต้องมีการควบคุม มีการตรวจสอบปริมาณรังสีประจำวัน, ประจำสัปดาห์, ประจำเดือน, ประจำปี การตรวจสอบความถูกต้องโดยองค์การภายนอก หรือการตรวจสอบระหว่างสถาบันถือเป็นการตรวจสอบคุณภาพระดับสูง⁽²⁾ รายงานนี้นำเสนอการตรวจสอบความถูกต้องปริมาณรังสีระหว่างโรงพยาบาลสงขลานครินทร์และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยใช้ผลึกวัดรังสีแบบ TLD (Thermoluminescent Dosimeter) ทางไปรษณีย์ เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 ถึงปัจจุบัน การใช้ TLD เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการตรวจวัด prescribed dose ที่แต่ละสถาบันให้แก่ผู้ป่วยแต่ละคนที่ target volume ถ้าหากได้ผลการตรวจสอบถูกต้องแสดงว่าการควบคุมการใช้รังสีในกิจการแพทย์มีประสิทธิภาพตามหลักนโยบายของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA: International Atomic Energy Agency)^(3,4)

วัตถุประสงค์

ตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของปริมาณรังสีจากระบบการฉายรังสีแกมมาจากเครื่องโคบอลต์ โดยใช้ TLD ตามวิธีวัดรังสีของ IAEA

วิธีการ

1. ใช้ TLD เป็นอุปกรณ์วัดรังสี ซึ่งจัดเตรียมโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และจัดส่งมาให้ทางไปรษณีย์ ปีละ 1 ครั้ง
2. คำนวณเวลาฉายรังสีขนาด 200 cGy ให้แก่ TLD ในน้ำโดยใช้ข้อมูลฟิสิกส์ที่หน่วยงานใช้อยู่ และแสดงวิธีการคำนวณอย่างละเอียด

3. อาบรังสี TLD ครั้งละ 1 แคปซูล จำนวน 3 แคปซูล

4. ส่ง TLD ทั้งหมดพร้อมข้อมูลการอาบรังสีคืนห้องปฏิบัติการรังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

5. รับรายงานผลการวัดรังสี

วัสดุอุปกรณ์ (materials)

ก. อุปกรณ์มาตรฐาน ประกอบด้วย

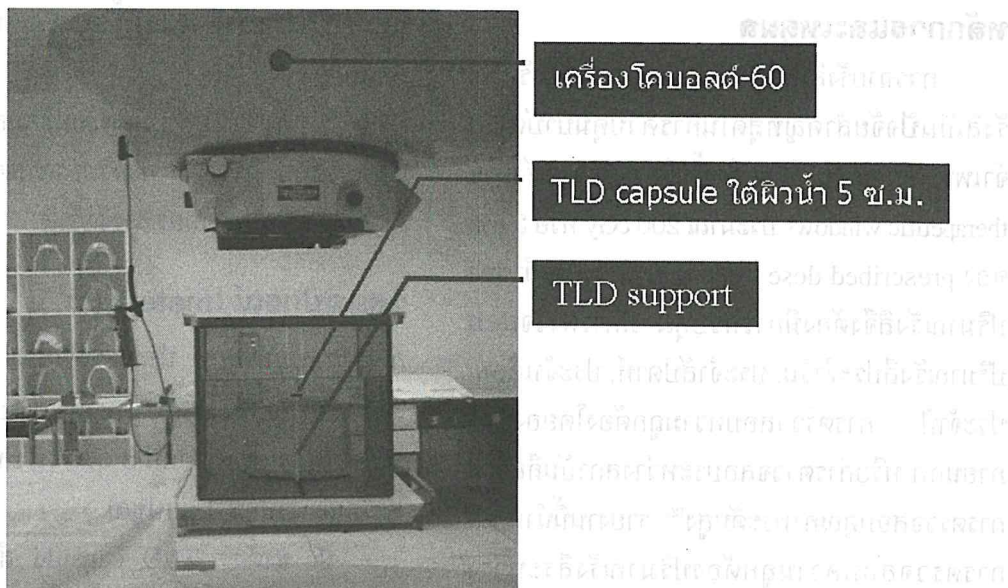
1. TLD capsule จำนวน 4 แคปซูล (ใช้อาบรังสีด้วยเงื่อนไขเดียวกัน 3 ครั้ง ครั้งละ 1 แคปซูล ใช้เป็นตัวควบคุม 1 แคปซูล)

2. ขาตั้ง TLD capsule สำหรับวางใน water phantom ซึ่งบรรจุน้ำเต็ม โดยให้ TLD capsule อยู่ใต้ผิวน้ำเป็นระยะ 5 ซม. (ระดับผิวน้ำเสมอปลายขาตั้ง TLD capsule พอดี) ดังรูปที่ 1

3. แบบฟอร์มแสดงการคำนวณและการอาบรังสี TLD 1 ชุด

ข. อุปกรณ์ประจำหน่วยงาน

1. เครื่องฉายรังสีโคบอลต์-60
2. water phantom มีขนาดใหญ่พอให้เกิด full scattering (ใช้ขนาด 40x40x40 ซม.³)
3. โปรแกรมคำนวณปริมาณรังสีประจำเครื่องโคบอลต์-60
4. โปรแกรมวางแผนรังสีรักษา (Radiotherapy Treatment Planning Software)
5. เครื่องคิดเลขที่มีฟังก์ชัน e^x
6. Thermometer
7. Barometer
8. Hygrometer
9. เครื่องวัดรังสีชนิด ionization chamber ชนิด Baldwin Farmer Type 2571 พร้อม electrometer model NE 2570/1B
10. ระดับน้ำ
11. ไม้บรรทัดสเกล เซนติเมตร



รูปที่ 1 แสดงการจัดตำแหน่งการวัดปริมาณรังสีบนเครื่องโคบอลต์-60 ด้วย TLD ใน water phantom

การดำเนินการ

1. วัดและคำนวณค่าอัตรารังสีเครื่องโคบอลต์-60 โดยใช้ ionization chamber วัดปริมาณ, จดค่า bias-voltage ของ electrometer, อุณหภูมิและความดันอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อแก้ผลการวัดรังสี คำนวณแฟกเตอร์ที่เกี่ยวข้อง เช่น recombination effect, beam quality, stopping power ratio ของน้ำต่ออากาศ, perturbation factor ตามแบบคำนวณ Absorbed dose ของน้ำ ใน IAEA technical reports series No.277

2. คำนวณเวลาฉายรังสี ขนาด 200 cGy ที่ตำแหน่งของ TLD ในน้ำ ตามเงื่อนไข IAEA ในแบบฟอร์มของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ด้วยเครื่องคิดเลข และแก้ค่า time-lag ของเครื่องโคบอลต์ (ใช้ลำรังสีขนาด 10x10 ซม.² ที่ผิว water phantom ระยะจากผิวน้ำถึง source (SSD) 80 ซม. ตำแหน่ง TLD ลึกใต้ผิวน้ำ 5 ซม.)

3. นำ water phantom ที่มีขาตั้ง TLD capsule วางบนเตียงผู้ป่วย ให้ขาตั้งอยู่กึ่งกลางลำ

รังสี จัด gantry 0 องศา collimator 0 องศา ตั้งระยะ source to water surface 80 ซม. เปิดลำรังสีขนาด 10x10 ซม. ตรวจสอบระนาบของ water phantom, gantry และ collimator ด้วยระดับน้ำ

4. สอด TLD capsule ในขาตั้ง ให้ TLD อยู่ใต้หน้าระยะ 5 ซม. และให้ศูนย์กลาง TLD อยู่กึ่งกลางลำรังสี

5. ฉายรังสีแก่ TLD 200 cGy ด้วยเวลาที่คำนวณได้

6. เปลี่ยนแคปซูล โดยให้ตำแหน่ง TLD คงที่ ฉายรังสี 200 cGy จนครบ 3 แคปซูล

7. เก็บ TLD capsule ที่ 4 ไว้ในที่ปลอดรังสี

8. ส่ง TLD capsule ทั้ง 4 อัน คืนกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

9. รับรายงานผลจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

10. รวบรวมผลการวัดรังสีจาก TLD ตั้งแต่ พ.ศ. 2527-2545 และวิเคราะห์ผล



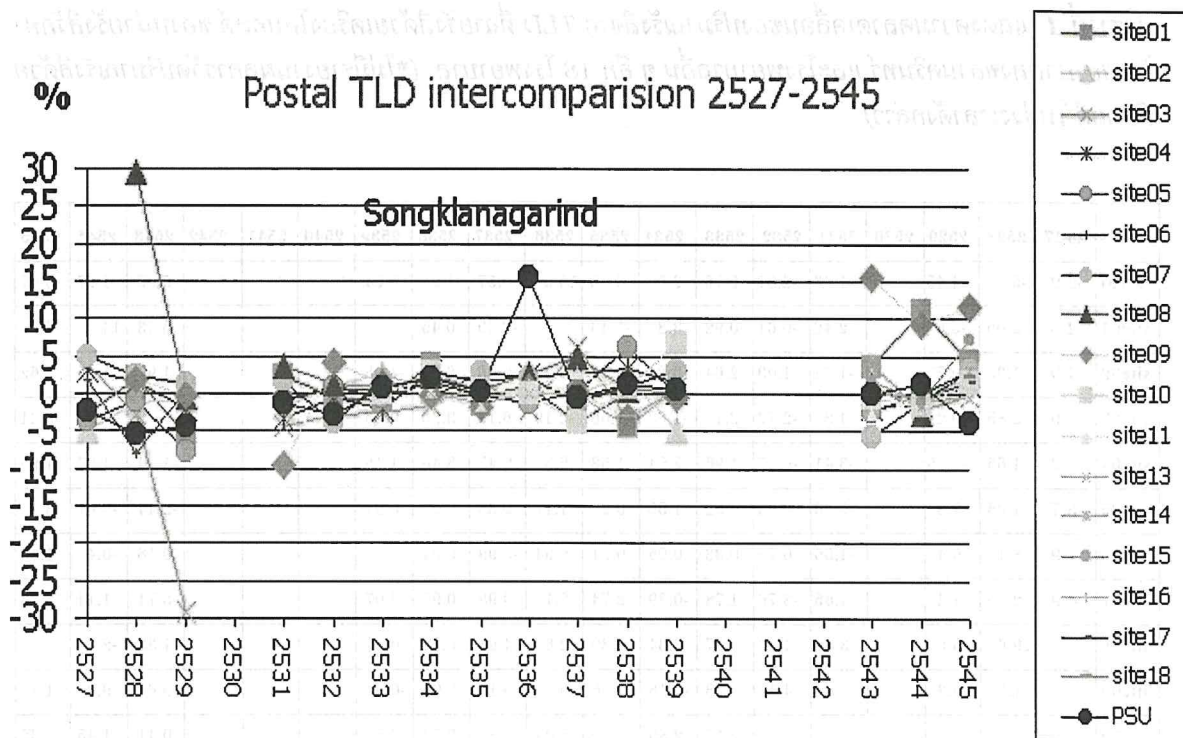
ตารางที่ 1 แสดงความคลาดเคลื่อนของปริมาณรังสีจาก TLD ที่ฉายรังสีด้วยเครื่องโคบอลต์ ของหน่วยรังสีรักษา โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ และโรงพยาบาลอื่น ๆ อีก 18 โรงพยาบาล (*ไม่มีรายงานผลการวัดปริมาณรังสีด้วย TLD ในช่วงเวลาดังกล่าว)

พ.ศ.	2527	2528	2529	2530	2531	2532	2533	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543	2544	2545
สงขลา	-2.2	-5.45	-4.45	*	-1.26	-2.87	0.76	2.08	0.38	15.5	-0.57	1.2	0.54	*	*	*	-0.05	1.27	-3.97
site01	-2.8	2.05	-5.6		2.42	-0.61	-0.92	3.8	-1.43		-0.69	0.45					3.53	1.1	4.51
site02	-4.9	-1.35	-0.75		-1.72	1.09	2.64	0.24	-0.21	-0.02	0.06	2.24	-4.88				1.9	-1.47	2.62
site03	3.9	-2.85	-29.2		-4.3	-2.72	-2.7	-1.63	1.68	-2.19	6.13	-3.25	0.66				3.88	-1.96	-0.21
site04	3.2	1.65	-2.05		-3.41	-0.57	-1.96	2.94	1.53	2.3	2.47	3.48	1.46				-1.84	-1.37	1.25
site05	-3.7	-1.05	-7.8		-0.66	0.65	-0.52	1.55	-0.2	-1.17	0.33	6.09	0.04				-2.44	-0.01	3.1
site06	1.9	-8.1	0.4		-1.06	0.79	0.33	0.05	-0.21	0.94	-3.99	0.04					0.18	-0.4	1.66
site07	4.9	2.45	1.2		1.65	-3.76	1.78	-0.39	2.74	2.1	-0.98	0.99	3.07				-5.71	-1.14	3.23
site08		29.6	-0.5		3.61	1.22	0.87	2.34	0.39	2.69	4.93	0.52	0.31				1.33	-2.59	
site09		1.7	-0.3		-9.62	4.11	1.28	-0.18	-1.86	0.75	0.16	-3.01	-0.54				15.6	9.37	11.7
site10							-0.11	2.85	0.39	0.04	-3.8	0.79	6.6				-0.41	-1.45	1.65
site11								0.37	-1.46	0.93	2.88	0.36	0.58				-2.58	-0.84	-0.29
site13								-0.05	-1.37	0.08	0.03	-4.29	0.75				0.68	-0.71	-0.47
site14																	0.86	-1.67	3.15
site15																	1.8	-0.93	7.35
site16																		1.76	
site17																			1.6
site18																			2.2

ผลการวัดปริมาณรังสี

การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนตามเกณฑ์ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์นั้น ถือความคลาดเคลื่อนของปริมาณรังสีน้อยกว่า $\pm 3.5\%$ อยู่ในเกณฑ์พอใจ ระหว่าง $\pm (3.5-5)\%$ อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ และเกิน $\pm 5\%$ อยู่ในเกณฑ์ไม่ยอมรับ ให้วัดรังสีซ้ำ หรือส่งผู้เชี่ยวชาญจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ มาตรวจสอบผลการอ่านค่าปริมาณรังสีจาก TLD ที่ฉายรังสีด้วยเครื่องโคบอลต์ ของหน่วยรังสีรักษา และโรงพยาบาลอื่น ๆ รายงานโดยกรม

วิทยาศาสตร์การแพทย์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2527-2545 แสดงไว้ในตารางที่ 1 ผลการวัดรังสีรักษาของหน่วยรังสีรักษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ โดยมีความคลาดเคลื่อนจากมาตรฐานมากที่สุด -5.45% และต่ำสุด -0.05% ตามรูปที่ 2 เว้นแต่ปี พ.ศ. 2536 เกิดความผิดพลาดสูงถึง 15.45% อันมีสาเหตุจากการคำนวณแฟกเตอร์แก้ค่าการสลายตัวผิดพลาด



รูปที่ 2 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนจากปริมาณรังสีจากการตรวจสอบปริมาณรังสีจากเครื่องโคบอลต์-60 ด้วย TLD เปรียบเทียบระหว่างโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ (กราฟเส้นจุดกลมดำ) กับโรงพยาบาลอื่น ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527-2545 (ช่วงว่างเป็นช่วงที่ไม่มีรายงานข้อมูลปริมาณรังสี)

วิเคราะห์และสรุปผล

1. จากการตรวจวัดพบว่าบางครั้งปริมาณรังสีผิดพลาดสูง จึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณปริมาณรังสีร่วมกับกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ขึ้น เพื่อลดความผิดพลาดในการคำนวณเวลาฉายรังสีในช่วงปี พ.ศ. 2538 โปรแกรมคำนวณเวลาฉายรังสีจะปรับข้อมูลที่ใช้คำนวณเป็นรายวันตามระบบนาฬิกาของเครื่องคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังได้ตรวจสอบค่าปริมาณรังสีด้วย ionization chamber และพิสูจน์ผลคำนวณซ้ำอีกครั้งด้วยโปรแกรมวางแผนการรักษาซึ่งให้ผลการคำนวณตรงกันเป็น triple check

2. เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีจากสถาบันอื่น พบว่า หน่วยรังสีรักษาควบคุมปริมาณรังสีได้อย่างถูกต้องแม่นยำได้ในเกณฑ์ดี เนื่องจากนักฟิสิกส์มี

ความเข้าใจการคำนวณรังสี และมีความชำนาญในการวัดรังสี

3. ระบบรังสีที่ใช้รักษาผู้ป่วยถูกต้อง หน่วยงานได้รับทราบระดับความถูกต้องของปริมาณรังสีตามมาตรฐานการวัดรังสีแบบ IAEA หน่วยงานมีหลักฐานอ้างอิงเรื่องปริมาณรังสีที่ชัดเจน

4. ลดความเสี่ยงในการรักษาผู้ป่วยมะเร็ง (patient risk management)

5. เพิ่มความไว้วางใจแก่ผู้มารับบริการและเพิ่มคุณค่าแก่หน่วยงาน



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนใคร่ขอขอบคุณ รศ.จกจันต์ ภักธมนตรี ซึ่งให้คำแนะนำปรึกษาการเขียนรายงานนี้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่งของคุณโสภณ กนกจิราพร นักฟิสิกส์รังสี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่ได้เขียนชุดคำสั่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตาม flow-chart ให้ใช้งานได้ตามภารกิจของหน่วย และขอขอบคุณ กองรังสีและเครื่องมือแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่ได้ให้ส่ง TLD capsules และให้คำแนะนำของความคลาดเคลื่อนของการวัดปริมาณรังสีตามโครงการนี้ โครงการนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งที่หัวหน้าหน่วยรังสีรักษา และหัวหน้าภาควิชารังสีวิทยา ได้ให้น้ำหนักความสำคัญของเรื่องนี้ไว้ใน patient risk management ซึ่งเป็น Key Performance Indicators ของคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

1. วิชาญ หล่อวิทยา, Principles of Radiation Oncology, In: วิชาญ หล่อวิทยา, ไพรัช เทพมงคล, ประมุข พรหมรัตน์พงศ์, ชนะวรินทร์ เทชะวินูล, Manual of Radiation Oncology. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544, 12.
2. McKinzie A, Level of detail required in physics quality system, In: Mayles R, Physics of Quality Control in Radiotherapy, The Institute of Physics and Engineering in Medicine, England, 1999, 28.
3. Izewska J, Andreo P, The IAEA/WHO TLD postal programme for radiotherapy Hospital, Radiother Oncol, 2000; 54: 65-72.
4. Izewska J, Svensson H, Ibbott G, Worldwide QA networks for radiotherapy dosimetry. IAEA-CN-96-76.